La innovación tecnológica en la industria colombiana

Marisela Vargas Florentino Malaver Álvaro Zerda (Editores)



OCyT

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología Pontificia Universidad Javeriana Universidad de los Andes Universidad del Cauca Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales Universidad Industrial de Santander Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Universidad del Norte Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Universidad de la Sabana

COLCIENCIAS

La innovación tecnológica en la industria colombiana

Un estudio en dos cadenas industriales

La innovación tecnológica en la industria colombiana : un estudio en dos cadenas industriales / editores Marisela Vargas Pérez , Florentino Malaver Rodríguez y Álvaro Zerda Sarmiento ; presentación José Luis Villaveces Cardoso. – 1a ed. – Bogotá : CEJA, 2003.
590p.

ISBN : 958-683-642-8

1. Desarrollo industrial - Innovaciones tecnológicas - Colombia 2. Industria metalmecánica - Innovaciones tecnológicas - Colombia 3. Industria petroquímica - Innovaciones tecnológicas – Colombia I. Vargas Pérez, Marisela, Ed. II. Malaver Rodríguez, Florentino, Ed. III. Zerda Sarmiento, Álvaro, Ed. IV. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

SCDD 338.9861 ed. 19

Catalogación en la publicación - Pontificia Universidad Javeriana. Biblioteca General

Diseño de cubierta: Mauricio Suárez Acosta

Prohibida la reproducción total o parcial de este material, sin autorización por escrito del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

La innovación tecnológica en la industria colombiana

Un estudio en dos cadenas industriales

Marisela Vargas Pérez
Florentino Malaver Rodríguez
Álvaro Zerda Sarmiento
–Editores–

© Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
1ª Edición, Bogotá D.C., octubre de 2003
ISBN 958-683-642-8

Este libro es el resultado del proyecto de investigación RC 185-2001 y contó con el apoyo financiero de Colciencias

Directora del Proyecto de Investigación: Marisela Vargas Pérez

Red de Estudio sobre la Innovación:

Pontificia Universidad Javeriana
Universidad de los Andes
Universidad del Cauca
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales
Universidad Industrial de Santander
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales
Universidad del Norte
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Universidad de la Sabana
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Editores:
Marisela Vargas Pérez
Florentino Malaver Rodríguez
Álvaro Zerda Sarmiento

Corrección de estilo: Hernán Suárez

CEJA Centro Editorial Javeriano
Cra. 7ª No. 40-62, primer piso, Bogotá D.C., Colombia
Dirección: Selma Marken Farley
Coordinación: Alfredo Duplat Ayala
Diagramación: Martha Rocío Morales Romero
Impresión: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas -JAVEGRAF

Impreso en Colombia

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
Carrera 7 No. 39-08, Bogotá D.C., Colombia
Conmutador: (571) 3235059
e-mail: info@ocyt.org.co
http: //www.ocyt.org.co

Contenido

Datos de los autores 9

Presentación 17

Introducción 21

PARTE I. Marco teórico y metodológico 27

Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación 29

PARTE II. Cadena metalúrgica – metalmecánica 61

Dinámica económica y tecnológica de la cadena metalurgica – metalmecánicaen los años 90 63
Instrumental Marthé 101
Sotec Ltda 125
Siemens Colombia –División Transformadores– 171
Montana 211
Grupo Diaco S.A., Planta Tuta 237
Lumbre S.A. 265
Inauto 291
Siemens Colombia —División Motores— 319
Aceros Sogamoso Ltda 351
IMER S.A. 373

PARTE III. Cadena petroquímica - plásticos 403

Dinámica económica y tecnológica de la cadena petroquímica - plásticos en Colombia 405
Industrias Rambal S.A. 441
Icobandas S.A. 463
Agricense Ltda. 495
Intecplast: éxito e innovación empresarial 533

CONCLUSIONES 581

Datos de los autores

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Marisela Vargas Pérez

Ingeniera Industrial de la Universidad de los Andes.
Economista de la Universidad de los Andes.
Investigadora, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
mvargas@ocyt.org.co
Libros:

- Durán, X.; Ibáñez, R.; Salazar, M., y Vargas, M., 1997, *Panorama de la innovación tecnológica en Colombia,* Bogotá, Departamento Nacional de Planeación, División de Desarrollo Tecnológico, pp. 72.
- Durán, X.; Ibáñez, R.; Salazar, M., y Vargas, M., 1998, *La innovación tecnológica en Colombia: características por tamaño y tipo de empresa,* Bogotá, Departamento Nacional de Planeación, División de Desarrollo Tecnológico, pp. 237.
- Durán, X.; Ibáñez, R.; Salazar, M., y Vargas, M., 2000, *La innovación tecnológica en Colombia: características por sector industrial y región geográfica,* Bogotá, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Colciencias y Departamento Nacional de Planeación, División de Desarrollo Tecnológico, pp. 198.

Pontificia Universidad Javeriana

Florentino Malaver Rodríguez

Economista de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC.
Magíster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia.
Profesor de tiempo completo Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Económicas y administrativas; líder del Grupo de Investigación "Gestión de la Ciencia y la Tecnología para la Competitividad, COMCYT", reconocido por Colciencias y Editor de la Revista *Cuadernos de Administración* de la Pontificia Universidad Javeriana.
fmalaver@javeriana.edu.co
Libros:

- Malaver, Florentino, *et al.* (2000), *Investigación en gestión empresarial: ¿proceso naciente? Colombia, 1965 – 1998,* Bogotá, Corporación Calidad - Colciencias, pp. 310.

- Malaver, Florentino y Perdomo, Jesús (1999), *Lecturas sobre Competitividad, Empresa y Educación Gerencial,* Bogotá, CEJA, Pontificia Universidad Javeriana, pp. 187.
- Malaver, Florentino y Perdomo, Jesús (1998), *Vamos a pensar para Bogotá. La ciencia y la tecnología en el Distrito Capital,* Bogotá, Comisión Regional de Ciencia y Tecnología del Distrito Capital, Edit. Visuales DAR, pp.112.

Universidad de los Andes

Alberto García Arango

Ingeniería Eléctrica, Universidad de los Andes.
Maestría/Magister en Maitrise en Informatique. Universite de Grenoble I (Scientifique Et Medicale - Joseph Fourier), U.GRENOBLE I*, Francia.
Maestría en Dea En Informatique. Universite de Grenoble I (Scientifique Et Medicale - Joseph Fourier), U.GRENOBLE I*, Francia.
Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes y Coordinador del Centro de Investigación GUIA de las facultades de Ingeniería y Administración de Empresas, Universidad de los Andes.
algarcia@uniandes.edu.co

Yaned Correcha Ramírez

Ingeniera Industrial, Universidad Distrital «Francisco José de Caldas».
Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes.
Profesional Especializado, Empresa de Acueducto de Bogotá.
ycorrecha@acueducto.com.co

Universidad del Cauca

Carlos Alberto González Callejas

Administrador de Empresas de la Universidad Santiago de Cali.
Especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad del Cauca.
Profesor, Universidad del Cauca.
carlosgonzalezca@yahoo.com

Enrique Peña Forero

Economista de la Universidad Nacional de Colombia
Magíster en Planificación y Administración del Desarrollo Regional, graduado en la Universidad de los Andes.
Profesor asociado; director del Instituto de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas de la Universidad del Cauca.
epenaf@hotmail.com

Guillermo Enrique Santacruz Ruiz

Administrador de Empresas de la Universidad del Cauca.
Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica de la Universidad del Valle.
Coordinador Área Desarrollo Empresarial Cámara de Comercio del Cauca.
gesantac@unicauca.edu.co

José Tomás Jaramillo Salazar

Administrador de Empresas de la Universidad del Valle.
Contador Público de la Universidad del Cauca.
Especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad del Cauca.
Magíster en Administración, énfasis en Dirección del Factor Humano, Universidad del Valle de México.
Profesor Asociado, Universidad del Cauca
jjaramillo@unicauca.edu.co

Reinaldo Erazo Rodríguez

Contador Público de la Universidad del Cauca.
Especialista en Mercadeo Estratégico del Icesi.
Magíster en Contaduría de la UNAM de México.
Jefe de Planeación y Profesor de la Universidad del Cauca.
rero@unicauca.edu.co

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – UDCA

Adriana María Bernal Ramírez

Economista de la Universidad de Manizales.
Candidata a MG en Desarrollo Rural de la Pontificia Universidad Javeriana.
Docente Investigador, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, UDCA.
adbernal@terra.com.co

Lida Argenis Artunduaga Rodríguez

Economista de la Universidad Piloto de Colombia.
Docente-Investigadora de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – UDCA.
lidaartunduagarodriguez@hotmail.com

Universidad Industrial de Santander

Germán Acevedo Rodríguez

Ingeniero Industrial, Universidad Industrial de Santander.
Especialista en Gestión Tecnológica, Universidad Industrial de Santander.
Coordinador de la Unidad de Incubación Empresarial de la Corporación Bucaramanga Emprendedora - Incubadora de Empresas de Base Tecnológica.
german@bucaincu.org

Humberto Pradilla Ardila

Ingeniero Industrial, Universidad Industrial de Santander.
Especialista en Mercados, EAFIT.
Especialista en Innovación y Tecnología en la Empresa, Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona – España).
Master of Business Administration con Especialización en Finanzas, University of Texas.
Master en Gestión Tecnológica, Universidad Pontificia Bolivariana.
Profesor Titular Escuela de Estudios Industriales y Empresariales UIS; Director Ejecutivo Corporación Bucaramanga Emprendedora – Incubadora de Empresas de Base Tecnológica y Director del Centro para la Innovación y la Tecnología - INNOTEC.
hpradilla@uis.edu.co – cbe@bucaincu.org
Libros:

- Jaramillo, Luis Javier; Pradilla, Humberto; Camacho, Jaime Alberto, *et al.,* Universidad – *Sector productivo: un camino hacia la competitividad regional,* Ediciones Icfes-Tecnos, Bogotá, 1997.
- Pradilla, Humberto y Camacho, Jaime Alberto, *Productividad y competitividad de empresas de base tecnológica: un enfoque para la incubación,* Corporación Bucaramanga Emprendedora CBE, Bucaramanga, 2002.
- Pradilla, Humberto; Camacho, Jaime Alberto; Figueroa, Jorge Eliécer, et al., *Metodología estratégica para el desarrollo de productos,* Corporación Bucaramanga Emprendedora CBE, Bucaramanga, 2002.

Jaime Alberto Camacho Pico

Ingeniero Industrial, Universidad Industrial de Santander.
Especialista en Gerencia de la Producción, Universidad Industrial de Santander.
Especialista en Gestión de la Producción, la Calidad y la Tecnología, Universidad Politécnica de Madrid.
Magíster en Informática, Universidad Industrial de Santander.
Doctor Ingeniero Industrial, Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona – España).
Profesor Titular de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad

Industrial de Santander y Vicerrector Administrativo de la Universidad Industrial de Santander.
jcamacho@uis.edu.co
Libros:

- Camacho, Jaime Alberto, Costos para la gerencia: *un enfoque administrativo,* Ediciones UIS. Bucaramanga, 1993.
- Escorsa, Pere; Camacho, Jaime Alberto, "Industrial Policy of Providing Support to Clusters: The Case of the Basque Country", en *Knowledge Flows and Sociotechnical Constituencies,* Edward Elgar Publishing, 2000.
- Camacho, Jaime Alberto y Pradilla, Humberto, Incubadora de Empresas de Base Tecnológica, *Mecanismo de política y de gestión tecnológica,* Ediciones UIS, Bucaramanga, 2002.

Luis Eduardo Becerra Ardila

Ingeniero Industrial, Universidad Industrial de Santander.
Especialista en Gestión Tecnológica, Universidad Industrial de Santander.
Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Industrial de Santander.
Magíster en Administración, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – Universidad Autónoma de Bucaramanga.
Profesor Auxiliar Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander.
lbecerra@uis.edu.co

Piedad Arenas Díaz

Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander.
Especialista en Gerencia de la Producción, Universidad Industrial de Santander.
Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Industrial de Santander.
Profesora Asistente, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander.
parenasd@uis.edu.co

Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Álvaro Zerda Sarmiento

Economista, Fundación Universidad Central, FUC.
Maestría en Economía, Universidad Nacional de Colombia.
Doctorado en Economía, Universidad Nacional de Colombia.
Profesor Asociado, Facultad de Economía, Universidad Nacional de Colombia.
azerda@sky.net.co
Libros:

- Zerda, A. (1992), *Apertura, nuevas tecnologías y empleo,* Fescol.
- Zerda A. (1993), *Innovación tecnológica empresarial y funcionamiento del mercado de trabajo industrial, Proyecto Col./90/077,* Prealc, OIT, Mintrabajo, enero, Bogotá.
- Zerda A. (1995), *Cambio técnico y funcionamiento del mercado de trabajo industrial: análisis de la segunda etapa, encuesta a establecimientos, Proyecto Col./90/007,* Organización Internacional del Trabajo, septiembre.
- Zerda, A. (2001), *Sistemas de Seguros de Salud y acceso a medicamentos,* OPS/OMS, Vol. 1.

Diógenes Alexander Garrido Ríos

Ingeniero Industrial de la Universidad Distrital "Francisco José de Caldas".
Candidato a Magíster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia.
alexander_garrido@hotmail.com

Wilson Nova Ruiz

Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia.
Estudiante Maestría en Ciencias Económicas.
wilson_nova@terra.com.co

Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales

Luis Arturo Rosado Salgado

Economista de la Universidad Nacional.
Magíster en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional.
Docente de tiempo completo, Departamento de Administración, Universidad Nacional sede Manizales.
lrosado@nevado.manizales.unal.edu.co
Libros:

- Luis Rosado (2002), *Microeconomía y productividad, rendimientos crecientes e información imperfecta,* Universidad Nacional, Edigráficas, Manizales.

Universidad del Norte

Claudia Da Cunha Tcachman

Ingeniera Industrial, Universidad del Norte.
Especialista en Gestión Industrial, Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
Candidato a Doctor en Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
Directora de Extensión y Proyección Social de la Universidad del Norte.
cdacunha@uninorte.edu.co

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Dolly Yazmín Camacho Corredor

Economista, Universidad Santo Tomás de Aquino.
Doctora en Ciencias Económicas, Universidad de Barcelona, España.
Profesora Titular de la Escuela de Administración de Empresas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).
dollyyazmín@hotmail.com

Jorge Humberto Saavedra

Ingeniero Metalúrgico, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).
Especialista en Siderurgia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).
Candidato a Maestría en Metalurgia y Ciencia de los Materiales, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).
Profesor Titular Escuela de Metalurgia y Coordinador Grupo de Investigación en Materiales Siderúrgicos, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).
jsaavedra@tunja.uptc.edu.co

Universidad de la Sabana

Álvaro Turriago Hoyos

Economista de la Universidad del Rosario.
Doctorado en Economía de la Universidad de Navarra, Pamplona, España.
Profesor Asociado y Jefe del Área de Economía y Finanzas, Universidad de la Sabana.
alvaro.turriago@unisabana.edu.co
Libros:

- *Temas de innovación tecnológica,* Colección Investigación-Docencia, Universidad de la Sabana, 1998.
- *Gerencia de la innovación tecnológica,* Colección Guías Empresariales, Revista Cambio, *2002.*

César Augusto Bernal Torres

Economía con énfasis en Administración de Empresas, de la Universidad Santo Tomás.
Psicólogo de la Universidad Santo Tomás.
Magíster en Educación, de la Universidad de la Sabana.
Director Convenios Especiales de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de la Sabana y Docente de la Facultad de Contaduría Pública de la Universidad Santo Tomás y del Programa de Maestría en Administración de Empresas de la Universidad de La Salle.
cesar.bernal@unisabana.edu.co, bernalml@hotmail.com

Libros:

- *Metodología de la investigación para ciencias económicas y administrativas*, Bogotá, Editorial Pearson, 2000.

Mario Ernesto Martínez Avella

Ingeniero en Transportes y Vías de la UPTC.
Magíster en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes.
Certificado en Technology Management por el European Institute for Advanced Studies in Management y el Politécnico di Milano.
Jefe del Área de Administración de Operaciones y Coordinador Académico de las Especializaciones. Profesor Asociado e Investigador de la Universidad de la Sabana y Profesor de cátedra para la Maestría en Administración de Empresas de la Universidad Nacional de Colombia.
mario.martinez@unisabana.edu.co
Libros:

- *Ideas para el cambio y el aprendizaje en la organización: una perspectiva sistémica*, Editorial Universidad de la Sabana, Bogotá, noviembre de 2002.

Néstor Alexánder Jiménez Herrera

Ingeniero Industrial, Universidad de los Andes.
Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes.
Asistente Administrativo, Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes.
n-jimene@uniandes.edu.co

Rafael Guillermo Ricardo Bray

Licenciado en Filosofía de la Universidad de San Buenaventura.
Magister en Administración Educacional de la Universidad del Valle.
Master of Arts de la University of Chicago.
Certificate of advanced studies in administration de la University of Chicago.
Profesor asociado, Universidad de la Sabana.
rafael.ricardo@unisabana.edu.co
Libros:

- Ricardo Bray, Rafael Guillermo, *Integración entre teoría y práctica en la formación de administradores educacionales*, Cali, Facultad de Educación, Universidad del Valle, 1987.
- Ricardo Bray, Rafael Guillermo; Bustos Olarte, Fabio; Julio Ortiz, Víctor, *Unidades de planeación educativa regional. Situación y perspectivas*, Cali, Universidad del Valle, Facultad de Educación, 1987.

Presentación

El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología es un centro de investigación cuyo objeto de estudio es la actividad de ciencia y tecnología en Colombia. Saber si se genera y adapta conocimiento en el país, quién lo hace, dónde lo hace, con qué recursos cuenta, qué produce, quién lo financia, cómo circulan sus resultados, con quién tiene relaciones, qué impacto produce en la sociedad si es que lo produce, etc., son las grandes preguntas que inspiran la labor del Observatorio. A medida que se van construyendo las respuestas, va delineándose lo que llamamos el Mapa del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: una carta que relaciona toda la información primaria sobre la ciencia y la tecnología en nuestra nación y permite construir sobre ella información agregada, con valor estratégico, para la toma de decisiones sobre nuestro desarrollo.

Dentro de las actividades de ciencia y tecnología, una muy importante para la vida de la nación es la que tiene que ver con la innovación tecnológica. Aunque estrictamente, la innovación no se reduce a lo que rigurosamente se llama "ciencia y tecnología", las relaciones entre estos dos ámbitos sí son fortísimas e innegables.

La innovación tecnológica, la incorporación del conocimiento a la producción empresarial, para aumentar el nivel de satisfacción del cliente, la productividad de la empresa, el tipo de servicios ofrecidos, la capacidad exportadora, el bienestar de los empleados y tantos otros factores que, combinados, componen eso que llamamos la "competitividad", es, sin duda, uno de los caminos más importantes a través de los cuales la ciencia, la tecnología, la creatividad y el ingenio logran un impacto en la sociedad. Por eso es fundamental para el Observatorio conocer la forma en que las empresas colombianas innovan, cuando lo hacen.

La tarea no es fácil: la información está regada en muchas fuentes, rara vez completas y actualizadas, que utilizan términos distintos para referirse a lo mismo, o términos iguales para denominar diferentes cosas. No hay un acuerdo claro sobre qué es una actividad innovativa, ni sobre cuáles son los indicadores que la precisan, y aunque los países de la OCDE, hace algo más de una década, lograron un acuerdo básico de indicadores de innovación, que se conoce como el Manual de Oslo, su uso en nuestro medio, tan distinto

del de la OCDE, hizo necesaria una adaptación. Publicado por el Observatorio y por la RICYT, el Manual de Bogotá comienza a convertirse en estándar para el análisis de la innovación tecnológica en nuestro continente. Pero no sólo es difícil la tarea por la falta de criterios suficientemente estructurados. También lo es por la falta de cifras.

El único ejercicio grande que se ha hecho en Colombia para medir la innovación tecnológica empresarial fue hecho en 1996: la Primera Encuesta de Desarrollo Tecnológico. La segunda se está preparando, pero apenas va por la etapa piloto, que culminó el Observatorio en mayo de 2003. Los datos de 1996 sugirieron la existencia de muchas empresas innovadoras, pero de la estadística general —especialmente cuando es apenas un primer ensayo— a la realidad casuística hay un gran terreno. Por eso se inició este proyecto, en el cual el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología lideró a un grupo en el que participaron investigadores de diez universidades del país, para analizar estudios de caso puntuales de empresas innovadoras. El propósito era entrar a fondo en la vida de estas empresas, para ver cómo se ve, en lo cotidiano, en sus cifras, en sus sueños, en sus resultados, su esfuerzo innovador. Los resultados se presentan en este volumen.

El primero y más importante de ellos fue la constitución de la *Red de Estudio sobre la Innovación*. Todos los participantes hemos coincidido en que el haber logrado la integración de este grupo de investigadores de universidades públicas y privadas de varias regiones del país es un logro admirable, que hay que preservar. Buscaremos darle continuidad a la Red.

El segundo gran logro es el desarrollo de conceptos para el análisis de la innovación, que aprovechan gran parte de la literatura universal, además de los esfuerzos de los Manuales de Oslo y Bogotá y los resultados de la Primera Encuesta, pero que en el debate en los talleres, en la elaboración cotidiana, en la confrontación con lo encontrado en las empresas y en la discusión con quienes laboran en ellas se fue puliendo y perfilando, dándonos herramientas mejor adaptadas a nuestro contexto.

Un tercer logro importante fue el diálogo que se logró establecer con los empresarios, ingenieros y personal de las industrias analizadas. La presencia de profesores y estudiantes universitarios en el proyecto, que pasaron muchas horas en las plantas de producción dialogando con el personal de las empresas, generó una ganancia que nos permitió hacer el trabajo y que incidirá en la calidad de la docencia sobre estos temas en las universidades que participaron. Finalmente, están los trabajos de caso en sí mismos: el objetivo que nos congregó.

Esperamos que este volumen ayude a los empresarios que participaron y a los demás a ver la vida de entidades colombianas que han desarrollado esa tarea indispensable para la supervivencia en el mundo contemporáneo, globalizado y del ALCA, que es la innovación. Esperamos que sirva a docentes y estudiantes universitarios para profundizar en el tema. Esperamos que sirva también a los gremios de la producción para apoyar a sus afiliados y estudiar este tema esencial. A nosotros nos sirvió para adelantar en la importante tarea de

construcción del Mapa del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, uno de cuyos componentes importantes es el Sistema Nacional de Innovación, y para aprender mucho sobre el funcionamiento de algunas muy interesantes empresas colombianas. Valga la oportunidad para agradecer a todas ellas.

Bogotá, julio de 2003
José Luis Villaveces Cardoso
Director
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Introducción

*Álvaro Zerda Sarmiento**
*Florentino Malaver Rodríguez***
*Marisela Vargas Pérez****

El presente estudio se inscribe dentro de una serie de trabajos que tuvieron su inicio en los años 90 y que tienen en común la preocupación por la innovación industrial en Colombia. Su contenido es fruto de una reflexión del grupo de investigadores sobre la relación que se puede establecer entre la teoría existente sobre la innovación y su aplicabilidad en Colombia.

Como es bien sabido, el grueso de la reflexión teórica sobre la ciencia y la tecnología ha sido elaborado por pensadores de los países desarrollados. Si bien tales contenidos pretenden tener validez universal en tanto corresponden, en este caso particular, a la manera como se comportan las empresas en un ambiente de mercado más o menos competitivo, cuando se trata de contrastarlos con la realidad de los países en desarrollo, PED, se encuentran distancias notorias.

Esas distancias varían en función del enfoque teórico sobre el cambio técnico que se utilice. Cuando se trata del pensamiento dominante, el neoclásico, para el cual la tecnología es un bien público (disponible para todos los participantes de una industria) y el único papel de *la* empresa (representativa de *todas* las demás) es elegir la combinación de técnicas que se adapta a su presupuesto, las recomendaciones metodológicas sugieren que se defina una función de producción. Al contrario, para enfoques heterodoxos en los cuales la empresa es algo más que la simple combinación de capital y trabajo, la tarea es más compleja, pues también se miran los actores sociales, sus motivaciones y prácticas. El primer modelo requiere de esfuerzos simplificadores de la realidad por medio de la formalización matemática. El

* Ph.D. y magíster en Economía de la Universidad Nacional, economista de la Universidad Central y administrador de empresas de la EAN.
** Magíster en Economía de la Universidad Nacional, economista de la UPTC y profesor investigador de la Pontificia Universidad Javeriana.
*** Economista e ingeniera industrial de la Universidad de los Andes, investigadora del OCyT.

segundo, de esfuerzos complejizadores por medio de la observación directa. Es claro que uno y otro enfoque tienen fortalezas y debilidades. Entonces, se requiere construir perspectivas conceptuales que traten de utilizar lo mejor de uno y otro, tal como lo sugieren varios autores, entre ellos Fagerberg (1994), Dosi (1988), David (1996), Freeman (1988).

Como señalan Rodrigo Arocena y Judith Sutz, acerca de los planteamientos evolucionistas de Nelson y Winter (1982), es necesario mirar las condiciones concretas de los PED cuando de aplicar las teorías se trata (Arocena y Sutz, 2001), lo cual incluso puede potenciar la capacidad explicativa de esas teorías. Para el marco institucional, los patrones de comportamiento de los actores, presentes en los PED, son específicos a un sistema de mercado e institucional idiosincrático, amén de las diferencias en dotación de factores con relación a la existente en los países desarrollados.

En este contexto, las especificidades del subdesarrollo imponen a los actores sociales unas condiciones particulares relacionadas con la accesibilidad a recursos, entre ellos la misma información; también, el desarrollo de variados niveles de confianza entre los actores y con respecto a las instituciones que los enmarcan. La escasa trayectoria dentro de relaciones de mercado y de prácticas empresariales conlleva una precaria información acerca de los procesos internos a las organizaciones, donde es casi nula la sistematización y documentación de experiencias, vale decir, la formalización de los procesos. Esto hace que los modelos de gestión tecnológica sean predominantemente empíricos y casuales, casi siempre en cabeza del gerente-propietario.

Por tales razones, cuando se busca contrastar los modelos teóricos generales sobre la innovación y sus procesos en empresas como las colombianas, el investigador se encuentra ante la necesidad de adecuar el marco y la práctica de la investigación. En esas condiciones lo más indicado sería aplicar un método etnográfico, de convivencia temporal en el seno empresarial mismo.

La limitación de recursos también juega aquí, pero de lado del investigador, ya que la aplicación de dicha metodología implicaría contar con tiempo y condiciones mayores a las habitualmente disponibles en el medio. Ante esa situación, los "estudios de caso" constituyen una alternativa "decorosa" frente a las encuestas transversales, aplicadas usualmente en los estudios sobre innovación.

La razón para ello radica en que el análisis realizado a partir de encuestas aplicadas a empresas permite levantar una información valiosa en sí, pero de tipo general sobre sus prácticas y tendencias con respecto a la innovación tecnológica. Estas permiten elaborar descripciones del bosque, pero no observar la complejidad de los árboles. El bosque corresponde a lo que se denomina "el sector" (empresarial, industrial, etc.) y los árboles serían las empresas, sus empresarios, y sus prácticas. Más complicado aún, el bosque que se obtiene de los estudios transversales es, por lo general, desfigurado o muy borroso, ya que se construye a partir de una serie de preguntas puntuales (codificables) a los empresarios o sus funcionarios, cuyas respuestas, como es apenas normal, están construidas desde su "ideario" acerca del fenómeno encuestado. Muchas veces ese ideario es vago e impreciso;

algunas veces las respuestas del encuestado también corresponden a su afán, apenas lógico, de posicionar bien a su organización dentro de la encuesta y dentro del universo que esta pretende describir.

Aunque con las naturales diferencias, los resultados de los estudios acerca de la innovación adelantados en Colombia durante la década de los 90 condujeron a la definición de un camino similar al señalado arriba, esto es, a la realización de estudios de caso, como un mecanismo válido y necesario para profundizar en el conocimiento de los procesos de innovación arrojados por las encuestas industriales (Zerda 1993, 1995; Durán, *et al.*, 1998, 2000). Esos estudios se inscribieron dentro de un proceso más amplio: la creación del Sistema Nacional de Innovación en 1994, con el cual se desplazó la atención centrada casi exclusivamente en la oferta de ciencia y tecnología hacia su utilización productiva, hecho que ubicó a las empresas y a las innovaciones en el centro de la preocupación, de los esfuerzos y logros de dicho sistema.

Como parte de esos esfuerzos por desarrollar la innovación en el país, se iniciaron una serie de estudios orientados a diagnosticar su situación. Entre ellos se destaca la Encuesta de Desarrollo Tecnológico, EDT, realizada en 1996. Con ella fue posible caracterizar los esfuerzos e innovaciones alcanzadas por las empresas industriales colombianas; también se identificaron las diferencias existentes entre empresas por tamaños, grados de innovación, sectores industriales y regiones geográficas[1]. El análisis de la información mostró, además, cómo el Manual de Oslo (OCDE, 1996)[2], que alimentó el marco conceptual y metodológico empleado en la EDT, resultaba limitado para medir la innovación en los contextos tecnológicos de los PED, pues su conceptualización caracteriza a las empresas de los países desarrollados y desconoce particularidades tales como la alta heterogeneidad tecnológica de las empresas, la informalidad y las diversas vías seguidas, no necesariamente proyectos de I+D, por medio de las cuales se obtienen las innovaciones comunes en ellos (Durán, *et al.*, 1998).

Debido a lo anterior y, a pesar de la amplia aceptación de las definiciones del Manual de Oslo, estas han recibido críticas especialmente desde la perspectiva evolucionista del cambio tecnológico (Nelson y Winter, 1982, 2000, y Nelson y Sampat, 2001). Las críticas argumentan que muchas mejoras incrementales y acumulativas en productos o en procesos de producción pueden catalogarse como innovaciones que, además, son determinantes de las trayectorias tecnológicas de las empresas.

A partir de allí surgió la necesidad de ampliar los conceptos y metodologías existentes, de forma que dieran cuenta de las especificidades del cambio tecnológico en los PED y permitieran elaborar indicadores de ciencia y tecnología más útiles para la toma de decisiones de política y la comparación internacional de los resultados.

---

[1] Estos resultados han sido presentados en tres informes: DNP – Colciencias (1997); Durán et al., (1998), y Durán et al., (2000).

[2] Documento guía para la realización de encuestas sobre desarrollo tecnológico a nivel de empresa en los países de la OECD.

Esta situación propició tres procesos: i) dio origen a una clasificación de las empresas según su grado de innovación, en la cual se tienen en cuenta los criterios sugeridos por la OCDE para efectos de los análisis comparativos pero, al mismo tiempo, se consideran las particularidades de los PED en materia de innovación[3]; ii) las inquietudes frente al Manual de Oslo dieron lugar a la elaboración del Manual de Bogotá (Jaramillo, *et al,* 2000), el cual propuso lineamientos conceptuales y metodológicos para medir las actividades de innovación en empresas de Latinoamérica y el Caribe; iii) los interrogantes surgidos de los análisis de la EDT sugirieron la elaboración de estudios de caso para profundizar en los procesos de innovación, pues en la encuesta no se indagó en el papel de la innovación como mecanismo para alcanzar la competitividad, ni fue posible establecer qué factores internos y externos afectan su implementación, ni su impacto.

En concordancia con la situación descrita, la investigación que aquí se presenta tiene como objetivo central caracterizar los procesos de innovación en términos de los rasgos que los perfilan; el papel de la innovación en la estrategia —competitiva— empresarial; los factores que la posibilitan o impiden; y su impacto en la empresa. Un objetivo paralelo, de igual importancia, y en el que más se ha avanzado, es en la conformación de una red de investigación sobre esta problemática, la *Red de Estudio sobre la Innovación*, la cual se halla integrada, en principio, por el equipo de investigación del presente estudio.

Los investigadores de la Red pertenecen a diez de las más importantes universidades del país: la Pontificia Universidad Javeriana; la Universidad de los Andes; la Universidad del Cauca; la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, UDCA; la Universidad Industrial de Santander; la Universidad Nacional de Colombia, sedes Bogotá y Manizales; la Universidad del Norte; la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC; y la Universidad de la Sabana; y al Observatorio de Ciencia y Tecnología, OCyT[4]. Cabe destacar que para la realización del estudio y para la publicación de sus resultados se contó con el auspicio de Colciencias.

Además de los objetivos específicos perseguidos y de los resultados aquí presentados, el proyecto aspira también a contribuir en la definición de un marco teórico y metodológico concordante con la realidad industrial colombiana, así como con la caracterización y medición de los procesos de innovación. También pretende aportar a la consolidación de la Red en mención y a los análisis sobre la innovación en Colombia, activo

---

[3] Esa clasificación consta de cuatro categorías: empresas innovadoras en sentido estricto, innovadoras en sentido amplio, potencialmente innovadoras y no innovadoras. Al respecto puede consultarse a Durán, *et al.,* (1998).

[4] Aunque los investigadores de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales y la Universidad del Norte participaron a lo largo de todo el proceso, dificultades encontradas en la elaboración de los estudios de caso correspondientes, impidieron su inclusión en la presente publicación. De esta forma, los estudios de caso: *Promociones Industriales S.A.*, elaborado por Lida Artunduaga; *Interman S.A.*, realizado por Adriana Bernal y Wilson Nova, y *Productos Unidos Ltda.*, elaborado por Claudia Da Cunha, constituyen Documentos de trabajo que pueden ser consultados en el OCyT.

que se debería desarrollar en el futuro con miras a fortalecer la endogenización social del tema mediante la docencia y la investigación en las universidades colombianas.

Para el logro de los objetivos propuestos en el estudio se seleccionaron dos cadenas industriales y algunas empresas pertenecientes a ellas. Para la selección de las cadenas se definieron dos criterios: i) el comportamiento económico, medido a través de la dinámica de la producción, el valor agregado y las exportaciones, y ii) el desempeño tecnológico, evaluado por medio de la dinámica de innovación, medida en términos de actividades y resultados de innovación. El análisis realizado con estos criterios condujo a la selección de la cadena metalúrgica-metalmecánica y de la cadena petroquímica-plásticos, a las cuales pertenecen los estudios de caso realizados.

Como criterios de elección de las empresas-caso se definieron la pertenencia a cualquiera de las dos cadenas seleccionadas, la cercanía a las regiones geográficas en las que laboran los investigadores y, como condición sine qua non, tener innovaciones identificadas.

Los resultados de la investigación se recogen en las tres partes que constituyen esta obra. La primera parte presenta el marco teórico y metodológico que guió el estudio; la segunda, el estudio sectorial sobre la cadena metalúrgica-metalmecánica y los resultados de los respectivos estudios de caso realizados; la tercera, recoge el estudio sectorial sobre la cadena petroquímica- plásticos y los correspondientes estudios de caso. Esta obra finaliza con las conclusiones generales del estudio y algunos desafíos para futuros trabajos de investigación.

Referencias

AROCENA, R. y SUTZ, J. (2001), "Revisiting Nelson and Winter from the South: 'learning by solving' in underdeveloped countries". Paper submitted to the Druid's Summer Conference 2001 honouring Nelson and Winter's book "An Evolutionary Theory of Technical Change".

DAVID, P. (1996), "Rethinking Technology Transfers", *CEPR*, Publication No. 478, Stanford University.

DNP – Colciencias (1997), *Panorama de la innovación tecnológica en Colombia*, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá.

DOSI, G., *et al.* (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Londres y Nueva York, Printer Publishers.

DURÁN, X.; IBÁÑEZ, R.; SALAZAR, M.; VARGAS, M. (1998), *La innovación tecnológica en Colombia: Características por tamaño y tipo de empresa*, Bogotá, Departamento Nacional de Planeación.

DURÁN, X.; IBÁÑEZ, R.; SALAZAR, M.; VARGAS, M. (2000), *La innovación tecnológica en Colombia: Características por sector industrial y región geográfica*, Bogotá, OCyT.

FAGERBERG, J. (1994), "Technology and International Differences in Growth Rates", en *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXII, September.

FREEMAN, Ch. y PEREZ, C. (1988), "Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour", en G. Dosi, *et al.*, *op. cit.*

JARAMILLO, H.; LUGONES, G., y SALAZAR, M. (2000), *Manual para la normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá*, OEA/RICYT, Bogotá, Tres Culturas Editores Ltda.

NELSON, R. y WINTER, S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge.

NELSON, R. y WINTER, S. (2000), "En busca de una teoría útil de la innovación", en *Cuadernos de Economía*, Vol. XIX, N° 32, Bogotá, Universidad Nacional.

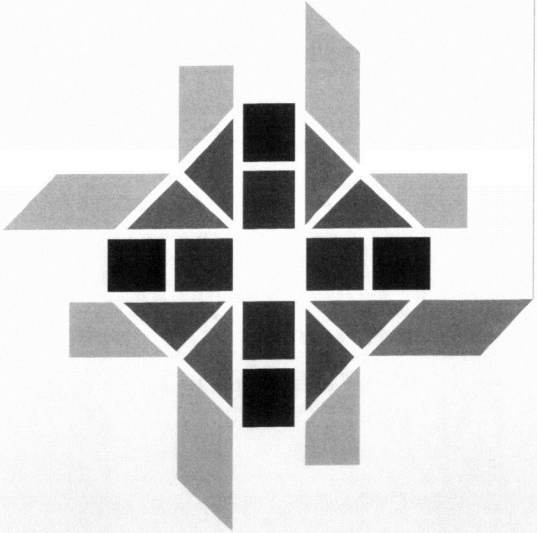
NELSON, R. y SAMPAT, B. (2001), "Las instituciones como factor que regula el desempeño económico", en *Economía Institucional*, N° 5, Bogotá, Universidad Externado, segundo semestre.

OECD (1996), *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual*, París, OECD.

ZERDA, A. (1993), *Innovación tecnológica empresarial y funcionamiento del mercado de trabajo industrial*, Proyecto Col./90/077, Prealc, OIT, Mintrabajo, enero, Bogota.

ZERDA A. (1995), *Cambio técnico y funcionamiento del mercado de trabajo industrial: análisis de la segunda etapa, encuesta a establecimientos*, Proyecto Col./90/ 007 Organización Internacional del Trabajo, septiembre.

Parte I



Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación*

*Florentino Malaver Rodríguez***
*Marisela Vargas Pérez****

En las líneas que siguen se efectúa una breve descripción de los marcos analítico y metodológico que guiaron los estudios de casos sobre la innovación en el sector manufacturero colombiano. En primer término, se presenta el proceso que se siguió para la definición de los objetivos y alcances del estudio, dada la naturaleza del equipo de investigación, esto es, una red de investigación en conformación. En segundo término, se efectúa una breve descripción del marco teórico, y finalmente se expone el marco teórico operacionalizado.

El proceso de definición de los objetivos del proyecto en el marco de una red de investigación en construcción

El proceso de construcción del marco analítico comenzó con la búsqueda del consenso en torno al objetivo general del proyecto. Inicialmente el grupo se propuso estudiar la innovación como un componente fundamental y un resultado de las capacidades tecnológicas existentes al interior de las empresas. Sin embargo, pronto se concluyó que desde esta perspectiva las capacidades tecnológicas se constituirían en el núcleo del estudio. Esto originó un amplio debate que llevó al grupo a optar por la innovación como el centro del proyecto.

Esta decisión condujo a la formulación del problema, del marco analítico y de las hipótesis, en los cuales el centro del estudio era la descripción y caracterización de los

---

* El presente marco teórico y metodológico se nutrió de la revisión teórica y de las discusiones adelantadas por el grupo de investigación en la fase inicial del proyecto.

** Magíster en Economía de la Universidad Nacional, economista de la UPTC y profesor investigador de la Pontificia Universidad Javeriana.

*** Economista e ingeniera industrial de la Universidad de los Andes, investigadora del OCyT.

procesos de innovación, pero ésta hacía parte de una tríada conformada por el análisis conjunto de la innovación, sus determinantes e impactos. Bajo esta formulación las hipótesis correspondían a un estudio del tipo causa-efecto, más característico de las ciencias duras, de relaciones entre las variables de tipo determinístico y comprobables econométricamente, que de entrada reñía con el estado del conocimiento sobre los procesos de innovación en Colombia, la naturaleza y alcances de los estudios de caso y, sobre todo, con el proceso apenas en ciernes de conformación de la Red y la natural heterogeneidad de sus miembros.

En razón de lo anterior, en el marco del Segundo Encuentro Nacional de Investigadores[1] se perfiló lo que a la postre sería el marco analítico y metodológico definitivo del proyecto. En esta nueva y definitiva reformulación del estudio, el objetivo central sigue siendo la identificación de los rasgos que caracterizan los procesos de innovación en las empresas manufactureras del país. Otra preocupación es establecer si la innovación es el resultado de procesos deliberados, inscritos en el marco del desarrollo de estrategias formales o, si, por el contrario, es consecuencia de un proceso de conformación emergente. Una tercera preocupación, relacionada con el objetivo anterior, es establecer el papel que juega la innovación en la empresa y, en particular, si este es un papel estratégico o no, es decir, si es un componente central, o si es la fuente de sus ventajas competitivas.

En concordancia con la redefinición del proyecto, se buscó adecuar el tratamiento de los referentes teóricos a un nivel de desarrollo coherente con sus objetivos finales y el grado de consolidación de la Red conformada por los miembros del grupo investigador. De esta forma, después del objetivo central del estudio, la consolidación de la Red adquiere un papel preeminente para el estudio.

En estas condiciones, para establecer si la innovación juega un papel central en la competitividad de la empresa, ésta se juzga en el marco de un análisis de las capacidades tecnológicas de la empresa que, al ser estratégico, se considera como un componente fundamental del análisis de sus capacidades competitivas, pero, y es la consideración más importante con relación a la breve descripción que sigue del marco analítico, el análisis de estas capacidades solo tiene por fin aportar elementos para la caracterización de la innovación; no constituye el foco del estudio y, por lo tanto, no se ahonda en ellas.

Marco teórico

En función de los objetivos del proyecto, en particular, identificar el papel de la innovación en la empresa, se formuló un marco teórico que permite establecer el contexto en el cual se realiza, para facilitar su caracterización, establecer su sentido y alcances, así como su impacto, especialmente en términos de la competitividad de la organización. Para tal fin, en la primera parte del marco analítico se efectúa una breve descripción del llamado proceso estratégico

[1] Este se celebró el 21 y 22 de octubre de 2002 en la Pontificia Universidad Javeriana, y a él asistieron los participantes en el proyecto.

que conduce a establecer las capacidades competitivas de la empresa. En la segunda, se brinda el marco para determinar si las capacidades tecnológicas y, específicamente, la innovación, cumplen un papel estratégico en la determinación de las fortalezas de la empresa para competir. En la tercera parte se expone el marco para analizar tanto las capacidades como la gestión de la tecnología en las empresas, vistas estas desde una perspectiva funcional. Presentado el marco para estudiar el contexto de la innovación, en la cuarta parte se ofrecen tanto el enfoque como los conceptos básicos sobre la innovación utilizados en el estudio con miras a su caracterización. Finalmente, en la quinta parte se hacen explícitos los elementos utilizados para profundizar en la indagación sobre el impacto de la innovación en la empresa.

El análisis estratégico y la identificación de las capacidades competitivas de la empresa

Para la identificación de las capacidades competitivas de las empresas estudiadas se acude en el presente estudio a los aportes del direccionamiento estratégico, al denominado enfoque de los recursos y las capacidades, y a la perspectiva evolucionaria del cambio técnico. El direccionamiento estratégico, de amplia difusión en años recientes[2], se ocupa del proceso estratégico; éste está conformado por una etapa de diagnóstico, en la cual se contrastan las exigencias provenientes del ambiente externo con las condiciones existentes en la empresa; el balance arrojado por ese análisis permite pasar a la etapa de la decisión, o de formulación estratégica; por último, se llega a la etapa de implementación y evaluación de los resultados.

Las formulaciones estratégicas operan en tres niveles: corporativo, competitivo y funcional (Johnson y Scholes, 2001). En el presente estudio los análisis se focalizan, por una parte, en el nivel competitivo, en la medida en que éste permite establecer la posición relativa (competitiva) de la empresa en el(os) mercado(s) en que actúa y, por otra, en el nivel funcional, con el fin de identificar el papel estratégico de la innovación, es decir, su contribución a la competitividad de la empresa.

Con relación al análisis competitivo debe advertirse que en general ha ganado consenso el planteamiento de Porter (1987) en el sentido de que las empresas juegan a generar ventajas competitivas en sus mercados y que existen tres estrategias genéricas para lograrlo: alcanzar ventajas de costos, de diferenciación o de enfoque. Aquí se asume que, como genéricas sólo se pueden considerar las dos primeras, pues la focalización en algún segmento del mercado, con el fin de generar un nicho en el mismo, se puede lograr por cualquiera de las otras dos.

En los dos casos, el principal objetivo perseguido por la empresa, con la consecución de una ventaja competitiva, es obtener rendimientos extraordinarios, superiores a los que en

[2] Al respecto puede consultarse los textos, ampliamente difundidos en el país, de Hitt, et al. (1999), Johnson y Scholes (2001), Thompson (1999), Hill y Jones (1996).

promedio ofrece el mercado (Jarillo y Martínez, 1992)[3]. Porter (1987) argumenta que las ventajas competitivas vía costos constituyen una vía difícil para alcanzar este propósito pues, si una empresa juega a ser eficiente, aumentando su productividad o reduciendo sus costos, lo más probable es que otras firmas la imiten y superen y, debido a esto, los ganadores serán los consumidores finales; por ello, la única manera de lograr las ventajas competitivas es a través de una diferenciación estratégica, estructural y difícilmente imitable. En general, lo más probable es que a lo largo del tiempo y dependiendo de las condiciones externas e internas puede predominar una u otra estrategia como forma de conseguir mejores resultados competitivos en el mercado.

Un diagnóstico competitivo típico

En general, en un diagnóstico estratégico convencional primero se realiza un análisis del entorno y para el efecto éste se divide en tres[4]: i) el entorno global, constituido por las condiciones macroeconómicas de la economía, por factores sociales y culturales, por condiciones políticas y regulatorias, así como tecnológicas, las cuales son analizadas en función de su influencia sobre la dinámica del mercado en cuestión; ii) el entorno industrial, que estudia la posición de la empresa frente al poder de presión de cinco fuerzas (los proveedores, los clientes, los productos sustitutos, los competidores potenciales y el grado de rivalidad que existe en el mercado); iii) el mercado específico, en el cual se despliega el juego competitivo de los competidores directos de la empresa, con el fin de obtener preferencias del consumidor y de generar ventajas competitivas frente a sus rivales.

Después de diagnosticar el entorno se analizan las condiciones internas de la empresa con el fin de identificar sus fortalezas y debilidades relativas (frente a la competencia) y, en particular, aquellos recursos y capacidades que le proporcionan a sus productos (sean estos bienes o servicios) atributos que los hagan mejores que los ofrecidos por sus competidores.

Los recursos se definen como los insumos del proceso de producción; entre ellos se encuentran el equipo, las habilidades de cada empleado, las patentes, las finanzas (Hitt, *et al.*, 1999). Estos recursos por sí solos no crean ventajas competitivas y su valor estratégico está determinado por el grado en que pueden contribuir a la generación de fortalezas únicas (capacidades distintivas) y al logro de una ventaja competitiva (Rangone, 1999).

Las empresas cuentan con recursos tangibles e intangibles. Mientras los tangibles son activos físicos y medibles, los intangibles son cualitativos, específicos de la empresa, difíciles de medir y transferir. En términos generales, los recursos tangibles se clasifican en recursos físicos, humanos, organizacionales y financieros. Entre los recursos intangibles se

---

[3] Autores como Hitt, *et al.* (1999), consideran que la empresa logra sus objetivos estratégicos cuando alcanza en el mercado rendimientos superiores a los que le ofrecería la dedicación de sus recursos a usos alternativos.

[4] Al respecto pueden consultarse los textos mencionados: Hitt, *et al.* (1999), Johnson y Scholes (2001), Thompson (1999), Hill y Jones (1996).

encuentran la reputación de la empresa y los tecnológicos vinculados a la innovación, y que corresponden a bases de datos, programas, derechos de propiedad intelectual, patentes, marcas registradas y derechos reservados, conocimientos prácticos, redes de trabajo, cultura de la organización, características de comportamiento, entre otros. Los recursos intangibles, en comparación con los tangibles, son una fuente superior y poderosa de capacidades distintivas y de generación de ventajas competitivas.

Las capacidades se configuran a partir de la agrupación de recursos tangibles e intangibles de la empresa para realizar alguna tarea o para lograr algún resultado específico. Estas representan la habilidad o aptitud de una empresa para combinar y aprovechar los recursos que ha integrado en forma intencional para lograr una condición deseada (Hitt, *et al.*, 1999). De acuerdo con la perspectiva evolucionista, las capacidades reúnen la base de conocimientos de una empresa adquiridos mediante largos procesos de aprendizaje informal y tácito, que adquieren fuerza y valor mediante la repetición y la experiencia acumulada. Estas se ponen en práctica y se condensan en los procesos productivos y en las rutinas en que se despliegan (Nelson y Sampat, 2001; Dussauge y Ramantsoa, 1992). Al depender de cómo se conforman los procesos al interior de las empresas, las capacidades son específicas a cada una de ellas, mientras que los recursos están en el flujo del mercado.

Las habilidades o capacidades distintivas constituyen el núcleo de las capacidades competitivas. Estas se crean por medio de una combinación única de recursos, específica, que le otorga a los productos de la empresa atributos que los hacen mejores para los clientes y por tanto se convierten en fuente de sus ventajas competitivas. En estas capacidades se encuentra la esencia de lo que hace que una empresa sea única por su habilidad para ofrecer productos con mayor valor para los clientes. De esta manera, las capacidades distintivas constituyen el núcleo de la selección de las estrategias y del comportamiento estratégico al permitirle a la empresa aprender a competir con base en su singularidad, en lo que la diferencia, y no solo con base en las características de la industria. Estas constituyen igualmente el foco de los análisis estratégicos, pues al indagar por las capacidades competitivas de la empresa, si bien se pueden identificar en los atributos que hacen mejores a los productos de la empresa, en realidad el análisis se debe concentrar en establecer qué recursos y capacidades las generan y tratar de establecer si en realidad constituyen o no capacidades distintivas.

En los análisis estratégicos se deben ante todo identificar capacidades distintivas (Tidd, 2000). De acuerdo con las características definidas por Barney (1991), para ser considerada como distintiva, una capacidad debe ser (Hitt, *et al.*, 1999):

- **Valiosa:** crea valor para una empresa al neutralizar los peligros o al aprovechar las oportunidades.
- **Rara:** un bajo número de los competidores o ninguno la poseen.
- **Insustituible:** no posee equivalentes estratégicos.
- **Costosa y difícil de imitar:** otras empresas no la pueden desarrollar con facilidad. Una capacidad puede ser costosa de imitar, primero, cuando se desarrolla gracias

a condiciones históricas únicas, por ejemplo la cultura; segundo, cuando sus causas y usos son inciertos; y tercero, cuando es causada por fenómenos sociales complejos.

Un instrumento útil para determinar cuáles de las capacidades de la empresa son distintivas es la cadena del valor, plantilla que las empresas utilizan para determinar su posición de costos e identificar los diversos medios que puede emplear para facilitar la puesta en práctica de la estrategia a nivel de negocios. La cadena del valor muestra la manera en que un producto se mueve desde la etapa de obtención de las materias primas hasta su entrega al cliente final. Esta se divide en actividades primarias y de apoyo (Porter, 1987). Las primeras se relacionan con la creación física de un producto, su venta y distribución y el servicio postventa. Las segundas ofrecen el respaldo necesario para que las actividades primarias tengan lugar. Ahora bien, cuanto mayor sea el tiempo que necesiten los competidores para entender la manera en que una empresa crea y capta el valor a través de la realización de actividades primarias y de apoyo, más sostenible será la ventaja competitiva que obtenga la empresa innovadora.

Una empresa debe considerar la posibilidad de subcontratar aquellas actividades primarias y de apoyo en las que no puede crear ni captar valor. *La subcontratación* es la compra a un proveedor externo de una actividad para crear valor. La razón principal por la cual la subcontratación se utiliza a menudo es que pocas empresas poseen los recursos y capacidades que se requieren para lograr la superioridad competitiva en todas las actividades primarias y de apoyo. Adicionalmente, al subcontratar actividades para las cuales carece de capacidad, la empresa se concentra por completo en aquellas áreas en las que puede crear valor. En síntesis, esta es una vía para optimizar su cadena de valor.

Las perspectivas de análisis estratégico y la tecnología

De acuerdo con Bueno y Morcillo (1996), los análisis estratégicos han pasado por dos fases en las cuales la tecnología juega un papel diferente: en la primera se enfatiza en el entorno externo a la empresa y, en la segunda, los análisis se centran en los aspectos internos y, más específicamente, en los recursos y capacidades con que cuenta la firma.

En la primera vertiente, denominada de la organización industrial (Hitt, *et al.*, 1999), y dentro de la cual se encuentran los planteamientos de Porter, los resultados económicos dependen del ambiente industrial en el que compite la empresa en la medida en que se parte del paradigma de estructura-comportamiento-resultado (Vélez, I.; Torres, S.; Aguilar, J., 2000). De esta forma, lo clave para la empresa es posicionarse en una industria atractiva y construir ventajas por medio de las economías de escala y el aumento de la concentración de la producción industrial, en la medida en que las empresas mejoran su posición competitiva y sus resultados vía poder de mercado.

Los análisis inscritos en esta perspectiva son proclives a considerar que las exigencias para las empresas provienen de los cambios del entorno, frente a los cuales estas deben

elaborar respuestas estratégicas; los resultados de estos procesos dan origen a la formulación de estrategias que en su operacionalización e implementación requieren de la variable tecnológica como una fuente de mejoría. De esta forma, la tecnología aparece al final del proceso, en su fase táctica, y en un papel de soporte funcional a los objetivos perseguidos (Bueno y Morcillo, 1996).

La segunda vertiente se centra en la parte interna de la empresa. Su preocupación central no es identificar si la industria es atractiva, sino estudiar el ambiente interno en búsqueda de capacidades distintivas. Esto es, en qué medida el desarrollo de recursos y capacidades únicas, es decir, no transables, valiosas para el mercado, difícilmente sustituibles e inimitables, le permite a la empresa obtener ventajas competitivas sostenibles y rentas superiores al promedio o monopólicas (Jarillo y Martínez, 1992). Así, la estrategia se basa en crear recursos y capacidades sobre los que se pueda tener un control monopólico. La sostenibilidad de la ventaja competitiva depende de tres elementos: el índice de obsolescencia de las capacidades distintivas debido a cambios en el entorno, la disponibilidad de sustitutos de las capacidades distintivas, y la facilidad de imitar estas capacidades. Por ello, solo cuando las empresas desarrollan un flujo continuo de ventajas frente a sus competidores logran ventajas competitivas sostenibles.

Bajo este enfoque, denominado de los recursos y las capacidades, la empresa se define como un conjunto de recursos, capacidades y aptitudes distintivas heterogéneas que interactúan. Las relaciones están determinadas por especificidades de tipo histórico, es decir, involucran conocimientos que son acumulados y apropiados a través del tiempo en procesos de aprendizaje específicos de cada empresa. Esto conduce a trayectorias singulares y a la construcción de capacidades únicas que no se pueden intercambiar en el mercado. De esta manera, cada empresa posee recursos y capacidades que otras no tienen o las tienen en combinaciones distintas.

Con el objetivo de explotar sus capacidades (o aptitudes) distintivas la empresa analiza el ambiente externo en búsqueda de oportunidades, identifica lo que debería hacer y lo contrasta con lo que podría hacer y que podría traducirse en innovaciones que le otorguen ventajas competitivas. Esto da origen a una reflexión estratégica que puede desembocar en el desarrollo de innovaciones que materialicen las posibilidades detectadas. De esta forma, la tecnología (las capacidades de innovación) está en la base del proceso estratégico. En este caso la empresa no es proclive a elaborar estrategias adaptativas, de respuesta a los cambios y exigencias del entorno competitivo, sino que puede acudir a la generación de innovaciones como forma de obtener ventajas competitivas y de mejorar su posición en el mercado.

Por último, a manera de conclusión, es posible argumentar que en la práctica, incluso al interior de una misma industria, se pueden presentar ambos comportamientos dependiendo del momento por el que esta atraviese[5] o de las condiciones internas de la empresa.

[5] Al respecto resultan útiles los planteamientos de Abernathy y Utterback (1978), sobre el tipo de innovaciones (producto y proceso) que predominan dependiendo de la fase del producto y la tecnología.

Adicionalmente, en el contexto colombiano, los cambios en el entorno competitivo que se presentaron en la industria manufacturera en la década de los noventa por efectos de procesos tan fundamentales como la apertura económica, que tuvo consecuencias importantes en los mercados de las diferentes agrupaciones industriales en razón de la mayor competencia de productos extranjeros en los mercados, y como la recesión interna, que llevó a la necesidad de buscar suplir la reducción de las ventas en los mercados internos por la vía de las exportaciones, tal como ocurrió en las dos ramas industriales consideradas en el presente estudio. En esta medida, en los estudios de caso se indaga por la incidencia de los cambios del entorno sobre el comportamiento estratégico de las empresas en el período analizado, con el fin de establecer si las respuestas fueron defensivas, para adaptarse a un entorno más exigente, o si surgieron de la intención de aprovechar las potencialidades existentes al interior de la empresa.

Los procesos de formación de las estrategias competitivas

Un aspecto fundamental en el momento de analizar el comportamiento estratégico de las empresas es la advertencia de Mintzberg (1984) en el sentido de que si bien existen estrategias explícitas, formuladas en un plan estratégico, también pueden existir estrategias emergentes, de carácter implícito, surgidas de manera informal y que por tal razón, no se encuentran en ningún documento formal. De esta forma, mientras en el primer caso el análisis se centra en el plan estratégico y en establecer la distancia existente entre lo planeado y lo efectivamente realizado, en el segundo, los esfuerzos se deben orientar a establecer si existe un patrón de comportamiento más o menos consistente, del cual se pueda deducir la existencia de una estrategia emergente realizada.

Un análisis estratégico de la innovación tecnológica en la empresa

Con relación a la gestión y el papel de las tecnologías[6] en la empresa, en el estudio se realiza una doble indagación: una de tipo estratégico y otra de tipo funcional. En el primer caso (que es abordado en esta sección), se intenta identificar el aporte de la tecnología a la competitividad de la empresa; más específicamente, si alguna de las tecnologías que domina la empresa es la fuente de desempeños superiores frente a sus competidores, si es la base de su diferenciación competitiva o si, incluso, es la fuente de sus búsquedas y apuestas competitivas.

Para establecer la contribución de la tecnología a la competitividad de la empresa, en el estudio se acude a la noción de las tecnologías claves o esenciales (Dussauge, Hart y Ramantsoa, 1992). Estas se entienden como la posesión y dominio de tecnologías críticas

[6] A similitud de lo planteado por Pavitt (1997), aquí se entiende por tecnología tanto a los artefactos físicos como al conjunto de conocimientos encarnados en las personas de la organización para usar, mejorar y desarrollar dichos artefactos, así como los productos y los procesos de la empresa.

para otorgarle a sus procesos y productos, sean estos bienes o servicios, atributos que los hacen mejores que los que ofrece la competencia para los consumidores. Cuando se poseen estas tecnologías se configura una diferenciación tecnológica en la empresa que es fuente de diferenciación competitiva y esto se traduce en ventajas frente a sus competidores. En tal caso las tecnologías tienen un alto impacto competitivo y, de esta forma, cumplen un papel estratégico en la empresa.

En la indagación por las tecnologías esenciales es útil comenzar por establecer cuáles son las tecnologías básicas o genéricas, en la medida en que constituyen el saber hacer fundamental para producir el tipo de bienes o servicios que le permite a cualquier empresa ingresar y permanecer en un mercado específico (*ibid.*). Por ello, estas son tecnologías que, de una parte, están obligadas a manejar todas las empresas que actúan en el (ese) negocio; de otra parte, este saber contiene altas potencialidades tecnológicas en la medida en que les facilita a las empresas desarrollar productos que les permiten desenvolverse en uno o en distintos sectores. El estudio de la explotación de estos saberes o tecnologías básicas suele dar origen al análisis de los "racimos" o "árboles tecnológicos"[7] (Escorsa y Valls, 1997), planteados inicialmente por Giget (1984).

El estudio del árbol tecnológico permite establecer el desarrollo del potencial de las tecnologías básicas de las empresas y su alcance en la aplicación en diferentes mercados o sectores. No obstante, desde una perspectiva estratégica, la indagación se orienta a determinar si en la empresa han existido desarrollos de ese saber fundamental que le hayan permitido diferenciarse tecnológicamente y si, además, en la explotación de esas capacidades tecnológicas diferenciadas se han generado ventajas competitivas en diferentes mercados o sectores. En otras palabras, mediante estos análisis es posible establecer si las empresas han desarrollado capacidades distintivas de origen tecnológico; y si esas capacidades le otorgan ventajas competitivas en diferentes mercados, es decir, si la empresa dispone de competencias tecnológicas, en el sentido dado a éstas por Prahalad y Hamel (1990)[8].

Capacidades y gestión tecnológica de las empresas desde una perspectiva funcional

Si bien el estudio parte de empresas que han realizado innovaciones y los procesos de innovación constituyen su foco central, sus resultados confirman lo que otros estudios realizados en el país han encontrado: que en su tejido empresarial existe una alta heterogeneidad

---

7 El racimo tecnológico está conformado por un conjunto coherente de actividades que da lugar a un grupo de productos semejantes, y que está basado en una misma tecnología o saber genérico.

8 El análisis y el desarrollo de las capacidades distintivas, o competencias centrales, como una forma de alcanzar una competitividad sostenible, es desarrollada por Tidd (2000), sin embargo, escapan a los objetivos y alcances del presente trabajo, centrado en la identificación de las características de la innovación.

tecnológica (Durán, *et al.*, 1998 y 2000; Malaver, 2002) expresada en las acentuadas diferencias en el nivel de actualización de su parque tecnológico, los niveles de formalización de su manejo tecnológico, la frecuencia y alcances de su innovación; por ello, es manifiesta la necesidad de efectuar una aproximación analítica acorde con el contexto tecnológico, las formas de gestión y el desarrollo mismo de las capacidades tecnológicas de las empresas colombianas (Jaramillo, *et al.*, 2000; Durán, *et al.*, 1998; Malaver 2002). En este sentido, una mirada funcional se torna vital para contar con los elementos necesarios para aproximarse a los procesos y trayectorias de innovación en las empresas industriales colombianas.

El trabajo de Malaver (2002), señala cómo en las empresas colombianas de artes gráficas en particular, "ni las capacidades tecnológicas desempeñan un papel estratégico, ni existe una gestión orientada a tal fin". Los resultados arrojados por los estudios de caso aquí presentados, corroboran esta conclusión, no obstante que la realización de innovaciones constituyó el criterio básico para la selección de las empresas estudiadas. Sin embargo, "Así las empresas no efectúen una gestión estratégica de la tecnología, mientras existan tienen que manejar (adquirir, usar, mejorar, etc.) recursos tecnológicos. Esto desarrolla en ellas capacidades que es posible identificar y analizar en el ámbito funcional" (*ibíd.*). De allí la importancia de efectuar análisis tecnológicos, desde una perspectiva funcional, en empresas en las cuales la tecnología no juega un papel estratégico, con el fin de establecer la forma como esta es gestionada a su interior y las prácticas en que se concreta la incorporación, explotación y desarrollo de su patrimonio tecnológico.

La evolución y desarrollo de las prácticas en que se materializan tanto la gestión como las capacidades tecnológicas de la empresa, constituyen el contexto tecnológico micro en el cual se realizan los procesos de innovación. Por ello, su análisis proporciona elementos para la comprensión de la innovación. Ahora bien, la noción de prácticas aquí utilizada se inspira en el enfoque evolutivo[9]. Según este, "las capacidades se concretan en las prácticas institucionalizadas, esto es, en las maneras normalmente utilizadas para hacer las cosas. En particular, en los procesos o rutinas, entendidas como 'un conjunto de procedimientos que dan lugar a un resultado predecible y específico' (Nelson y Sampat, 2001)"[10].

El referente evolutivo que orienta este trabajo también se revela en la percepción de que el conjunto de prácticas en que se expresan las capacidades tecnológicas de la empresa tiene niveles de desarrollo y de complejidad ascendentes. Esto ocurre tanto en cada capacidad

---

[9] Este enfoque tuvo un extraordinario desarrollo durante los años 80 y se fundamenta en varias corrientes de la teoría económica. Primero, en las teorías evolucionistas, especialmente en la idea de capacidades organizacionales de Nelson (1981, 1987, 1991), y Nelson y Winter (1982). Segundo, en la experiencia generada por los países del sudeste asiático y Latinoamérica y estudiada principalmente por Dahlman, Ross-Larson y Westphal (1987) y Lall (1992).

[10] Un análisis más detallado de esta mirada se encuentra en Malaver (2002), de donde se retoma la cita. Cabe advertir que, dadas las limitaciones del estudio, aquí no se hizo un análisis sistemático de las rutinas; más bien, la indagación se orienta a identificar las prácticas en que se concreta el manejo de las tecnologías en las empresas.

específica, por ejemplo para la incorporación de la tecnología, como en el conjunto de las prácticas en que se expresan, esto es, desde la adquisición, el dominio tecnológico resultante de un uso creativo de las tecnologías incorporadas, hasta el desarrollo de la innovación y la venta misma de servicios tecnológicos. Dichas prácticas tienen niveles crecientes de complejidad, tal como lo expresa Lall (1992) desde su perspectiva de análisis (ver el **Cuadro 1**). En este, las columnas muestran las principales capacidades tecnológicas de la empresa por función, y las filas por nivel de complejidad. La matriz no tiene como fin mostrar una secuencia de aprendizaje necesaria, ni indica que todas las funciones que aparecen en ella deban ser llevadas a cabo por la empresa; sugiere, más bien, un conjunto básico de actividades en cada una de las categorías que la empresa debe dominar para permanecer en el mercado, conjunto que se desarrolla a medida que la empresa realiza actividades de mayor grado de complejidad.

Cuadro 1
Matriz ilustrativa de las capacidades tecnológicas, según Lall

Complejidad		Inversión	Producción		Vinculación
		Preinversión	*Ingeniería de procesos*	*Ingeniería de productos*	*Enlaces dentro de la economía*
Básica	Sencillas, rutinarias (basadas en la experiencia)	Estudios de prefactibilidad, selección de sitios, programación de la inversión	Eliminación de problemas, equilibrio, control de calidad, mantenimiento preventivo, asimilación de tecnologías de procesos	Asimilación de diseño de productos, adaptaciones menores a las necesidades del mercado	Abastecimiento local de bienes y servicios, intercambio de información con proveedores
Intermedia	De adaptación y duplicación (basadas en la búsqueda)	Búsqueda de fuentes de tecnología. Negociación de contratos. Negociación de términos adecuados. Sistemas de información	Uso máximo del equipo, adaptación de procesos y ahorro en costos, obtención de licencias para nuevas tecnologías	Mejora de la calidad de los productos, obtención de licencias y asimilación de tecnologías nuevas de productos importados	Transferencia de tecnología de proveedores locales, diseño coordinado, enlaces en ciencia y tecnología
Avanzada	Innovadoras, de alto riesgo (basadas en la investigación)	Estudios de prospectiva y vigilancia tecnológica	Innovación de procesos caseros, investigación básica	Innovación de productos caseros, investigación básica	Capacidad de edificación completa, investigación y desarrollo en cooperación, otorgamiento de licencias de la propia tecnología a otros

Fuente: Elaborado con base en Lall, S. (1992).

Bajo esta categorización las capacidades tecnológicas se agrupan en capacidades de inversión, de producción y de vinculación. Las capacidades de inversión se refieren a aquellas habilidades necesarias antes de crear una nueva instalación o de expandir una planta existente,

como por ejemplo las habilidades para identificar, seleccionar y negociar la tecnología necesaria; determinar los costos de capital del proyecto, la conveniencia de la escala y la diversidad de productos; y comprender las tecnologías básicas implicadas. Estas capacidades afectan la eficiencia con la que operará después la planta.

Las capacidades de producción van desde las habilidades básicas (por ejemplo, control de calidad, operación y mantenimiento), habilidades un poco más avanzadas (como la adaptación del equipo, su mejoramiento o su uso en otras aplicaciones), hasta aquellas más exigentes (investigación, diseño e innovación). Dentro de estas capacidades se encuentran las tecnologías de proceso y de producto. Estas habilidades determinan qué tan bien se aplican las actividades internas para absorber las tecnologías que se adquieren o se copian de otras empresas, así como para operar y mejorar algunas de ellas.

Las capacidades de vinculación son necesarias para trasmitir y recibir información, habilidades y tecnología de agentes externos, como proveedores, asesores, subcontratistas, consultores, entre otros. Estas capacidades se pueden tomar como el marco para estudiar la subcontratación, la cooperación, las alianzas estratégicas, entre otras. Las relaciones con el entorno afectan la eficiencia productiva de la empresa, la difusión de la tecnología en la economía y la profundización de la estructura industrial.

Para efectos del presente estudio la atención sobre las capacidades de eslabonamiento de las empresas se concentrará en sus relaciones interempresariales y con otras instituciones, vistas estas desde la perspectiva de su articulación con el Sistema Nacional de Innovación (Freeman, 1995; Lundvall, 1992 y Nelson, 1993). Desde este enfoque se considera que la empresa hace parte de una red de agentes e interacciones que propician la creación, uso y difusión del conocimiento económicamente útil, así como los ritmos de las innovaciones. La empresa se articula a ellos con el fin de efectuar por la vía de la cooperación sus actividades de desarrollo tecnológico.

Un marco conceptual para el análisis de los procesos y las características de la innovación en la empresa

El presente estudio pretende describir con detalle los procesos de innovación en las empresas estudiadas con el fin de avanzar hacia una caracterización de las formas que esta reviste en países que, como Colombia, se hallan en vía de desarrollo. Esto implica contar con una definición de innovación lo suficientemente amplia que permita estudiar los procesos en que se gesta y desarrolla, de modo que puedan explicar sus resultados, identificar los factores que la limitan e impulsan, así como sus efectos e impactos.

Para empezar, en este estudio se acude a la definición de innovación planteada por el Manual de Frascati (OECD, 1996 a: 19), entendida como la transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado que es introducido en el mercado, o en un proceso de fabricación nuevo o significativamente mejorado que es utilizado en la industria o en el comercio. Sobre tal definición varias aclaraciones resultan pertinentes: primero, para efectos del presente

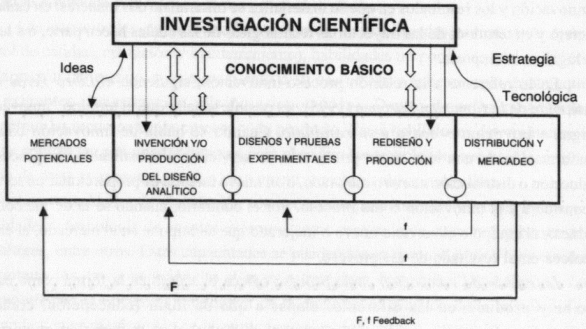
trabajo, aquí se considera que la novedad (que define la innovación) debe serlo para el mercado en el que se desenvuelve la empresa, independientemente de si este es local, regional, nacional o internacional. Segundo, por los objetivos de la investigación, los procesos de innovación y los resultados en que se materializa se mirarán de dos maneras: en cada caso concreto y en términos de las trayectorias tecnológicas de las cuales hacen parte, o a las que dan lugar en la empresa.

En lo referente a la relación proceso-innovación, siguiendo el *Libro Verde de la Innovación de la Comisión Europea* (1995), es posible señalar que el término "innovación" designa a la vez un *proceso y su resultado*. Cuando se habla de innovación como la transformación de una idea en un producto o un servicio comercializable, un proceso de producción o distribución nuevo o mejorado, o un nuevo método de proporcionar un servicio, se considera a la innovación como proceso. Por el contrario, cuando se la define como el producto, el equipo o el servicio nuevo o mejorado que se impone en el mercado, el énfasis se coloca en el resultado de ese proceso.

La noción de innovación como proceso coloca el acento en la forma como esta se percibe y produce, en las diferentes etapas a que da lugar (concepción, creación, investigación, desarrollo, producción y comercialización) y en la forma en que estas se articulan. En este sentido, la visión tradicional que la concibe como fruto de un proceso lineal empujado por el avance del conocimiento, con un flujo unidireccional, en el cual solo es posible comenzar con la investigación hasta culminar en la comercialización, dio lugar al modelo alternativo de Kline (1985). Este autor argumenta que en la mayoría de los casos la "cadena de la innovación" comienza con un hallazgo en el mercado, es decir, con una idea sobre cómo se puede mejorar un producto o sistema dado; continúa con un "diseño analítico" (invención) seguido de un "diseño detallado"; de uno o varios rediseños; de la producción y, por último, de la distribución al mercado. Las diferencias con el modelo lineal surgen, primero, cuando incluye ciclos de retroalimentación entre cualquier etapa y las anteriores, con lo cual se alude al concepto de encadenamientos (*chain links*) y, segundo, con la conexión entre cada una de estas etapas y la investigación, debido a que en cualquiera de ellas surgen problemas y para resolverlos el conocimiento requerido no existe; entonces se inicia una investigación por medio de la cual se obtendrá la solución y se enriquecerá la masa de conocimiento existente en la empresa (Kline, 1985).

El **Diagrama 1** describe el modelo no-lineal de la innovación. En él se hace evidente cómo el proceso de innovación no se caracteriza por ser ordenado ni mucho menos simple, y como la dinámica tecnológica fluye en ambas direcciones: del esfuerzo tecnológico a la ciencia y de la ciencia a la tecnología. Así, la tecnología puede proporcionar dispositivos útiles que refuerzan la investigación científica, y los signos del mercado pueden apuntar hacia las direcciones estratégicas específicas que requieren de la investigación para apoyar el desarrollo de tecnologías comercialmente viables.

Diagrama 1
El modelo de innovación comercial *chain link* de Kline



Fuente: Adaptado de Kline, S. y Rosenberg, N. (1986).

En conclusión, la innovación no es un proceso lineal con un orden bien delimitado y un encadenamiento automático, sino un sistema de interacciones y retroalimentaciones entre las diferentes funciones, y entre participantes cuya experiencia y conocimientos se refuerzan mutuamente y se acumulan. De ahí la importancia que se concede en la práctica a los mecanismos de las interacciones internas en la empresa —tales como la colaboración entre las diferentes unidades y la asociación y participación de los empleados en el proceso de innovación—; también la importancia otorgada a las redes con las que la empresa se asocia, por ejemplo, con otras empresas, institutos de investigación, centros de desarrollo tecnológico, laboratorios de investigación, entre otros. Adicionalmente, al considerar que el proceso de innovación no solo se da de manera lineal entre los departamentos de I+D, de producción y de mercadeo, es posible analizar tanto los resultados de innovación, que son producto de un proyecto típico de I+D, como de aquellos que no lo son.

En la noción de innovación como resultado, esto es, producto de un proceso como el descrito arriba, es imprescindible calificar el tipo de innovación según su grado y alcance. Según *el grado de innovación* esta se clasifica como radical o incremental (Tidd, *et al.,* 1997). La innovación radical introduce conceptos totalmente nuevos e implica el desarrollo de nuevas capacidades y habilidades; provoca el reemplazo de un producto por otro; produce cambios profundos en las técnicas de producción; conlleva la creación de nuevas ramas de industria o de servicios; y el crecimiento de sistemas tecnológicos totalmente nuevos (por ejemplo, una nueva vacuna, el primer computador). La innovación incremental modifica productos, servicios y procesos existentes por medio de mejoras sucesivas. De esta manera refuerza una posición establecida por una innovación de tipo radical [por ejemplo,

la introducción de los microprocesadores de 32 bits sustituyendo a los de 16 bits en los equipos electrónicos (Comisión Europea, 1995)]. Por su parte, *el alcance de la innovación* se define en función de los mercados en los cuales se puede considerar como tal, esto es, en el mercado local, regional, nacional e internacional.

Para efectos del análisis, la innovación también se puede clasificar según su *tipo*, esto es, según sean de producto, de proceso, organizacionales, en comercialización, tal como se definen a continuación (Jaramillo, *et al.*, 2000); sin embargo, en este estudio solo se consideran las de producto y las de proceso.

Según el Manual de Bogotá (*ibíd.*), las innovaciones según su tipo,

> "comprenden los productos y procesos implementados tecnológicamente nuevos, como también las mejoras tecnológicas de importancia logradas en productos y procesos. Se considera que una innovación tecnológica en productos y procesos ha sido implementada si se la introdujo en el mercado (innovación de producto) o si se la usó dentro de un proceso de producción (innovación de proceso).
>
> Un producto tecnológicamente nuevo es un producto cuyas características tecnológicas o usos previstos difieren significativamente de los anteriores. Tales innovaciones pueden incluir tecnologías radicalmente nuevas, pueden basarse en combinar tecnologías existentes dándoles nuevos usos o bien pueden derivar del uso de un conocimiento nuevo. Un producto tecnológicamente mejorado es un producto existente cuyo desempeño ha sido mejorado o perfeccionado en gran medida. Se puede mejorar un producto simple (es decir lograr un mejor desempeño o un costo menor) mediante el uso de componentes o materiales de mayor rendimiento. A un producto complejo, que consta de una cantidad de subsistemas técnicos integrados, se lo puede mejorar mediante cambios parciales en uno de los subsistemas.
>
> Se entiende por innovación en tecnología de procesos la adopción de métodos de producción nuevos o mejorados en gran medida. Estos métodos pueden implicar cambios en equipos, u organización de la producción, o una combinación de ambos cambios, o bien, provenir del uso de conocimientos nuevos. El objetivo de los métodos puede ser producir o entregar productos tecnológicamente nuevos o mejorados, que no puedan producirse ni entregarse utilizando métodos de producción convencionales, o bien aumentar fundamentalmente la eficiencia de producción o entrega de productos existentes".

Desde la perspectiva de los estudios de caso se analizarán tanto el proceso de innovación como los resultados obtenidos a partir de él, pero se hará énfasis en el proceso, dadas las particularidades del cambio técnico y la innovación en las empresas de países en desarrollo, tales como la heterogeneidad tecnológica de las empresas, la informalidad de los proyectos de I+D, y las diversas vías y trayectorias a través de las cuales se obtienen las innovaciones, no necesariamente por actividades de I+D.

En conclusión, aquí se adopta una perspectiva evolucionista de la innovación, ya que no solo busca analizar sus resultados de manera aislada, sino también entender los esfuerzos, mecanismos, gestión y procesos adelantados por una empresa de un país en desarrollo para alcanzarlos. Es decir, se adopta el enfoque del sujeto, el cual involucra de manera compleja a todas las áreas de la organización y condiciona un determinado tipo de cambio técnico, el cual se caracteriza en general por ser adaptativo, incremental y difusivo en los países en desarrollo (Manual de Oslo, 1996; Jaramillo, *et al.*, 2000). Así, uno de los objetivos centrales del proyecto es estudiar las conductas tecnológicas de las empresas consideradas, enmarcadas en el contexto de sus estrategias empresariales.

Ahora bien, los procesos de innovación descritos arriba corresponden a innovaciones puntuales que, en la medida en que se suceden, van generando aprendizajes producidos por la experiencia; estos se acumulan y se traducen en mayores habilidades (capacidades) para generar otras innovaciones, a veces más complejas. Estos procesos tienen altos componentes de informalidad, de ensayo y error, de conocimientos tácitos y, por consiguiente, son compartidos sólo por quienes participan en ellos. De allí su carácter idiosincrásico y específico. Esto determina la trayectoria tecnológica de la empresa que define sus particulares capacidades tecnológicas y de innovación, que son difícilmente transferibles y que la diferencian de la competencia (Nelson y Sampat, 2001).

Resumiendo, el marco presentado permite analizar el proceso de desarrollo de las tecnologías básicas y su conversión (en algunos casos) en tecnologías esenciales, esto es, estratégicas, en la medida en que se constituyen en fuentes de diferenciación y de ventajas competitivas; también permite analizar el desarrollo de las capacidades tecnológicas, vistas estas desde una perspectiva funcional; este contexto facilita el análisis de los procesos puntuales y de las trayectorias que siguen la innovación en la empresa. Visto de esta manera, el marco descrito brinda elementos que permiten caracterizar la innovación, identificar los factores que inciden en su dinámica y sus efectos en el terreno competitivo, tecnológico y en las habilidades mismas para innovar[11].

[11] Este tópico se abordará en la siguiente sección.

Efectos e impactos de la innovación[12]

Por impacto se entiende aquel cambio con respecto a una situación inicial que es provocado, en este caso, por la innovación. Este se puede evaluar en términos de su éxito técnico y de su éxito comercial. El éxito técnico está asociado directamente al logro mismo de la innovación y a los efectos benéficos que desde la perspectiva tecnológica se deriva de ella. El éxito comercial se determina por las mejoras en el desempeño económico alcanzado por la empresa a partir de una innovación; desempeño que depende de la respuesta del mercado ante la innovación, es decir, su aceptación, la cual se puede establecer a partir de indicadores tales como los cambios en las ventas, la participación de la empresa en el mercado, o en los márgenes de utilidad. Estos, por definición son externos a la empresa, por cuanto se definen por el grado de aprobación de los clientes, expresado en la preferencia revelada por sus productos frente a los ofrecidos por la competencia.

Además de los anteriores, es posible identificar otros efectos indirectos evaluables en el largo plazo. Tal es el caso de los impactos de la innovación sobre las capacidades tecnológicas de la empresa. Una innovación puede inducir otras innovaciones; o puede generar aprendizajes que abran las puertas a innovaciones de mayor complejidad y alcance. Aun en la eventualidad de que en el corto plazo la innovación constituya un fracaso técnico y/o comercial, si la empresa establece las causas del mismo y logra aprendizajes derivados de dicha indagación, que le permitan corregir los errores detectados, es posible que esta fortalezca sus actividades de innovación, y en consecuencia desarrolle capacidades que le permitan obtener procesos y productos nuevos o mejorados que sean aceptados por el mercado. También puede suceder que los aprendizajes generados por los procesos de innovación, así sean estos fallidos, generen una mejor actitud frente a los riesgos de los procesos de innovación, ante el fracaso, y que esto se exprese en la frecuencia de las innovaciones. En estos casos las innovaciones tienen efectos sobre las capacidades tecnológicas y de innovación de la firma que pueden ser detectables y evaluables en el mediano o el largo plazo.

Otro efecto indirecto de las innovaciones de la empresa, es el relacionado con su imagen en el mercado, aunque es más difícil de establecer. El hecho de que el mercado la perciba como una empresa innovadora puede convertirse en el largo plazo en un rasgo distintivo que opere como un elemento diferenciador frente a la competencia.

Marco teórico operacionalizado

Para cumplir con el propósito de estudiar los procesos de innovación, su papel dentro de la empresa, los factores que la determinan, sus efectos e impactos, es necesario desarrollar un

[12] Este tópico del estudio se elaboró con base en el trabajo de las Naciones Unidas (1986) y de Malaver, *et al.*, (1999).

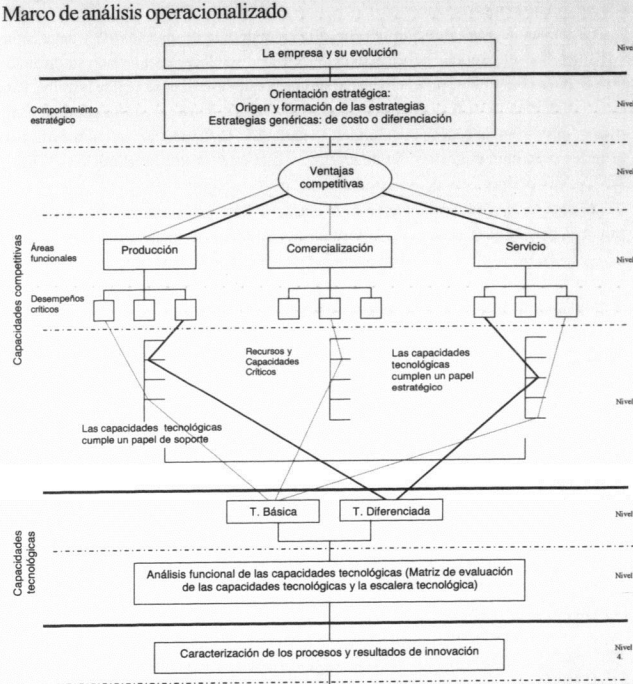
marco conceptual y metodológico que permita operacionalizar el marco teórico planteado. Este tiene por fin orientar la realización del trabajo de campo de modo tal que en cada una de sus fases se materialice el marco analítico y, de esta forma, la indagación permita alcanzar los objetivos perseguidos.

El esquema de análisis propuesto para operacionalizar el marco teórico expuesto se orienta primero a efectuar una breve presentación de la empresa y de su evolución, que enmarque todos los demás temas abordados; enseguida se efectúa un análisis descriptivo del frente económico de la empresa con el fin de establecer los rasgos característicos de su comportamiento competitivo; finalmente, se abordan los temas tecnológicos, centrados en la innovación. Visto en detalle, el esquema se descompone en los siguientes niveles de análisis:

1. La empresa y su evolución
2. Comportamiento competitivo de la empresa
   - 2.1 Orientación estratégica de la empresa
   - 2.2 Perfil de las capacidades competitivas de la empresa
   - 2.3 Identificación de las áreas funcionales críticas y de sus desempeños asociados
   - 2.4 Identificación (opcional) de recursos y capacidades críticas
3. Capacidades tecnológicas de la empresa
   - 3.1 Análisis estratégico de las capacidades tecnológicas de la empresa
   - 3.2 Análisis funcional de las capacidades tecnológicas de la empresa
4. Caracterización de los procesos, resultados e impacto de la innovación
   - 4.1 Descripción y caracterización de los procesos de innovación
   - 4.2 Caracterización de la innovación
   - 4.3 Identificación de los factores que inciden en la innovación
   - 4.4 Identificación de los impactos de la innovación

Un mapa del esquema, así como de su articulación se presenta en el **Diagrama 2**, el cual guía tanto la operacionalización del marco teórico, como la definición de la estructura básica de los contenidos de los estudios de caso.

Diagrama 2
Marco de análisis operacionalizado



La empresa y su evolución. En esta parte se hace una presentación de la empresa orientada a mostrar de manera breve su historia con el fin de establecer los principales hitos que no solo han marcado su evolución sino que además, permiten mirar la perspectiva, los principales rasgos que la caracterizan en la actualidad: su estructura, dinámica, tamaño, principales productos y mercados hacia los cuales se orienta. Esta presentación aporta un contexto

dinámico, en el cual se entienden y cobran sentido las trayectorias competitivas, tecnológicas y de la innovación en particular.

La mirada de esta evolución se concentra en la década de los años 90, y tiene como uno de sus propósitos aportar información que permita establecer cuál ha sido su dinámica relativa frente a la exhibida por la actividad o agrupación industrial en la cual se inscribe. Para contar con ese referente se realizaron dos estudios sectoriales, uno de la cadena petroquímica–plástico y, otro, sobre la cadena metalúrgica–metalmecánica. El seguimiento a la evolución de la empresa permite establecer, finalmente, si se está frente a una organización exitosa y cuáles son sus perspectivas de desarrollo.

El comportamiento competitivo de la empresa. Este análisis se orienta a establecer, en primer lugar, lo relacionado con la formulación estratégica. De acuerdo con el marco teórico, y tal como se ilustra en el Diagrama 2, esta comprende tres perspectivas de análisis:

i) Si se forma mediante procesos formalizados que conducen a la formulación de estrategias explícitas, contenidas en un plan formal, con especificación de objetivos, metas y recursos, o, si por el contrario, surgen de manera espontánea, emergente, como resultado de patrones de comportamiento consistentes en el tiempo.

ii) Si se originaron como respuesta a los cambios y exigencias de un entorno tan convulsionado como el que se presentó durante la década de los años 90, y si corresponden a estrategias de carácter defensivo, o si por el contrario, tuvieron origen en el propio impulso interno derivado del desarrollo y explotación de sus recursos y capacidades[13].

iii) Si las estrategias formuladas se inscriben en las de costos o en las de diferenciación y, más específicamente, si en la base de la definición de esas estrategias opera la sola reducción de precios o la búsqueda de productos diferenciados de alto valor agregado.

En segundo lugar, el análisis se orienta también a establecer los rasgos que distinguen el perfil competitivo de la empresa. Para este propósito, resulta útil la metodología propuesta por Rangone (1999). En ella, luego de indagar por la orientación estratégica de la empresa, se busca identificar de dónde provienen los desempeños superiores de la empresa frente a la competencia; desempeños en los cuales se evidencian las fortalezas competitivas de la empresa en el mercado. Esta búsqueda sigue una secuencia en la que se establece en cuál o cuáles de las áreas funcionales (producción, comercialización, servicio) se encuentran esas fortalezas competitivas de la empresa, en las cuales se reflejan las capacidades distintivas de la empresa.

Luego, en un tercer momento, el análisis se orienta a identificar en qué actividades de esas áreas funcionales se obtiene el tipo específico de desempeños superiores de la empresa

[13] También se intenta establecer si el comportamiento estratégico identificado en la empresa se asemeja al presentado en la agrupación industrial a la cual pertenece, cuando esto es posible, habida cuenta de que el análisis de la rama se hace a tres dígitos y las actividades y productos que elaboran las empresas sólo pueden analizarse a cinco dígitos de la clasificación $CIIU_2$.

(en el área de producción, por ejemplo, podría lograr menores costos por economías de escalas, o gozar de una mayor flexibilidad en los procesos productivos, o contar con una mayor capacidad para adaptarse a unas normas específicas, o para lograr unos mejores desempeños del producto, etc.).

Finalmente, la búsqueda se orienta a establecer qué recursos y capacidades específicas son los responsables de la obtención de estos desempeños. De esta forma, el proceso de indagación se va profundizando hasta identificar los recursos y capacidades críticos, esto es, los que tienen un mayor valor estratégico[14].

Cabe advertir que en la indagación anterior se pondrá especial cuidado en establecer si los recursos y capacidades tecnológicas son las fuentes de los desempeños superiores y, si entonces, resultan críticos para el logro de las fortalezas competitivas de la empresa (líneas continuas en el nivel 2 del Diagrama 2), o, si por el contrario, habida cuenta de su carácter transversal, actúan apenas como soporte funcional de las actividades en las diferentes áreas funcionales de la empresa (líneas punteadas en el nivel 2 del Diagrama 2).

Las capacidades tecnológicas de la empresa. Dados los objetivos del proyecto, el paso siguiente es fundamental en la medida en que, acudiendo a las nociones de tecnologías básicas y esenciales, se orienta a establecer si la tecnología ha evolucionado en la empresa hasta cumplir un papel estratégico o no. Esto constituye el primer paso de una doble indagación, una de carácter estratégico y otra de carácter funcional, que brinde el contexto específico para entender los procesos y resultados de los esfuerzos de innovación en la empresa.

En el primer caso se evalúa si la empresa apenas domina su tecnología básica o genérica, es decir, si se limita a su adquisición y utilización o si, por el contrario, la empresa ha efectuado desarrollos propios para obtener una tecnología diferenciada, y si esto se ha traducido en su diferenciación competitiva, esto es, si ha logrado desarrollar una tecnología esencial[15]. Esta evolución de las tecnologías básicas hacia la posesión de tecnologías claves o esenciales expresa su conversión en fuente de ventajas competitivas. En este escenario la tecnología juega un papel estratégico en la empresa.

Para la realización de este análisis específico, en el estudio se utiliza el árbol de Giget como un instrumento metodológico que permite establecer los alcances y potencialidades

---

[14] En rigor, este análisis debería conducir a establecer si los recursos y capacidades específicos, y críticos, que constituyen la fuente de los desempeños superiores o, dicho de otro modo, los que generan los atributos que hacen que los clientes prefieran los productos de la empresa frente a la competencia, reúnen las características que permitan considerarlos como capacidades distintivas o competencias centrales. Este objetivo escapa, sin embargo, a los objetivos del presente estudio. La realización de este ejercicio persigue, más bien, proporcionar un marco de referencia útil para poder establecer si la tecnología y, específicamente, la innovación juegan un papel estratégico en la empresa.

[15] Vale recordar que en el marco analítico la tecnología básica se definió como aquella tecnología necesaria y genérica para entrar en un negocio y permanecer en el mercado; así, todas las empresas manejan esta tecnología. La tecnología clave, por su parte, tiene el mayor impacto competitivo en la medida en que se constituye en la fuente de la diferenciación competitiva de la empresa (Dussauge, Hart y Ramanantsoa, 1992).

de los conocimientos (tecnologías) fundamentales de la empresa. Esto se traduce en la indagación por las familias de productos y los mercados a los cuales puede llegar la empresa con las tecnologías esenciales, para nuestro caso, como una forma de competir exitosamente[16].

En el segundo caso la indagación se enfoca al estudio de las capacidades tecnológicas en sí mismas, es decir, desde una perspectiva funcional. Tal aproximación permite alcanzar una mirada comprensiva tanto del conjunto de las actividades y prácticas que constituyen el manejo de los recursos tecnológicos en la empresa, como de su nivel de desarrollo. Al establecer el perfil de las capacidades tecnológicas es posible enmarcar las características propias de los procesos de innovación.

Siguiendo el trabajo de Malaver (2002), para elaborar el perfil funcional de las capacidades tecnológicas de la empresa se identifica el nivel de actualización de las tecnologías usadas por las empresas, el lugar y el grado de formalización de la gestión de estos recursos, y el conjunto de prácticas desplegadas para su gestión. Para identificar el grado de actualización de su parque tecnológico se emplean las curvas "S", que permiten detectar los principales cambios y la evolución tecnológica del sector al que pertenece la organización. A partir de ellas es posible comparar y establecer el avance relativo de las tecnologías usadas por la empresa (frente a los competidores).

Para estimar la importancia dada a la tecnología y el grado de formalización de su gestión, se indaga por la existencia de una dependencia encargada específicamente del manejo de la tecnología, por el lugar que ocupa en la jerarquía organizacional, por los recursos destinados para su desarrollo, por los objetivos y estrategias definidos, por quién toma las decisiones de índole tecnológica y en qué medida estas decisiones hacen parte o no de las decisiones estratégicas de la organización. Posteriormente, en lo concerniente a las prácticas en que se concreta el manejo tecnológico se estudia la forma en que se incorpora, explota y/o desarrolla la tecnología. De esta manera, se determina la actitud ofensiva, imitativa, defensiva o tradicional (Freeman, 1974), y el grado de dominio tecnológico revelado por las prácticas identificadas.

Con relación a las tecnologías externas incorporadas, importa establecer a qué mecanismos se acude (inteligencia tecnológica) para *identificar* los avances tecnológicos, las razones o criterios que impulsan las decisiones de introducir esos cambios, y la capacidad de negociación para *adquirir* (transferir) conocimientos que faciliten el dominio de las tecnologías compradas. También se indaga por los niveles de aprendizaje, expresados en las capacidades tecnológicas reveladas en el uso productivo y comercial de esos recursos, en las capacidades de reparación y mantenimiento, y en las capacidades de absorción y adaptación de las tecnologías incorporadas en los bienes de capital importados.

También se examinan las capacidades de las empresas para efectuar *internamente* desarrollos tecnológicos que pueden llegar a constituirse en innovaciones. Se procura

[16] El desarrollo de este proceso conduce al análisis de competencias tecnológicas en la empresa, pero al igual que en el caso del estudio al nivel competitivo, este tipo de análisis desborda los objetivos del estudio.

establecer si estas son producto de proyectos planeados y realizados en departamentos de I+D, o se realizan de manera informal; y se analizan tanto los tipos como los grados y alcances de las innovaciones realizadas. A la vez se estudian las capacidades existentes para salvaguardar los conocimientos desarrollados en las empresas. Finalmente, se indaga por las capacidades para acceder o realizar dichos desarrollos a través de la cooperación tecnológica o a través de sus capacidades de eslabonamiento. En este caso, se inquiere tanto por la celebración de contratos de cooperación interempresarial, como por su acceso a los mecanismos de apoyo desarrollados en el país a través del Sistema Nacional de Innovación.

Para evaluar los ítems en que se subdividió el análisis funcional se efectúan los siguientes pasos[17]:

i) Para todas y cada una de las prácticas se definieron unos criterios–indicadores de evaluación descritos en el **Anexo 1**. Estos revelan un nivel ascendente de las prácticas en que se concretan los procesos para llevar a cabo cada una de las actividades que componen el manejo de la tecnología en la empresa. Por ejemplo, en el caso de las actividades de vigilancia e identificación de las nuevas tecnologías en el mercado y que resultan relevantes para la empresa, esta "puede tener prácticas que expresan desde los niveles más bajos de capacidad (acudir sólo a proveedores o competidores) hasta las más desarrolladas (ejercicios de prospectiva, estudio de patentes, cienciometría)".

ii) Debido a la naturaleza y limitaciones del estudio, no es posible efectuar una comparación sistemática de cada una de estas prácticas específicas de la empresa estudiada con las empresas con las cuales compite, o con las mejores prácticas existentes a nivel internacional, entonces se utilizan los criterios definidos en la matriz del Anexo 1[18] como mecanismo para analizarlas en sí mismas, y como referente para evaluarlas. Esta contrastación permite calificar las prácticas existentes por su grado de desarrollo, o por ausencia en la empresa, frente a los criterios definidos en la matriz de evaluación.

iii) Para consignar la valoración dada a las prácticas detectadas se acude a una matriz de Likert (**Cuadro 2**) debido a que "en concordancia con el carácter cualitativo del estudio, este instrumento permite calificar las capacidades tecnológicas reveladas por las prácticas existentes en las empresas".

iv) El balance global del ejercicio resulta de la sumatoria de los puntajes obtenidos en cada una de las columnas (en que se consignaron las valoraciones individuales de las prácticas detectadas).

---

[17] En esta parte, el proceso metodológico sigue a Malaver (2002).

[18] De ello se exceptúa, como es obvio, el análisis de las curvas "S".

Cuadro 2

Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de la empresa

Evaluación funcional y cualitativa (según escala de Likert)

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo (+) = 1	Bajo (+) = 2	Medio (+) = 3	Alto (+) = 4	Muy alto (+) = 5
Actualización tecnológica					
Formalización del manejo tecnológico					
Decisiones de inversión tecnológica					
Incorporación de la tecnología: • Vigilancia e identificación de la tecnología • Selección de la tecnología • Negociación y transferencia tecnológica					
Uso y explotación de la tecnología					
Investigación y desarrollo					
Innovación					
Salvaguardia tecnológica					
Eslabonamiento tecnológico					
Capacitación y difusión tecnológica					
Puntaje Máximo (alcanzable) = 60					
Puntaje alcanzado =					

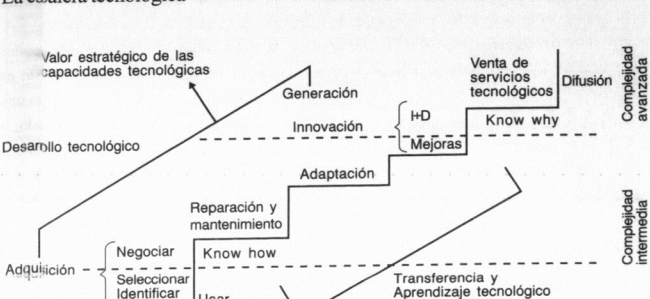
Fuente: Tomado de Malaver (2002)

Otra mirada complementaria de la anterior, que considera el nivel de desarrollo de las capacidades tecnológicas en la empresa como el resultado de un proceso evolutivo de aprendizajes que van determinando el despliegue de prácticas que conllevan un proceso ascendente, es la escalera tecnológica (**Diagrama 3**). Esta percepción dinámica y ascendente de las capacidades tecnológicas guarda similitudes con los niveles ascendentes de complejidad de las capacidades tecnológicas propuestas por Lall (1992) en la matriz presentada en el Cuadro 1. Por ello, la escalera tecnológica expresa el resultado de la combinación de las prácticas (descritas) en que se concretan las capacidades tecnológicas funcionales con los niveles de complejidad expuestos en la matriz de Lall. Esta analogía es posible por la concepción evolutiva y acumulativa de los aprendizajes tecnológicos que están a la base de las dos aproximaciones al estudio de las capacidades tecnológicas en el ámbito micro.

En ese sentido, la escalera en un primer nivel, de complejidad básica, muestra cómo el desarrollo tecnológico es fruto de la **incorporación** de las tecnologías que ofrecen algunos proveedores, mediante procesos básicos de identificación y selección. En un segundo nivel, de complejidad intermedia, se observan habilidades de la empresa para adelantar procesos de negociación que facilitan no solo la adquisición de los artefactos tecnológicos (maquinaria y equipos) junto con el *know how,* sino *la transferencia de los conocimientos* que posibilitan la asimilación y el dominio tecnológico. Esto propicia la adquisición de capacidades para efectuar actividades de reparación y mantenimiento de la tecnología transferida y, más aún, para hacer un uso creativo de esas tecnologías que permita realizar adaptaciones, mejoras o

innovaciones incrementales. En el tercer nivel, de complejidad avanzada, estas capacidades dan lugar a procesos sistemáticos de *innovación* mediante actividades de I+D, y a la venta de servicios (conocimientos) tecnológicos por parte de las empresas.

Diagrama 3
La escalera tecnológica



Fuente Malaver (2002)

Procesos, resultados e impactos de la innovación. Los análisis precedentes a la vez que contextualizan, permiten caracterizar la innovación en las empresas estudiadas. Para ello se efectúa una descripción detallada del proceso que condujo a la innovación y de las características de la innovación como tal. Este ejercicio se realiza para las innovaciones más importantes realizadas en la empresa con el fin de que no solo permitan caracterizar la forma como se realizan los procesos conducentes a las innovaciones y las capacidades que se despliegan para tal fin, sino que permita establecer el tipo, grado y alcance de las innovaciones que se realizan en la empresa. Estos elementos y los que ha arrojado todo el análisis precedente, tanto desde la perspectiva competitiva como tecnológica, permiten detectar los factores que inciden tanto positiva como negativamente en los procesos de innovación. Adicionalmente, esta mirada contextualizada de los procesos y resultados de la innovación permite establecer su papel y su impacto dentro de la empresa.

El proceso de innovación se describe, en cada caso, partiendo de identificar el origen de la idea de la innovación, los objetivos que persigue, el proceso detallado que se sigue hasta lograr la innovación, destacando los contratiempos, desplazamientos y ajustes de la idea inicial frente al resultado final.

Las características de la innovación se establecen empezando por detallar en qué consiste esta; enseguida se identifica el tipo de innovación al cual pertenece (de producto o de proceso), su grado (incremental o radical) y su alcance (mercado en el cual es novedad: local, regional, nacional, internacional).

Una vez realizada la caracterización tanto de los procesos como de las principales innovaciones, se cuenta con los elementos necesarios para dilucidar dos de los interrogantes principales del proyecto: los factores que inciden en/y los impactos de la innovación.

Los principales factores que inciden en la innovación son identificados como resultado de todo el análisis precedente. De esta forma es posible establecer si esta es impulsada por factores externos, por ejemplo, por la presión de la competencia y como una medida reactiva para adaptarse a las exigencias planteadas por los cambios del mercado; o por factores internos tales como la detección de oportunidades en el mercado, o la búsqueda y materialización de nuevas capacidades tecnológicas en la empresa resultantes de una actitud estratégica ofensiva; o si es una respuesta a las peticiones de los clientes o, por el contrario, el resultado de un proyecto de I+D inscrito dentro de un plan de desarrollo tecnológico para la empresa, etc.

A un nivel más concreto, la frecuencia, grado y alcances de la innovación se pueden detectar a partir del nivel de desarrollo de las capacidades tecnológicas; las descripciones de los procesos de innovación arrojan luces sobre los factores que los estimulan y los que los obstaculizan, incluso, en el momento de efectuar los ajustes que conlleva la implantación de sus resultados en la empresa.

El impacto de la innovación se establece a partir del análisis de sus efectos de mediano y largo plazo. Esto se evalúa identificando los cambios ocasionados por ella en los diferentes aspectos considerados: i) a nivel competitivo se establecen a partir del acceso a nuevos mercados nacionales e internacionales, en los cambios en sus cuotas de participación, en su nivel de posicionamiento, entre otros; ii) en su desempeño económico, estos efectos se identifican a través de los cambios en las ventas y en los márgenes de utilidad; iii) en su contribución al desarrollo de las capacidades tecnológicas, por ejemplo, induciendo nuevas innovaciones, o generando aprendizajes que abran las puertas a innovaciones de mayor complejidad y alcance o, incluso, en el caso de los procesos fallidos pueden generar aprendizajes correctivos o una mejor actitud frente a los riesgos de los procesos de innovación, y esto puede expresarse en la frecuencia de las innovaciones; iv) en las capacidades de eslabonamiento y asociatividad con los agentes del entorno.

Anexo 1

Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas en las empresas

Un análisis funcional

Actividades tecnológicas	Criterios e indicadores	Observaciones
Actualización tecnológica	Avance relativo de las tecnologías básicas y esenciales frente a tecnologías de punta y al grupo estratégico	Se indaga en la cadena de valor, acudiendo a las curvas S
Formalización del manejo tecnológico	Unidad formal o personas designadas para gestionar la tecnología; departamento de I+D; planes tecnológicos	Importa el grado de formalización en el manejo de la tecnología
Decisiones de inversión tecnológica	Auditorías tecnológicas, reemplazar maquinaria, emular la competencia, exigencias de los clientes o búsqueda de nuevos mercados; quien las toma; papel estratégico asignado a la tecnología	Se indaga por qué las motiva; cómo es el proceso de toma de decisiones; la actitud frente a la tecnología
Incorporación de tecnología:		
• Vigilancia e identificación de tecnología	Con clientes y proveedores; asistencia a ferias; revistas especializadas; búsquedas electrónicas; colegios invisibles; cienciometría; información sobre nuevas patentes; análisis de prospectiva tecnológica	Se indaga por las formas, intensidad y desarrollo de la vigilancia tecnológica en la empresa
• Selección de la tecnología	Análisis financiero (estudios de factibilidad y de riesgo de la inversión); análisis competitivo de la tecnología utilizada por los competidores, chequeo de sus características frente a especificaciones requeridas	Se establecen los criterios utilizados para seleccionar las tecnologías
• Negociación y transferencia tecnológica	Contratos (cesión derechos y know how); asistencia técnica; convenios internacionales de cooperación; acceso a documentación e información técnica; capacitación; servicios de actualización, etc.	Se indaga por la capacidad de adquirir conocimientos y dominio de las tecnologías adquiridas
Uso y explotación de la tecnología	Utilización (plena) de la tecnología (por conocimientos); reparación, mantenimiento, adaptaciones a la misma; el soporte tecnológico de la eficacia, calidad y servicios	Se establecen el dominio, y la creatividad en el uso y la explotación económica de las tecnologías
Investigación y desarrollo	Investigación básica, aplicada, desarrollo (de la idea o concepto, el proyecto, diseño, prototipo, puesta a punto), fabricación y comercialización de innovaciones	Se indaga por su formalización y resultados; si es jalonada por al demanda o empujada por la oferta
Innovación	Grado, frecuencia, alcance de la innovación realizada; los factores que la motivan y su efecto competitivo	Se identifica el perfil de la innovación y su papel estratégico
Salvaguardia tecnológica	i) *Conservación*: formas de documentación, normalización, difusión de los conocimientos existentes en la empresa ii) *Protección*: uso de patentes, modelos de utilidad, signos distintivos (marcas, nombres y rótulos comerciales), secreto industrial	En la eficacia de la protección es clave la clase de tecnología, el tamaño y dinamismo del mercado; clave la elección entre protección registrada o el secreto industrial
Eslabonamiento tecnológico	Acuerdos o contratos de *cooperación interempresarial*, para desarrollos tecnológicos requeridos; recurrencia a la institucionalidad diseñada para apoyar el desarrollo tecnológico de las empresas (SIN)	Capacidad de efectuar desarrollos tecnológicos por cooperación interempresarial o institucional; de articularse a redes de innovación
Capacitación tecnológica	Programas y cursos de capacitación ofrecidos por la empresa o contratados con otras instituciones	Gestión y formas de aprendizaje tecnológico (formal o informal)
Balance global:	Se contrastan estas prácticas en la empresa	

Fuente: Malaver (2002)

Bibliografía

ABERNATHY, W.J. y UTTERBACK, J.M. (1978), "Patterns of industrial innovation", en *Technology Review,* Nº 80, junio – julio.

BARNEY, J. (1991), "Firm resources and sustained competitive adventage", *en Journal of Management*, Vol.17, No. 1.

BRIAN, J. (1985), "Managing innovation: controlled chaos", en *Harvard Business Review*, mayo-junio.

BRIDGES, W. (2000), *The character of organizations: using jungian type in organizational development,* California, Davies-Black Publishing.

BUENO, E. Y MORCILLO, P. (1996), *Fundamentos de economía y organización industrial,* Madrid, McGraw Hill.

CASTAÑO, A.; KATZ, J.; NAVAJAS, F. (1981), "Etapas históricas y conductas tecnológicas en una planta argentina de máquinas-herramienta", Monografía de trabajo No. 38, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires.

COLCIENCIAS y DNP, Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano, 1989-1996, Bogotá.

COMISIÓN EUROPEA (1995), *Libro Verde de la Innovación*, Comisión Europea, París.

DAVID, F.R. (1988), *La gerencia estratégica,* Bogotá, Fondo Editorial Legis.

DAHLMAN, C.; ROSS-LARSON, B. y WESTPHAL, L. (1987), "Managing technological development: lessons from newly industrializing countries", en *Pergamon Journals Ltd., Great Britain, World Development*, Vol. 15, No. 6, pp. 759-775.

DUSSAUGE, P.; HART, S.; RAMANANTSOA, B. (1992), *Strategy technology management*, Chichester, England, John Wiley & Sons Ltd.

ESCORSA, P. y VALLS, J. (1997), *Manual de gestión e innovación tecnológica en la empresa,* Santiago de Chile, Editorial CINDA-AESI.

FREEMAN, Ch. (1974), *La teoría económica de la innovación industrial*, Madrid, Alianza Editorial.

FREEMAN, (1995), "The national system of innovation. In historical perspective", en *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1), 5-24.

GIGET, M. (1984), "Les bonsais de l´industrie japonaise", *Estudi* Nº 40, CPE Centre de prospective et d´évaluation, París.

GIGET, M. (1997), "Technology, innovation and strategy: recent developments", en *International Journal of Technology Management*, Vol. 14.

GRIFFIN, A. (1997), "Modeling and measuring product development cycle time across industries", en *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 14, Amsterdam, Elsevier Science Ltd.

HILL, CH. y JONES, G. (1996), *Administración estratégica. Un enfoque integrado*, Bogotá, McGraw-Hill.

HITT, M.; IRELAND, D. y HOSKISSON, R. (1999), *Administración estratégica, competitividad y conceptos de globalización*, México, Thomson Editores.

HODGE, B.J.; ANTHONY, W.P., y GALES, L.M., *Teoría de la organización. Un enfoque estratégico*, Madrid, Prentice-Hall, p. 265-66.

JARAMILLO, H.; LUGONES, G., y SALAZAR, M. (2000), *Manual para la normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá*, OEA/RICYT, Bogotá, Tres Culturas Editores Ltda.

JARAMILLO, L. (1997), *La otra cara empresarial de Colombia. Qué hacen y cómo, las empresas innovadoras*, TM Editores - Fundación Tecnos, Bogotá.

JARILLO, J. y MARTÍNEZ, J. (1992), *La internacionalización de la empresa*, Madrid, McGraw-Hill.

JOHNSON, G. y SCHOLES K. (2001), *Dirección estratégica*, Madrid, Prentice-Hall.

KLINE, S. (1985), "Innovation is not a linear process", en *Research Management*, julio-agosto.

KLINE, S. y ROSENBERG, N. (1986), "An overview of innovation", en *The positive sum strategy*, Landau, R. y Rosenberg, N. (eds.), Washington, National Academy Press.

LALL, S. (1992), "Technological capabilities and industrialization", en *World Development*, Pergamon Press Ltd., Vol. 20, No. 2, pp. 165-186.

LALL, S. (1994), "Las capacidades tecnológicas", en Salomon, J.J.; Sagasti, F., y Sachs, C. (comp.), en *Una búsqueda incierta, ciencia, tecnología y desarrollo*, México, Editorial de la Universidad de las Naciones Unidas, Centro de Investigación y Docencia Económicas, y Fondo de Cultura Económica.

LUNDVALL, B.A (ed.) (1992), *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, London, Pinter.

MALAVER, F. (1999), "Estrategia, competitividad y capacidades empresariales", en *Cuadernos de Administración*, No.21, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana.

MALAVER, F.; PERDOMO, J.; ZERDA, A. (1999), "Los criterios de evaluación de la gestión pública y la reforma del Estado en Colombia", en *Innovar*, No.14, julio–diciembre, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

MALAVER, F. (2002), "Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas y editoriales", en *Innovar*, No. 20, julio–diciembre, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

MCGRATH, M. y ROMERI, M. (1994), "The R&D effectiveness Index: A metric for product development performance", en *Journal of Product Innovation Management*, New York, Elsevier Science Inc., No. 11, pp. 213-220.

MINTZBERG, H. (1997), "Las cinco P de la estrategia", en: Mintzberg, H. y Quinn, J. y Voyer, J., *El proceso estratégico*, México, Prentice-Hall.

NACIONES UNIDAS, (1986), *Manual de evaluación del impacto*, Naciones Unidas.

NELSON, R. (1981), "Research on productivity growth and productivity differences: dead ends and new departures", en *Journal of Economic Literature*, Vol. 19.

NELSON, R. y WINTER, S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge.

NELSON, R. (1987), *Understanding technical change as an evolucionary process*, Amsterdam, Elsevier.

NELSON, R. (1991), "Why do firms differ, and how does it matter?", en *Strategic Management Journal*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, England, Vol. 12, pp. 61-74.

NELSON, R. (ed.) (1993), *National systems of innovation: a comparative study*, Oxford, Oxford University Press.

NELSON, R. y SAMPAT, B. (2001), "Las instituciones como factor que regula el desempeño económico", en *Economía institucional*, No. 5, segundo semestre, Bogotá, Universidad Externado.

NONAKA, I. y TAKEUCHI, H. (1995), "The knowledge-Creating Company": how japanese companies create the dynamics of innovation, New York, Oxford University.

OECD (1996 a), *Manual de Frascati. Medición de las actividades científicas y tecnológicas*, París, OECD.

OECD (1996 b), Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual, Paris, OECD.

PRAHALAD, C.K. y HAMEL, G. (1990), "The core competence of the corporation", en *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.

PAVITT, K. (1997), "Los objetivos de la política tecnológica", en *Ciencia, tecnología y sociedad*, González M.; López, J.; Luján, J. (eds.), Barcelona, Editorial Ariel.

PORTER, M. (1987), *Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior*, México, CECSA.

PORTER, M. (1990), *The competitive advantage of nations*, London, Macmillan.

RANGONE, A. (1999), "A resource-based approach to strategy analysis in small-medium sized enterprises", en *Small Business Economics*, No. 12, Netherlands, pp. 233-248.

SCHROEDER, R. G. (1993), *Administración de operaciones: toma de decisiones en la función de operaciones*, México, Mc Graw-Hill.

THOMPSON A. y STRICKLAND A. J. (1999), *Administración estratégica, conceptos y casos*, México, McGraw-Hill.

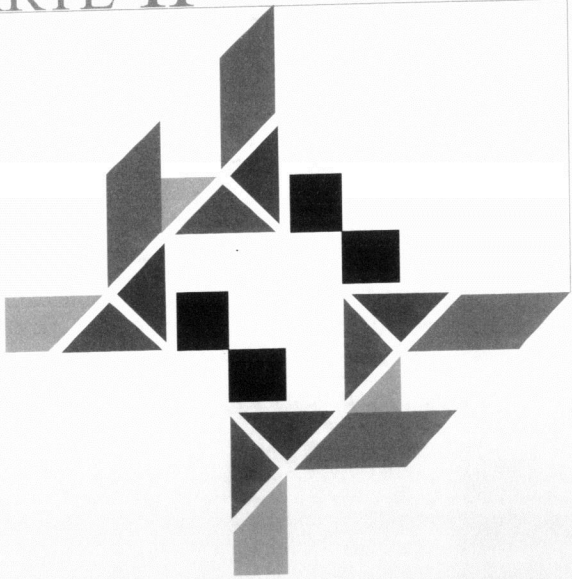
TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. (1997), *Managing Innovation. Integrating Tecnological, Market and Organizational Change*, Edit. John Wiley and Sons, Chichester, England.

TIDD J. (2000), *From knowledge management to strategic competence*, London, Imperial College Press, cap. 1

TURRIAGO, A. (1998), *Temas de innovación tecnológica*, Bogotá, Universidad de la Sabana.

VÉLEZ, I.; TORRES, S.; AGUILAR, J. (2000), "Elaboración de metodología y medición de impacto de los proyectos específicos de mejoramiento del Programa Nacional de Centros de Desarrollo Empresarial", Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana.

PARTE II



Dinámica económica y tecnológica de la cadena metalurgica – metalmecánica en los años 90

*Marisela Vargas Pérez**
*Florentino Malaver Rodríguez***

Introducción

En Colombia las agrupaciones industriales que han tenido un mayor dinamismo tecnológico, mayores ganancias en competitividad y productividad, y han contribuido en mayor grado al desarrollo industrial y la generación de empleo, son sectores de complejidad tecnológica media o alta, intensivos en el procesamiento de recursos naturales o en capital de alta tecnología, y en algunos casos con importantes economías de escala. Por el contrario, las ramas industriales que tradicionalmente recibieron el apoyo estatal, en el régimen de protección vigente en la primera mitad de los 80, muestran poco dinamismo tecnológico, bajas ganancias en competitividad y estancamiento en su proceso de crecimiento y generación de empleo (Ministerio de Desarrollo, 2000). Mas allá, de los cuestionamientos que de allí puedan surgir para la política industrial tradicional, asunto que desborda los objetivos del presente estudio, estos resultados muestran las diferencias entre las capacidades de las distintas agrupaciones industriales para enfrentar los retos que plantean fenómenos como la apertura y la globalización, con sus exigencias en desarrollo tecnológico y modernización.

De acuerdo con datos obtenidos de la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico de 1996 (Durán, et al.,1998 y 2000), entre las agrupaciones

* Economista e Ingeniera Industrial de la Universidad de los Andes, investigadora del OCyT.
** Economista de la UPTC y Magíster en Economía de la Universidad Nacional, profesor investigador de la Pontificia Universidad Javeriana.

con mejores desempeños económico y tecnológico se encuentra la cadena Metalúrgica–Metalmecánica; por esta razón fue seleccionada en el presente estudio. Para efectos del análisis, la cadena se divide en dos grandes componentes, el Metalúrgico (37) y el Metalmecánico (38). En ambos se efectuará una breve caracterización de sus desempeños tanto económico como tecnológico, con el fin de proporcionar los referentes necesarios para contrastar y dimensionar el desenvolvimiento y los logros alcanzados por cada una de las empresas estudiadas en la presente investigación y que se inscriben en los eslabones de esta cadena productiva.

El análisis del desempeño económico abarca una breve descripción de la cadena y de los rasgos que la caracterizan, de su evolución en la década de los años 90, de su comportamiento competitivo, de la evolución de sus mercados y de su desempeño productivo. El análisis tecnológico presenta una caracterización de la cadena en términos de las actividades de innovación y sus resultados. Adicionalmente, se señalan algunas consideraciones sobre sus procesos de modernización.

Descripción de la cadena

El encadenamiento industrial constituido por las actividades productivas que van desde la extracción del mineral de hierro y los sucesivos procesos de transformación de que es objeto, hasta la obtención de los productos metalmecánicos destinados a los consumidores finales, está configurado por relaciones técnicas y económicas de tipo insumo – producto que configuran un encadenamiento productivo compuesto por las divisiones industriales Metalúrgica (37) y la Metalmecánica (38) de la (CIIU) revisión 2.

La metalúrgica abarca la *industria básica de hierro y acero (371) y la industria básica de metales no ferrosos (372).* La primera cubre la producción de ferroníquel y sus derivados, y de productos primarios de hierro y acero, en tanto que la segunda comprende la recuperación y fundición de plomo, zinc, estaño, níquel y metales preciosos. La metalmecánica (38), por su parte, abarca las ramas de *productos metálicos elaborados (381), maquinaria no eléctrica (382), maquinaria eléctrica (383), material y equipo de transporte (384) y equipo profesional y científico (385).* En el presente trabajo estas ramas se agrupan en cuatro subramas, la primera conformada por el sector 381, la segunda por los sectores 382 y 383, la tercera por el sector 384, y la última por el 385.

El encadenamiento comienza con la extracción de los productos minerales, los cuales pueden ser ferrosos o no ferrosos; en la cadena metalúrgica (37) se realiza un primer proceso que tiene por objetivo transformar estos recursos de la naturaleza en productos que puedan ser utilizados a escala industrial y en la sociedad en general.

En un segundo momento, en las actividades metalmecánicas (38) se transforman los productos obtenidos anteriormente en artículos útiles, ya sea en forma de productos metálicos finales, de bienes intermedios o de bienes de capital. Los bienes generados en esta fase son:

- Productos metálicos elaborados (381), es decir, todos aquellos productos que no son utilizados a nivel industrial y más bien son consumidos por la sociedad como bienes finales, por ejemplo, molinos manuales, hojas y máquinas de afeitar, machetes, muebles metálicos para hogar y cocina, estanterías metálicas, ventanas, puertas, estructuras metálicas para edificaciones, envases de hojalata, calderas y generadores de vapor, entre otros[1].
- Maquinaria no eléctrica (382), la cual cubre productos destinados a la industria en forma de maquinaria o bienes de capital sin componente eléctrico, por ejemplo, motores (gasolina y diesel), turbinas (vapor, gas e hidráulicas), construcción de maquinaria y equipo para la agricultura, elaboración de máquinas de cálculo y contabilidad, maquinaria y equipo para embotellar, empaquetar y embalar, principalmente.
- Maquinaria eléctrica (383), con productos que se destinan a la industria en forma de bienes de capital o maquinaria con componente eléctrico, principalmente, maquinaria industrial; sin embargo, su peso relativo más importante se encuentra en bienes finales tales como equipos y aparatos de radio, televisión y telecomunicaciones, lavadoras, brilladoras, planchas, aparatos y suministros eléctricos, entre otros.
- Material y equipo de transporte (384), que en general se dedica a la construcción y reconstrucción de embarcaciones, fabricación de equipo ferroviario; al ensamble de vehículos automotores, chasises y remolques.
- Equipo profesional y científico (385), que incluye la fabricación de instrumentos de medida y control, aparatos fotográficos e instrumentos de óptica y relojería.

El proceso se puede visualizar en el **Diagrama 1.**

Industria metalúrgica

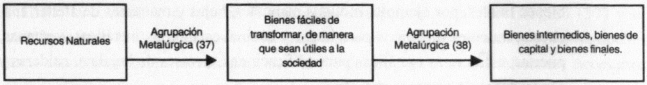
A continuación se explica el proceso de transformación del mineral de hierro, la caliza y el coque, en bienes intermedios para la industria y de manera particular para la rama metalmecánica[2]. El mineral de hierro colombiano se caracteriza por su bajo contenido de hierro, aproximadamente 45%, y por la considerable presencia de impurezas de azufre y fósforo que disminuyen su beneficio (NEDO, 2002). Con respecto a la caliza y el coque, es de destacar su obtención mediante procedimientos artesanales. En el país, una alta proporción de estos recursos se encuentra localizada en la región boyacense, en las cercanías de la empresa siderúrgica Acerías Paz del Río, hecho que explica la concentración de esta actividad en la región.

[1] En Colombia se producen principalmente estructuras metálicas para edificaciones.

[2] En el caso de los no ferrosos (aluminio, plomo, zinc, estaño, níquel y metales preciosos) el proceso es similar.

Diagrama 1

Cadena metalúrgica - metalmecánica



Fuente: Elaboración propia a partir de documentos del DNP y entrevistas a expertos.

Tal como lo ilustra el **Diagrama 2**, en la industria metalúrgica se presentan dos tipos de procesos, los integrados y los semi-integrados. En el primero, propio de Acerías Paz del Río, a partir del mineral de hierro, la caliza y el coque, mediante un alto horno se adelanta una prerreducción directa, cuyo objetivo es obtener el arrabio, materia básica del proceso metalúrgico. Posteriormente, en las acerías se mejoran las características del arrabio y se convierte en hierro y acero de calidad comercial. En el segundo tipo, el arrabio de hierro y la chatarra mediante procesos de fundición llevados a cabo en hornos eléctricos y con el uso de fundentes, se transforman en discos, piñones, bielas y otras materias primas aptas para su utilización en la empresa metalmecánica. El 60% de la chatarra que emplean las empresas semi-integradas se importa, dada la baja oferta nacional.

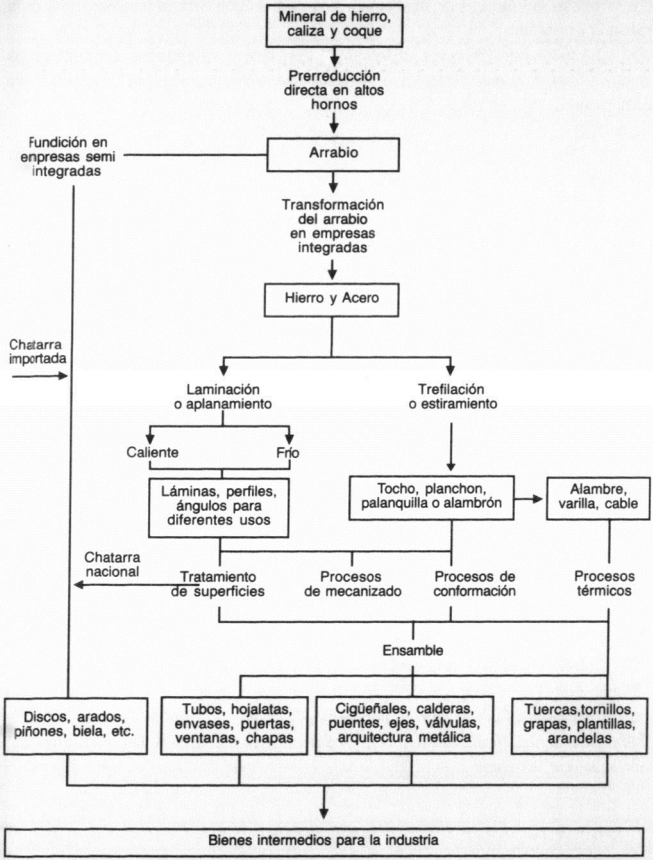
Aunque el hierro y el acero ya tienen las propiedades requeridas para su transformación, se encuentran en formas inmanejables para la empresa común (grandes tamaños y espesores), por ello deben llevarse a formas útiles para la industria metalmecánica; esto se realiza a través de los siguientes procedimientos:

- Laminación: el hierro o el acero se dejan en forma de láminas o perfiles. La laminación puede llevarse a cabo en frío o en caliente.
- Trefilación: el hierro y el acero se estiran y se dejan en la presentación de tochos, planchones, palanquillas o alambrones.

Una vez terminada esta etapa se forman piezas más elaboradas mediante los procesos de:

- Tratamiento de superficies: a través de diversos procedimientos químicos se añaden propiedades a la superficie de las piezas.
- Proceso de mecanizado: transforma mecánicamente las piezas mediante cortes, fresados, torneados, taladrados, y da a las piezas las formas según las necesidades y especificaciones.
- Proceso de conformación: mediante la forja, la extrusión, el troquelado, la estampación o el plegado de lámina, se transforman o modifican las piezas, según las formas requeridas por la industria.
- Tratamientos térmicos: al alambrón convertido en varilla o alambre se le somete a estos tratamientos con el fin de aumentar su dureza.

Diagrama 2
Cadena metalúrgica (37)



Fiente: Elaboración propia a partir de entrevistas a expertos.

Una vez realizados los procedimientos anteriores, se hace el ensamble de piezas más evolucionadas, dando origen a los bienes finales de la rama metalúrgica que, junto con los bienes finales del proceso de fundición y con el alambrón, son la materia prima de la industria en general.

En todos estos procesos, el sobrante es enviado a las empresas semi-integradas como chatarra. Adicionalmente, los residuos fosfatados son utilizados por el sector agrícola como abonos.

Industria metalmecánica

Esta utiliza como insumos los productos provenientes de las actividades metalúrgicas, tanto los ferrosos como los no ferrosos, además, los productos de otras cadenas como plásticos, cauchos, entre otras. Las actividades de transformación de los productos metálicos dan lugar a la conformación de cuatro subcadenas. La primera, la de los productos metálicos, cuyo destino final es el sector de la construcción; la segunda subcadena, conformada por las ramas de actividades que dan lugar a la fabricación de bienes de capital; la tercera, la de transporte; y la cuarta, la conformada por la fabricación de equipo medico y científico[3] (ver **Diagrama 3**).

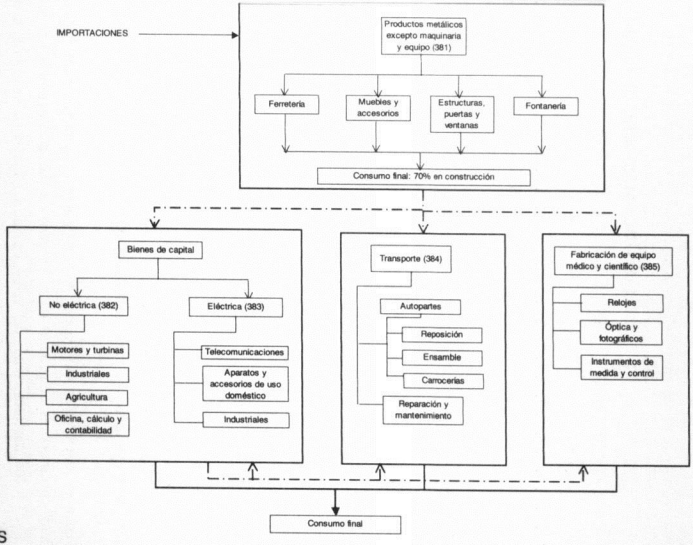
Con relación a la primera cadena, la conformada por los procesos de fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipo (381), debe señalarse, que estos constituyen productos finales (ferretería, fontanería, puertas y accesorios) e insumos (tales como herramientas, partes y piezas, entre otros) que en un porcentaje equivalente a un 70% se orientan a la industria de la construcción. A partir de estos insumos la cadena se eslabona hacia adelante con las otras cadenas.

Con respecto a la segunda cadena, de fabricación de bienes de capital, está subdividida en las ramas de maquinaría y equipo no eléctrico (382), y eléctrico (383). Estas dos industrias reciben los insumos provenientes de la cadena 381 y obtienen, entre otros, productos que son empleados por sus propias empresas, por empresas de la cadena de transporte (384) y la cadena de equipo médico y científico (385).

La tercera cadena, conformada por la fabricación de partes y piezas para el sector del transporte (naval, ferroviario, automotriz, aeronaves, motocicletas y bicicletas) (384), recibe los insumos producidos en la cadena 381, y algunos productos de la cadena de bienes de capital (turbinas, motores, y componentes eléctricos), los que utiliza para manufacturar sus bienes.

[3] Por facilidad expositiva a cada una de estas subcadenas la llamaremos cadena.

Diagrama 3
Cadena metalmecánica (38)



Fuente: Elaboración propia a partir de documentos del DNP y entrevistas a expertos.

La cuarta cadena, conformada por la fabricación de equipo médico y científico (385), recibe insumos provenientes de la cadena 381 y de la industria de bienes de capital.

Cabe advertir que si bien estos encadenamientos dan lugar a productos destinados a diferentes sectores económicos (por ejemplo, construcción, transporte, servicios, etc.) el eslabón estructurante lo constituyen las actividades de la agrupación 381. Tal como se evidencia en el Diagrama 3 y en el estudio del Departamento Nacional de Planeación – DNP de 1997.

Caracterización general de la cadena

La cadena, según la Encuesta Anual Manufacturera, en 1999 contaba con 1.512 establecimientos industriales. Por tamaño de empresa, en 1998 el 76,3% de sus establecimientos eran pequeñas empresas y solo 4,2% eran grandes. La actividad que presentaba la mayor proporción de Pymes era la agrupación de maquinaria y equipo no eléctrico, con un 97,1% del total, en tanto que las industrias básicas de metales no ferrosos contaban con la mayor participación de la gran empresa, con el 9,1% (Ministerio de Desarrollo Económico, 1998).

Esta cadena, a contrapelo de los requerimientos del desarrollo industrial del país, cuenta con una vocación exportadora que es inferior al promedio del sector manufacturero y además es la que contribuye en mayor grado al elevado desbalance externo de la industria. En efecto, mientras aportó el 14.4% del total del valor agregado industrial entre 1994 y 1998, apenas lo hizo con el 12.8% de las exportaciones del sector; por el contrario las importaciones de productos de la cadena representaron el 56.5% del total de la industria en igual periodo (Malaver 2002). Lo más significativo es que esta situación, como se verá más adelante, tendió a empeorar al finalizar la década de los años 90.

Ahora bien, a nivel internacional el desarrollo relativo de la cadena es menor frente a otros países del tercer mundo e, incluso, frente a países latinoamericanos como Brasil, México o Venezuela. Y esto no solo por la combinación de desventajas comparativas, sino por un menor desarrollo de sus ventajas competitivas. Tal es la situación frente a Venezuela, el país del cual proviene la mayor parte de las importaciones de hierro y acero (Acerías Paz de Rio, 2001).

En Venezuela se extrae un mineral que da lugar a la producción de hierro y acero de mayor calidad, con menores exigencias en el proceso de reducción (proceso para obtener el arrabio) y con menores costos derivados de que las minas se encuentran a cielo abierto. A ello se agrega que Sidor, la principal empresa siderúrgica del país vecino, goza de una ventaja en cuanto a su localización, por su cercanía a los puertos, lo cual se traduce en menores costos de transporte para acceder a los mercados internacionales (Perdomo, et al., 2003).

A las ventajas comparativas mencionadas se adicionan las provenientes de factores de carácter micro. Sidor, por ejemplo, cuenta con una capacidad de producción sustancialmente mayor: mientras ésta puede producir más de 7 millones de toneladas al año,

Acerías Paz del Rio apenas bordea las 250 mil. A estas ventajas de economías de escala, de las cuales se beneficia la empresa venezolana, se agregan las provenientes de contar con tecnologías mucho más modernas, que se traducen en mayor eficiencia en sus procesos productivos y en mayor calidad del producto obtenido (ibid).

El desarrollo de la cadena se ve obstaculizado a nivel interno por su relativa desarticulación. Por un lado, la cadena se halla integrada solamente en el trecho comprendido entre la metalúrgica y las actividades metalmecánicas relacionadas con la elaboración de productos para el sector de la construcción. Sin embargo, a causa de la recesión económica, la cual resintió considerablemente al sector de la construcción, la desarticulación de la cadena hacia delante se ha agudizado. Por otro lado, la baja calidad y los precios de los productos elaborados en la industria metalúrgica, resultan poco atractivos frente a las importaciones. De este modo, muchas actividades del sector metalmecánico obtienen sus insumos de hierro y acero de la producción de empresas extranjeras mediante importaciones, que aumentaron a raíz de la apertura. Adicionalmente, el tamaño del mercado imposibilita la generación de economías de escala; los mayores costos de producción de hierro y acero, dada la baja calidad del mineral de hierro; y la necesidad de importar chatarra, hierro y aceros especiales cada vez a un mayor costo, no permiten vislumbrar un futuro alentador para la cadena, ni la posibilidad de generar ventajas competitivas en el corto plazo.

A pesar de lo anterior, los cambios ocurridos en los años 90 han presionado para que algunas empresas de la cadena adelanten inversiones en la modernización de sus procesos productivos, especialmente en la compra de tecnologías incorporadas en bienes de capital; sin embargo, estas no se han orientado a la generación de mayor valor agregado, ni al aumento de las exportaciones, por ejemplo, a través de la producción de aceros especiales o de altas especificaciones y calidad, lo cual permitiría sustituir las importaciones actuales de estos productos y promovería la integración de la cadena y abriría la posibilidad de atender algunos nichos en el mercado internacional. Lo anterior señala las debilidades estratégicas de la cadena ante las demandas del entorno competitivo (Malaver y Vega, 2003).

Evolución de la cadena

Una mirada rápida al desenvolvimiento de la cadena durante la década de los años 90 indica que éste fue uno de los subsectores de la industria que sintió con mayor rigor los efectos de las vicisitudes de estos años[4]. Como lo revela el **Cuadro 1**, se redujo su participación en las principales variables internas (producción bruta, PB; empleo, N; valor agregado, VA) frente a los totales industriales; en cambio, en el frente externo, aumentó su

[4] Para efectos del análisis, el periodo comprendido entre 1986 y 2001 se diferencia en tres etapas. La primera comprendida entre 1991 y 1995, donde se evidencia el efecto de la apertura económica; la segunda entre 1996 y 1999, años afectados por la crisis económica del país y la violencia; y la tercera entre 2000 y 2001, donde se observa una aparente recuperación.

participación en el conjunto de las exportaciones, X, y en mayor grado en las importaciones, M. Sin embargo, el aumento en sus importaciones fue más vertiginoso y ello se tradujo en el incremento sustancial de la brecha entre esas dos variables hasta revertirse en el momento en que comienzan a sentirse los efectos de la recesión interna, que en esta cadena se remontan a finales de 1996.

Cuadro 1

Evolución de la industria y la cadena metalúrgica - metalmecánica
Según dinámica por períodos y participación en la industria nacional

Período	Empresas (NE)	Empleo (N)	V. Agregado (VA)	Producción Bruta (PB)	Exportaciones (X)	Importaciones (M)
Dinámica del total de la industria: promedio del crecimiento						
86-90	3,0	2,1	3,9	5,0	20,8	14,1
91-95	2,0	6,9	11,4	8,3	5,9	22,9
96-99	-3,1	-5,3	-0,5	-1,2	10,8	-2,7
00-01	-	-0,4	11,5	8,8	10,7	11,9
Dinámica de la cadena metalúrgica - metalmecánica: promedio del crecimiento						
86-90	3,3	2,0	6,2	5,7	8,7	18,5
91-95	2,8	6,8	8,5	9,3	12,5	28,5
96-99	-4,7	-9,0	-6,2	-8,1	15,4	-7,1
00-01	-	5,3	18,9	10,6	32,6	23,8
La cadena como proporción del total industrial						
86-90	21,1	20,1	18,1	18,7	9,3	48,9
91-95	21,5	19,1	17,3	18,6	12,5	64,0
96-99	20,9	17,7	15,7	17,0	17,6	63,3

Fuente: DANE, EAM 1986-2000, MMM 2001
EAM: Encuesta Anual Manufacturera
MMM: Muestra Mensual Manufacturera

Al interior del encadenamiento se destacan dos aspectos en su evolución. Por un lado, el comportamiento de toda la cadena está determinado en mayor medida por el desempeño de la metalmecánica que de la metalúrgica, dado su mayor peso relativo en todas las variables de la cadena. La participación de la metalúrgica dentro de la cadena es a lo sumo de 25% en variables como el VA y la PB. En otras, como el número de empresas, la participación es aún más baja. Del hecho que pocas empresas produzcan y agreguen valor se infiere que se trata de empresas grandes con una productividad laboral relativa muy alta; esto se corrobora al ser el N la segunda variable con menos peso relativo dentro de la cadena, lo que también

sugiere que la metalúrgica es intensiva en capital.

Por otro lado, durante el periodo considerado y para las variables mencionadas, las ramas que hacen parte de estos dos grandes componentes de la cadena han mantenido su participación dentro del total, salvo el caso del comercio exterior. En este caso, mientras las agrupaciones de la metalúrgica han disminuido su participación en las importaciones de la cadena, solo la rama de material y equipo de transporte la ha aumentado en materia de exportaciones.

Al ahondar en lo ocurrido en la década de los 90 se encuentra que el efecto de la apertura fue diferenciado en las distintas ramas que componen la cadena. En particular, se destaca el impacto negativo registrado en la dinámica del comercio exterior de los metales ferrosos, productos metálicos excepto maquinaria y equipo y bienes de capital. Esto frente al importante aumento de la participación en exportaciones que exhibe la rama automotriz, motivado en buena parte por el efecto combinado del aumento de las importaciones y la recesión, que comprimieron el mercado interno.

Con respecto a la grave recesión que ha venido experimentando la economía colombiana, su efecto ha sido mayor en el caso de la cadena que en la totalidad de la industria. La fuerte caída de la demanda interna, según la encuesta de la ANDI, constituye el principal factor explicativo de su deterioro; hecho reforzado por la baja propensión a exportar como se revela en el **Cuadro 2** -que se analizará más adelante-. Sin embargo, en el periodo 1996–1999 aumentan las exportaciones de la cadena, lo cual sugiere su incursión en mercados internacionales para suplir la disminución de la demanda interna[5].

En el último período, es decir, después de la recesión, la cadena presenta un comportamiento alentador en su crecimiento, con excepción de las agrupaciones de metales ferrosos y de equipo médico y científico, los cuales disminuyen su producción, y de maquinaria y equipo excepto la eléctrica, que disminuye su valor agregado.

[5] Esta estrategia, de tipo reactivo, no parece ser exclusiva de las agrupaciones y empresas de esta cadena, según se desprende de los resultados de otros estudios del sector industrial. Al respecto puede verse a Malaver (2002).

Cuadro 2

Comportamiento del sector externo
Industria nacional y cadena metalúrgica - metalmecánica
Según indicadores de comercio exterior
Porcentajes

Año	Industria nacional				Cadena			
	AEX (1)	PIMP	BC (2)	BCR	AEX (1)	PIMP	BC (2)	BCR
1986	5,6	15,3	-976,0	-0,51	4,1	32,1	-623,1	-0,83
1987	6,3	18,2	-1333,0	-0,54	3,3	38,6	-985,9	-0,90
1988	6,6	19,0	-1486,9	-0,54	3,1	36,8	-1015,5	-0,90
1989	7,7	18,9	-1397,0	-0,47	3,2	38,1	-1087,7	-0,90
1990	9,8	20,9	-1448,4	-0,42	4,6	42,9	-1263,3	-0,88
1991	12,8	21,3	-1145,2	-0,30	7,6	43,8	-1215,6	-0,81
1992	10,8	22,8	-1801,4	-0,42	7,2	47,7	-1648,3	-0,84
1993	10,9	29,6	-3318,3	-0,55	7,1	58,0	-2959,5	-0,89
1994	10,3	29,8	-3810,7	-0,58	7,3	59,5	-3373,6	-0,90
1995	11,7	30,6	-3999,9	-0,54	8,5	60,0	-3471,7	-0,88
1996	10,7	29,3	-3843,3	-0,55	9,1	59,6	-3249,2	-0,87
1997	11,4	30,6	-4301,9	-0,55	11,8	61,2	-3653,2	-0,84
1998	12,8	31,4	-4094,1	-0,51	14,1	63,9	-3591,6	-0,83
1999	15,1	29,4	-2860,1	-0,40	18,0	62,8	-2433,5	-0,77

Fuente: DANE, EAM 1986-2000
AEX: apertura exportadora, PIMP: penetración de importaciones,
BC: balanza comercial, BCR: balanza comercial relativa
(1) Porcentajes
(2) Miles de millones de dólares

En resumen, la cadena se ha visto deteriorada desde la apertura económica, como quiera que la dinámica de sus principales variables ha sido inferior a la registrada en la industria en general. Y si bien el aumento de sus exportaciones ha sido importante y, en cualquier caso, mayor que el alcanzado por el sector manufacturero, el aumento de las importaciones fue más alto y, como consecuencia de ello, el desbalance externo fue mayor que en el agregado industrial. En forma análoga a lo acontecido en el sector industrial, al finalizar el periodo esta cadena se encuentra más abierta al comercio internacional, pero el país tiene una mayor dependencia de las importaciones de este tipo de bienes.

Diversas interpretaciones se han tejido para explicar esta situación. Entre ellas se destacan: el efecto adverso del contrabando, la revaluación que experimentó el peso colombiano durante los años de la apertura y el inicio de la contracción de la producción; la competencia desleal de productos provenientes de Venezuela; la profunda crisis del sector

de la construcción (alto demandante de los productos de la cadena); los altos costos financieros en que tuvieron que incurrir las empresas, especialmente en el lapso que antecedió a la crisis; la lenta rotación de cartera y la falta de capital de trabajo; y la crisis política (Ministerio de Desarrollo Económico, 1998). Hacia el futuro se espera que la recuperación del sector de la construcción de vivienda, así como la demanda generada por las obras públicas, la recuperación de la demanda automotriz, contribuyan de manera significativa a retornar a esta cadena a la senda de crecimiento y a elevar su participación dentro de la industria manufacturera. Sin embargo, esa recuperación no apunta a resolver los problemas estructurales expresados, por ejemplo, en la desarticulación de la cadena.

Evolución de la competitividad de la cadena en los años 90

Para profundizar en la caracterización de la evolución de la cadena durante la última década, enseguida se abordará el estudio de su competitividad. Para ello se utilizarán indicadores de comercio exterior[6] y la relación comercial con otros países. En tal sentido, estos indicadores señalan un acentuado deterioro en la competitividad de la cadena que en seguida se describirá (Ver Cuadro 2).

Indicadores de comercio exterior y competitividad de la cadena

El análisis simultáneo del comportamiento de la apertura exportadora, AEX, y la penetración de las importaciones, PIM, exhibido por la cadena, sugiere algunas conclusiones derivadas de la dinámica de su comercio exterior. A semejanza de lo ocurrido en la industria nacional, la cadena inicia su AEX hacia finales de los años ochenta, aunque con menor vigor que aquella, y es solo a partir de 1997 que logra superar la tasa de AEX de la industria nacional. En cuanto a la PIM, la cadena metalúrgica-metalmecánica durante el periodo de análisis se caracteriza por tener tasas más altas y crecientes que el promedio industrial. De lo anterior se desprende el notable aumento del déficit comercial de la cadena que, no obstante, parece disminuir desde 1997 por efectos de la combinación del aumento de las X con la disminución de las M derivada de la caída de la actividad interna.

El déficit comercial creció de manera tal que desde 1992 las M superan la PB de la cadena; adicionalmente, esta PB se destina principalmente al mercado doméstico. De

[6] Dentro de los indicadores de comercio internacional y competitividad industrial se analizarán 4 indicadores. El indicador de apertura exportadora, AEX, que resulta de dividir las exportaciones por el PIB; el indicador de penetración de importaciones, PIM, que se obtiene de dividir las importaciones por el consumo aparente (PIB + M – X); la balanza comercial, BC, resultante de la resta entre X e M; y la balanza comercial relativa, BCR, la que compara la balanza comercial del país (o industria específica) con el conjunto de economías con las cuales comercia: (X – M)/(X + M).

acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Económico (2000), en el año 2000 la subcadena que más contribuyó a generar el déficit en la balanza comercial fue la de bienes de capital, que generó en el año 2000 75,5% del saldo negativo. A su vez, el sector de menor incidencia fue la industria básica de metales no ferrosos, que solo aportó el 3,7% del total.

Al observar los indicadores de PIM y el de AEX, se hace evidente el efecto tanto de la apertura económica como de la crisis de los últimos años sobre la relación de la cadena con el mercado internacional. La apertura tuvo un efecto más inmediato en las M, y más a mediano plazo en las X, hecho que muestra el impacto de un entorno favorable para el crecimiento de las primeras (reducción de barreras arancelarias y para-arancelarias, revaluación y crecimiento de las tasas de interés) y la dificultad existente para crear en el corto plazo capacidades competitivas traducidas en el aumento de la oferta exportable.

Con respecto a la crisis, el comportamiento de las X registrado después de 1997[7] y la relativa estabilización de la PIM, sugieren que la cadena en su conjunto ha empezando a incursionar en los mercados externos, principalmente a nivel de América -como se verá en el siguiente apartado-, como una forma de evadir los efectos de la contracción del mercado interno, la cual, de paso, frenó la expansión de las M.

Es importante mencionar que tener M muy superiores a las X no seria negativo siempre y cuando dichas M fueran de bienes de capital para la modernización tecnológica, o materias primas y bienes intermedios no producidos en el país. Sin embargo, como se analizará más adelante, ésta no es la razón. Más bien, revela deficiencias en el eslabonamiento hacia delante de la cadena, esto es, en los nodos en los cuales se generan productos con mayor valor agregado, a los cuales esta asociada, por lo demás, la profundización en el desarrollo industrial del país. Disminuir el déficit en la balanza comercial de la cadena, sin afectar la necesaria importación de maquinaria y equipo no producido en el país, se constituye en el gran reto y representa el mejor estimulo para transformar la especialización colombiana bajo las nuevas condiciones de internacionalización de la economía. Un ejemplo de lo anterior lo constituye el sector automotor que logró incrementar su producción por encima del 40% en el año 2000, gracias a la consolidación de sus exportaciones, especialmente las dirigidas a Venezuela bajo el programa "Carro familiar 2000" (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000).

El análisis de la balanza comercial relativa, BCR, uno de los indicadores que mejor describe y sintetiza el comportamiento externo de una industria, corrobora los anteriores resultados[8]. Al igual que la industria manufacturera que se caracteriza por ser un importador neto (excepto para el año 1991), la cadena también lo ha sido, solo que en mayor grado y

[7] Después del año 2000 el comportamiento creciente de las exportaciones de la cadena se debe tal vez a la devaluación, la disminución de la inflación y de la tasa de interés.

[8] Este indicador oscila entre –1 y 1. Cuando la BCR es menor que –0.33 se dice que la industria es importador neto y cuando supera a +0.33 se considera que es un exportador neto.

en un grado tal que se acerca al menos uno (-1). Esto se deriva de la precaria orientación exportadora que la caracterizó hasta bien entrada la década de los 90, y que se refleja en la BCR. No obstante, el paulatino aumento de las X registrado a lo largo del periodo observado, que se acrecentó como respuesta a la crisis, logro compensar en buena medida el acelerado incremento de las M, especialmente durante el periodo de apertura; esto llegó a estabilizar el nivel negativo de la BCR, a partir de la segunda parte de la década.

Todos estos indicadores apuntan, en general, a revelar un mayor deterioro de la competitividad de la cadena durante la década de los 90. No obstante, debe advertirse que en los últimos años se observan algunos signos de mejoría en los indicadores de competitividad de la misma.

En síntesis, durante la última década el desempeño externo de la cadena la muestra más abierta al ámbito internacional, pero con un importante aumento de su abultado déficit comercial, como indicador claro del deterioro en la competitividad que sufrió en estos años.

El comercio por grupos de países y la competitividad de la cadena

Las relaciones comerciales de la cadena con el resto de países permiten corroborar su deterioro competitivo. En el **Cuadro 3** se identifica cómo y con cuáles de ellos la balanza comercial se tornó más negativa. En el período 1991–1995 aumenta el déficit de la balanza comercial con todos los grupos de países con quienes se mantienen relaciones comerciales. Esto fue ocasionado en gran medida por el incremento de las importaciones de la industria automotriz y de bienes de capital para la modernización del aparato industrial en su conjunto, como resultado de la presión que trajo consigo la apertura. Esa tendencia se detiene desde 1996 y se revierte completamente a partir de 1998 debido al inicio y consumación de la recesión, que se expresó en la contracción de la demanda interna, en la parálisis de la actividad productiva y, como consecuencia de ello, en la caída de las importaciones de bienes de transporte y de bienes de capital. Esto se combina con la reducción de las tasas de interés y la devaluación registrada con fuerza desde 1998 para reforzar los esfuerzos por aumentar las exportaciones al interior de la cadena, esfuerzos que buscan en alto grado eludir los efectos de la recesión.

Al interior de los bloques de países considerados se presentó, en general, una situación semejante a la descrita. En el período de apertura, 1991-1995, el déficit creció aceleradamente; luego se estanca y a partir de 1998 tiende a disminuir, aunque con diferentes grados de intensidad entre bloques y con una destacada excepción, la Comunidad Andina de Naciones - CAN, con la cual en el año 2000 se logra, por primera vez, un superávit comercial. De esta forma, solo con la CAN y con el Resto de América Latina la cadena tiene superávit.

Cuadro 3

Comercio exterior cadena metalúrgica - metalmecánica
Comportamiento por bloques económicos
Balanza comercial
Millones de dólares

Bloques económicos	Períodos		
	1991-1995	1996-1999	2000
NAFTA	**-1771,3**	**-2691,4**	**-2003,5**
MERCOSUR	**-242,9**	**-260,3**	**-268,8**
CAN	**-299,8**	**-219,5**	**120,3**
Resto A.L	**33,1**	**46,4**	**91,3**
Unión Europea	**-964,3**	**-1355,4**	**-674,2**
Resto Europa	-77,3	-113,0	-72,3
Tigres Asiáticos	**-1019,9**	**-1017,5**	**-616,5**
Resto Asia	-87,1	-203,2	-275,3
Zona Franca Pacifico	0,0	2,3	20,7
Africa	-24,1	-11,2	-12,8
Oceania	-2,6	-2,4	-1,3
No declarados	-20,1	-109,8	-3,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UMI - Ministerio de Desarrollo

Ahora bien, los flujos comerciales revelan un importante cambio en la estructura de las exportaciones de la cadena. En estas modificaciones se destacan el aumento sustancial de las ventas hacia la CAN que, de lejos, es el principal destino externo de la producción de estos bienes. Aunque más reducido, también se destaca el incremento de las exportaciones hacia los Tigres Asiáticos y, en menor grado, hacia el Mercosur. En sentido inverso, sobresale la ostensible reducción de la participación de las ventas efectuadas en los países de la Unión Europea, que de ser el principal destino externo en 1991, descendió al tercer lugar al final de la década. No obstante lo anterior, debe destacarse una tendencia bastante acentuada que se registra desde comienzos de la recesión interna: una sensible y paulatina reducción de las exportaciones hacia Nafta, en particular hacia Estados Unidos. Esta tendencia es acompañada por una dinámica, también paulatina, de incremento de las exportaciones que tienen como destino el "Resto de América Latina", la cual se registra desde 1996. Con menor fuerza, desde 1998 se presenta una leve recuperación de las exportaciones hacia la Unión Europea.

Por componentes de la cadena se encuentran algunas diferencias. Mientras la rama metalúrgica exporta en mayor medida a la Unión Europea, la rama metalmecánica lo hace hacia la CAN.

Con respecto a las importaciones, su estructura se ha mantenido relativamente

estable desde 1991. La cadena ha importado bienes principalmente del Nafta, la Unión Europea, los Tigres Asiáticos y la CAN. Adicionalmente, y al igual que en el caso de las exportaciones, se observan diferencias al interior de la cadena: mientras la rama metalúrgica importa principalmente de la CAN (especialmente, hierro y acero de Venezuela), la metalmecánica lo hace del Nafta (especialmente, bienes de capital y de la industria automotriz).

Las balanzas comerciales al interior de la cadena indican que la rama metalúrgica sostiene una relación comercial crecientemente deficitaria con el Nafta, la CAN y los Tigres Asiáticos. En contraste, con la Unión Europea se ha establecido una relación de superávit. Con respecto a la rama metalmecánica, si bien ésta ha mantenido una relación deficitaria con el Nafta, la CAN y los Tigres Asiáticos, desde 1996 empieza a disminuir, e inclusive a ser positiva con la CAN.

En resumen, la cadena parece estar perdiendo competitividad frente a los países con quienes comercia, excepto con la CAN, hacia donde realiza en grado creciente el grueso de sus exportaciones e incluso logró un leve superávit en el año 2000. Esto revela un creciente proceso de integración de hecho con los países de la CAN, el cual señala, además, la trayectoria del proceso de aprendizaje exportador de una buena cantidad de empresas de la cadena, con la acumulación de capacidades competitivas que ello encierra, pero con el peligro derivado de depender de la suerte de los mercados de economías atravesadas por una notable inestabilidad política y económica; dependencia que torna vulnerable el desempeño de la cadena. Sin embargo, es importante mencionar la tendencia exportadora de la cadena hacia otras zonas, especialmente Resto de América Latina y Mercosur y, más recientemente, la Unión Europea, lo cual constituye un indicio sobre la intención de diversificar sus mercados externos.

De cara a las negociaciones del ALCA, el comportamiento externo de la cadena durante la década resulta de vital importancia para su futuro. Las exportaciones hacia los países panamericanos superan a finales de los años 90 el 70% del total, pero con una fuerte reducción de las ventas en los Estados Unidos y el Nafta, que de representar el 33.3% en 1993 descendieron al 14.1% en 2000. Por el contrario, las importaciones de estos países bordean el 60% en el año 2000, mientras las provenientes del Nafta representaron el 43.8% del total.

Efectos de la evolución de la demanda en el comportamiento de la cadena

En esta sección se analiza el comportamiento de la demanda de los productos de la cadena tratando de establecer su incidencia sobre ésta. En particular, se intenta establecer el efecto de los cambios del entorno (apertura, recesión, etc.) sobre los mercados de la cadena.

Para el logro de ese objetivo, el análisis de la demanda se basa en su descomposición según sus fuentes de expansión, esto es, la demanda interna, las exportaciones y la sustitución de importaciones[9], y sobre el indicador de utilización de la capacidad de planta.

El sustancial aumento de las importaciones registrado durante el período 1991-1995, de apertura económica, representó una mayor competencia en el mercado interno. Esta situación presionó la reducción de la demanda interna por los bienes de la cadena elaborados en el país. En el mismo sentido obró, posteriormente, la recesión de la economía colombiana al reducir la capacidad de compra y deprimir las expectativas frente a la inversión. Sin embargo, tal como lo ilustra el **Cuadro 4**, tanto antes como después de la apertura la demanda interna constituyó la principal fuente de expansión de la producción bruta de la cadena.

Cuadro 4
Dinámica del PIB
Cadena metalúrgica - metalmecánica
Según fuentes de expansión de la demanda

CIIU 3 dígitos	Componentes	Período		
		1987-1990	1991-1995	1996-1999
37	Di	-374,8	70,7	210,9
	SIM	492,8	26,7	-141,8
	Xi	-18,0	2,6	31,0
	Total	100,0	100,0	100,0
38	Di	-54,4	152,5	97,0
	SIM	160,7	-43,6	-3,5
	Xi	-6,3	-9,0	6,5
	Total	100,0	100,0	100,0
Cadena	Di	-23,1	60,2	98,8
	SIM	133,2	-239,0	-4,2
	Xi	-10,1	278,8	5,4
	Total	100,0	100,0	100,0
Industria	Di	317,6	115,4	217,9
	SIM	-268,5	-46,0	-257,3
	Xi	50,8	30,6	139,4
	Total	100,0	100,0	100,0

Fuente: DANE, EAM 1986-1999

[9] La sustitución de importaciones hace referencia a la sustitución de productos de la cadena metalúrgica – metalmecánica por productos nacionales. Su opuesto indica la reversión de este proceso. Al respecto puede verse Chica, 1994, o Malaver, 2002.

La sustitución de importaciones, que era positiva en el período de preapertura, se tornó negativa en forma abrupta durante el período de apertura y el lapso 1996-1998. Esto expresa de manera contundente la presión sobre los mercados internos producidos por la apertura, y la perdida de muchos de ellos. Sin embargo, al final del período la reducción de las importaciones por efectos de la crisis se tradujo en una leve recuperación de los mercados perdidos.

Las exportaciones, por su parte, si bien jugaron un papel positivo durante todo el período[10], no fueron el motor de la expansión del sector que, esperaban los gestores del proceso de apertura. No jugaron tal papel ni siquiera frente a la caída del mercado interno provocada por la recesión, tal como aconteció en el sector manufacturero en su conjunto, en el cual representaron una salida para los empresarios frente a la contracción del mercado interno.

En resumen, el aumento de las ventas de la cadena fue jalonado por la demanda interna, pese a los choques de la apertura y la recesión. Esto aconteció a pesar de la fuerte presión que sobre los mercados internos enfrentaron las empresas del sector ante el empuje de los bienes importados; presión que se expresó en la reversión del proceso de sustitución de importaciones, el cual se tornó negativo, precisamente en el momento de la apertura. Una mirada de conjunto revela, igualmente, que la apertura económica para la cadena no trajo los efectos esperados en cuanto al aumento de las exportaciones como motor de su crecimiento. A pesar de los esfuerzos realizados durante la década, las empresas de estas actividades industriales no han logrado generar una oferta de productos competitivos en los mercados internacionales, por lo menos, no en la magnitud requerida para permitirle superar las restricciones del mercado interno.

Al estudiar el porcentaje de la capacidad utilizada como indicador del comportamiento de la demanda de la cadena, en el **Cuadro 5** se constata la reducción permanente que ésta ha sufrido a lo largo de la década. En el periodo de apertura, al igual que en el caso de la industria nacional, las empresas de la cadena lograron sostener su nivel de producción gracias al mercado interno y las exportaciones, a pesar de la pérdida del mercado provocada por la entrada de productos importados. Después de 1996, y como efecto de la recesión económica, es notoria la disminución progresiva de la demanda por los productos de la cadena, lo cual se refleja en la reducción dramática de la capacidad utilizada, al punto que más de un tercio de la planta se encuentra paralizada.

Sin embargo, al interior de la cadena dicho comportamiento difiere. En el caso de las empresas metalúrgicas, se presenta una importante recuperación después de 1999, alcanzando un porcentaje de capacidad utilizada similar al presentado en los primeros años de la década. Teniendo en cuenta la dinámica de las importaciones y exportaciones de la cadena,

[10] Cabe advertir que el valor exageradamente alto del período 1991-1995, se debe a los valores registrados en 1991, que parecen espúreamente altos en las cifras del DANE.

probablemente el factor que en mayor medida ha incidido en tal reactivación ha sido la recuperación de su cuota de participación en el mercado doméstico, gracias a que la devaluación presentada desde 1998 ha encarecido las importaciones de hierro y acero frente a los productos de las empresas siderúrgicas colombianas y ha favorecido las exportaciones. La reactivación de la construcción en ciernes también ha incidido en ella desde 2002.

Cuadro 5

Comportamiento de la demanda
Cadena metalúrgica - metalmecánica
Según nivel de capacidad utilizada
Porcentajes

Agrupación	Períodos		
	1992-1995	1996-1999	2000-2002
Metalúrgica	70,9	63,8	69,6
Metalmecánica	69,3	61,9	61,6
Total Industria	74,5	68,0	67,9

Fuente: Fedesarrollo

Aunque la reducción de la demanda interna afectó a la industria en su conjunto, el efecto ha sido mayor para la cadena, cuyas empresas están trabajando a un nivel de su capacidad de producción inferior al promedio nacional, lo que demuestra una vez más el papel que juega el mercado interno como fuente de expansión de sus ventas y determinante de su desempeño, lo que explica el mayor impacto negativo que trajo consigo la recesión económica, al resentir considerablemente al sector de la construcción, principal demandante de sus productos.

Los datos sobre el destino económico de las importaciones de la cadena ilustran los cambios que estas sufrieron durante la década de los 90 y que tendrán efectos en la competitividad de la misma. El **Cuadro 6** muestra cómo la apertura condujo a un aumento importante de las importaciones de bienes de consumo duradero y no duradero, y cómo después de 1996, por efecto de la recesión económica, este tipo de importaciones se reduce de manera considerable.

Al mirar el comportamiento de las importaciones de materias primas e insumos desde 1990, el cuadro 6 ilustra, a partir de su crecimiento, mayor al registrado por la PB, cómo la apertura revirtió el proceso de sustitución de importaciones de bienes intermedios por productos nacionales, y cómo al finalizar la década su participación dentro del total de importaciones ha aumentado. Así, al inicio del presente decenio la cadena fabrica y compite con un producto que incorpora menos componentes nacionales, lo cual sugiere un proceso de desindustrialización (Chica, 1994).

Cuadro 6

Crecimiento y composición de las importaciones en los años 90

Cadena metalúrgica - metalmecánica

Según su destino económico (clasificación CUODE)

Tipos de importación			Crecimiento por períodos (en porcentajes)			Participación promedio (en porcentajes)		
			91-95	96-99	2000	91-95	96-99	2000
37	Total		25.0	-19.9	54.2	100.0	100.0	100.0
	B. Consumo	Subtotal	-	-	-	0.0	0.0	0.0
		Duraderos	-	-	-	-	-	-
	B. Intermedios	Subtotal	24.3	-21.7	57.6	93.7	83.3	89.1
		Industrial	24.3	-21.7	57.6	100.0	100.0	100.0
	B. Capital	Subtotal	45.0	17.6	31.0	6.3	16.7	10.9
		Industria	17.4	38.8	-9.3	6.0	5.0	5.4
		Eq. transporte	824.8	-37.9	45.9	9.5	5.4	2.1
38	Total		37.0	-6.8	-4.1	100.0	100.0	100.0
	B. Consumo	Subtotal	49.5	-13.5	20.2	18.9	15.4	16.3
		Duraderos	48.4	-14.9	28.8	96.4	88.7	89.3
	B. Intermedios	Subtotal	24.7	7.6	-2.6	7.7	10.9	13.2
		Industrial	24.7	7.6	-2.6	100.0	100.0	100.0
	B. Capital	Subtotal	36.1	-6.6	-8.6	73.4	73.7	70.5
		Industria	33.0	-7.7	-5.2	68.5	71.7	71.1
		Eq. transporte	51.8	-2.9	-17.3	29.3	26.0	26.6
Cadena	Total		34.6	-8.4	0.4	100.0	100.0	100.0
	B. Consumo	Subtotal	49.5	-13.5	20.2	16.2	13.8	14.3
		Duraderos	48.4	-14.9	28.8	96.4	88.7	89.3
	B. Intermedios	Subtotal	24.0	-10.0	19.1	20.0	18.2	22.2
		Industrial	24.0	-10.0	19.1	100.0	100.0	100.0
	B. Capital	Subtotal	36.2	-6.4	-8.0	63.8	68.0	63.5
		Industria	33.0	-7.7	-5.2	67.6	70.1	69.8
		Eq. transporte	51.7	-3.1	-17.3	29.0	25.5	26.1

Fuente: UMI - Ministerio de Desarrollo Económico

Adicionalmente, el Cuadro 6 revela otro elemento fundamental para el futuro de la competitividad de la cadena. Ante la apertura y el nuevo entorno competitivo, muchas de las empresas dedicadas a la actividad metalúrgica y metalmecánica optaron por la modernización de su parque tecnológico, tal como lo muestra el crecimiento de las importaciones de bienes de capital. Sin embargo, este proceso se frena drásticamente desde 1996 y más aún desde 1999. De esta manera, la cadena no está al margen del estancamiento en el proceso de modernización presentado en la industria manufacturera, estancamiento que reducirá la consolidación de sus capacidades tecnológicas y de esta forma el logro de ventajas competitivas en el largo plazo.

En conclusión, los cambios producidos en el entorno, ya sea por la apertura o por la crisis, afectaron el desempeño de la cadena. La entrada de nuevos competidores estimuló su modernización, la cual se hizo necesaria para enfrentar el nuevo ambiente de competencia. Luego, la disminución de la demanda interna, producida por la recesión, redujo considerablemente la inversión, hecho que indudablemente afecta su posición competitiva. Adicionalmente, las expectativas sobre la reactivación de la demanda y del comercio exterior, no auguran un futuro alentador para gran parte de las empresas metalúrgicas y metalmecánicas del país.

El desempeño productivo y la evolución de la cadena

Los cambios del entorno competitivo ocurridos durante la década de los 90 y que tuvieron su punto de partida en la apertura económica provocaron importantes transformaciones en las empresas industriales del país. Con el fin de ahondar en la comprensión de estas transformaciones y de sus efectos sobre la evolución de la cadena, en esta sección se indaga por el desempeño de los factores productivos (trabajo y capital) y su efecto sobre los resultados económicos de sus empresas[11].

Durante los años analizados mejoró el desempeño productivo de las empresas de la cadena, tal cual lo revela un incremento del VA, mayor que el de la PB. Esto se traduce en el aumento del VA como proporción de la PB. Estas mejoras también se tradujeron a su vez en un crecimiento superior de las X que el alcanzado por el VA (Ver **Cuadro 7** y **Cuadro 8**).

Como era de esperarse, estas mejoras en los indicadores productivos de la cadena se debieron en buena medida a un aumento en la productividad de los factores productivos. En tal sentido, los cuadros 7 y 8 muestran aumentos importantes de la PVL a lo largo de los años 90. Estos aumentos de la productividad del factor trabajo fueron generados por un aumento del valor agregado por los trabajadores, mayor que el incremento del personal ocupado. Adicionalmente, los aumentos en la PVL fueron mayores que los registrados en el salario medio de los trabajadores, SM. Esto indica claramente que la contribución del trabajo a la generación de utilidades en estas empresas fue positiva. Así lo corrobora el indicador que permite capturar este efecto, el costo laboral unitario, CLU, el cual fue negativo durante el periodo, indicando con ello de manera contundente que la contribución del trabajo a la creación de valor fue superior que la remuneración que obtuvo por ello.

[11] Las mejoras en el desempeño productivo se refieren a incrementos en el VA superiores a la PB; a reducciones en los costos totales de producción, CT; y a aumentos en la productividad del trabajo, PVL, del capital, PVK, y del conjunto de factores, PTF. Aquí solo se utilizará el indicador de la PVL. El desempeño económico se relaciona con los resultados económicos obtenidos como fruto de la actividad productiva de las empresas. Este desempeño se capta en las utilidades operacionales, los márgenes de utilidad y la rentabilidad del capital invertido en la industria. Por limitaciones en las estadísticas producidas por el DANE, aquí se utilizará como una variable proxy el excedente bruto de explotación, EBE.

Cuadro 7

Evolución de las condiciones productivas
Cadena metalúrgica - metalmecánica
Promedios por períodos

CIIU 3 dígitos	Períodos		
	1986-1990	1991-1995	1996-1999
37			
Millones de pesos de 1990			
PB	369,443	500,952	554,847
CI	203,258	287,818	335,811
VA	166,184	213,134	219,037
W	17,281	31,286	37,674
EBE	148,903	81,848	181,363
Composición de la productividad bruta			
PB	100.0	100.0	100.0
CI	55.1	57.4	60.5
VA	44.9	42.6	39.5
W	4.8	6.2	6.8
EBE	40.1	36.3	32.7
Variables productivas			
PVL	13.6	16.6	19.1
SM	1.4	2.4	3.3
CLU	0.1	0.1	0.2
38			
Millones de pesos de 1990			
PB	1,418,378	1,851,269	1,967,423
CI	11,262	1,150,355	1,129,564
VA	507,117	700,914	837,859
W	97,426	156,759	190,110
EBE	09,690	544,155	647,749
Composición de la productividad bruta			
PB	100.0	100.0	100.0
CI	64.3	62.0	57.4
VA	35.7	38.0	42.6
W	6.9	8.4	9.8
EBE	28.8	29.6	32.8
Variables productivas			
PVL	6.0	6.7	8.9
SM	1.2	1.5	2.0
CLU	0.2	0.2	0.2
Cadena			
Millones de pesos de 1990			
PB	1,787,821	2,352,221	2,522,270
CI	114,520	1,438,174	1,465,374
VA	673,301	914,048	1,056,896
W	114,707	188,045	227,784
EBE	558,594	726,002	829,112

CIIU 3 dígitos	Períodos		
	1986-1990	1991-1995	1996-1999
Composición de la productividad bruta			
PB	100.0	100.0	100.0
CI	62.4	60.9	58.1
VA	37.6	39.1	41.9
W	6.5	7.9	9.1
EBE	31.2	31.1	32.8
Variables productivas			
PVL	6.9	7.8	10.0
SM	1.2	1.6	2.2
CLU	0.17	0.20	0.22
Industria			
Millones de pesos de 1990			
PB	9,575,737	12,626,522	14,836,130
CI	5,857,710	7,352,110	8,087,835
VA	3,718,027	5,274,412	6,748,295
W	564,994	925,543	1,089,556
EBE	3,153,034	4,348,869	5,658,739
Composición de la productividad bruta			
PB	100.0	100.0	100.0
CI	61.1	58.4	54.5
VA	38.9	41.6	45.5
W	5.9	7.3	7.3
EBE	32.9	34.3	38.1
Variables productivas			
PVL	7.7	8.5	11.4
SM	1.2	1.5	1.8
CLU	0.2	0.2	0.2

Fuente: DANE, EAM 1986-1999

PB: producción bruta, CI: consumo intermedio, VA: valor agregado, W: salario, EBE: excedente bruto de explotación, PVL: productividad laboral, SM: salario medio, CLU: costo laboral unitario

Cuadro 8

Evolución de las condiciones productivas de la cadena metalúrgica - metalmecánica

Indicadores	37				38				Cadena			
	91-95	96-99	2000	2001	91-95	96-99	2000	2001	91-95	96-99	2000	2001
Dinamica de variables industriales. Crecimientos porcentuales												
Productividad por Trabajador	7.8	1.4	26.2	1.8	5.6	2.3	23.8	11.7	6.2	2.1	24.4	8.9
Salario Promedio Real por Hora Trabajada	0.3	2.1	1.1	3.9	1.1	6.1	-7.3	4.8	0.9	4.9	-4.9	4.5
Empleo Total	-2.9	-6.1	-0.8	1.5	0.9	-9.2	-6.3	2.4	-0.2	-8.3	-4.7	2.1
Costo Laboral Unitario	-5.3	-0.9	-18.8	1.9	-2.4	1.0	-13.9	-8.7	-3.2	0.4	-15.3	-5.7
Composición de la producción bruta												
Producción Bruta	100.0	100.0	-	-	100.0	100.0	-	-	100.0	100.0	-	-
Consumo Intermedio	59.8	62.2	-	-	56.7	53.1	-	-	57.6	55.7	-	-
Materia Prima	42.6	49.3	-	-	50.4	47.9	-	-	48.2	48.3	-	-
Valor Agregado	40.2	37.8	-	-	43.3	46.9	-	-	42.4	44.3	-	-
Sueldos y Salarios	6.4	6.2	-	-	9.5	10.3	-	-	8.7	9.2	-	-
Excedente Bruto de Explotación	33.7	31.6	-	-	33.7	36.6	-	-	33.7	35.2	-	-
Prestaciones y Cargas Laborales	5.9	5.3	-	-	6.3	7.4	-	-	6.2	6.8	-	-
Intereses, Utilidades e Impuestos	27.9	26.3	-	-	26.9	29.2	-	-	27.2	28.4	-	-
Costo Laboral Total	12.4	11.6	-	-	15.6	17.7	-	-	14.7	16.0	-	-
Distribución del valor agregado industrial												
Sueldos y Salarios por Trabajador ($mill de 1991)	2.1	2.5	-	-	1.6	2.3	-	-	1.7	2.4	-	-
Crecimiento %	5.1	6.2	-	-	4.9	10.7	-	-	4.9	9.4	-	-
Sueldos y Salarios /Valor Agregado %	16.4	16.9	-	-	22.2	22.4	-	-	20.5	20.8	-	-
Exc. Bruto de Exp./ Valor Agregado %	83.6	83.1	-	-	77.8	77.6	-	-	79.5	79.2	-	-
Exc. Bruto de Exp./ Sueldos y Salarios (veces)	5.4	5.1	-	-	3.6	3.7	-	-	4.1	4.1	-	-

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico

Los aumentos en el SM se tradujeron en aumentos de los costos laborales totales, sin embargo, estos fueron compensados con los aumentos en la productividad de los trabajadores. En tal sentido, como se dijo, su contribución fue positiva a la mejora del desempeño (resultado) económico de las empresas. Fenómeno que se expresa en el aumento del excedente bruto de explotación, EBE, como proporción de la PB.

Es posible establecer algunas hipótesis sobre los factores que contribuyeron a lograr el comportamiento anterior. El aumento en el SM se originó en la contratación de personal más calificado y mejor remunerado, a los procesos de modernización de las plantas y a una mayor racionalización en los procesos de trabajo resultantes de mejoras en la gestión de las empresas. A lo largo de la década de los años 90, la dinámica de las importaciones de bienes de capital, muestra un proceso de modernización en cuanto a tecnologías duras, que fue importante durante los primeros cinco años de la década, para luego frenarse de manera considerable (Cuadro 6). Tal estancamiento es aún más significativo, si se tiene en cuenta la disminución de la participación de las importaciones de partes y accesorios de maquinaria industrial y de ésta misma dentro del total de importaciones de bienes de capital (ver **Cuadro 9**). Lo anterior muestra que el desarrollo tecnológico originado a partir de la adquisición de tecnología incorporada al capital se detuvo después de 1996, lo cual indica el impacto negativo de la crisis sobre el desarrollo de la cadena.

Teniendo en cuenta el desempeño productivo de la cadena y la dinámica del proceso de modernización es posible sugerir que después de la apertura este proceso estuvo acompañado y dio paso a una racionalización en los procesos de trabajo, que ha sido más severa en los últimos años. Esto mejoró el desempeño de la cadena, pero no parece haber sido suficiente para mantener los mercados internos y enfrentar las importaciones. Los procesos de racionalización se presentaron junto con un creciente uso de tecnologías blandas o de gestión, tal como lo indica el aumento de la participación de las importaciones de maquinas y equipos para oficina dentro del total de importaciones de bienes de capital (ver Cuadro 9). Esta sistematización aumenta el control de los procesos productivos y eleva su productividad, pero no el nivel, ni la dinámica que exige la competencia internacional.

De lo anterior se concluye que la contribución del trabajo ha sido importante debido al aumento de su productividad, la cual se elevó gracias a los procesos de modernización posteriores a la apertura y a las estrategias de racionalización del trabajo. Así, el factor trabajo ha afectado de manera positiva el desempeño económico de las empresas de la cadena y su competitividad. Esto indica también que las transformaciones ocurridas al interior de los procesos productivos fueron positivas para las empresas. De allí que el EBE haya aumentado levemente o se haya sostenido en un período difícil. De esta forma, los malos resultados económicos que se encuentran en algunas de las empresas de la cadena están asociadas más a otros factores que pudieron comprimir sus resultados económicos: i) otros gastos, intereses e impuestos; ii) la contracción de la demanda interna y también de la externa, sobre todo en los años finales de la década y los comienzos del nuevo decenio.

El efecto positivo de las transformaciones ocurridas al interior de las empresas de la cadena, con sus consecuencias positivas sobre sus resultados económicos, parecen sin embargo insuficientes para enfrentar las restricciones provenientes de la contracción del mercado interno y, sobre todo, para generar las capacidades productivas y tecnológicas requeridas para alcanzar un nivel de competitividad que les permita enfrentar con solvencia los retos de la globalización y de la entrada en vigencia del ALCA.

Cuadro 9

Importaciones industriales de bienes intermedios y de capital
Cadena metalúrgica - metalmecánica
Participación porcentual

Destino de las importaciones	37			38			Cadena		
	91-95	96-99	2000	91-95	96-99	2000	91-95	96-99	2000
Materias primas y productos intermedios									
Para la industria	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
51 Productos alimenticios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
52 Productos agropecuarios no alimenticios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
53 Productos mineros	100,0	100,0	100,0	99,9	95,0	98,3	100,0	97,0	99,1
55 Productos químicos y farmacéuticos	0,0	0,0	0,0	0,1	4,9	1,6	0,0	3,0	0,8
Bienes de capital									
Bienes de capital para la industria	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
81 Maquinas y aparatos para oficina	0,0	0,0	0,0	21,4	22,7	26,2	21,3	22,7	26,2
82 Herramientas	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	2,2	1,9	1,9	2,2
83 Partes y accesorios de maquinaria industrial	88,9	25,0	0,0	7,8	7,6	7,4	7,9	7,6	7,4
84 Maquinaria industrial	0,0	0,0	0,0	47,8	39,4	38,6	47,7	39,3	38,6
85 Otros equipos fijos	11,1	75,0	100,0	21,2	28,4	25,5	21,2	28,5	25,6
Equipo de transporte									
Equipo de transporte	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
91 Partes y accesorios de equipo de transporte	0,0	0,0	0,0	44,3	34,9	43,9	44,0	34,7	43,8
92 Equipo rodante de transporte	0,0	0,0	0,0	55,2	63,4	54,8	55,0	63,2	54,7
93 Equipo fijo de transporte	100,0	100,0	100,0	0,5	1,6	1,3	1,0	2,1	1,5

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico

No es posible mantener una inserción competitiva en el mercado externo solo a través de procesos de racionalización, es indispensable que estos estén acompañados de la modernización de los procesos productivos, que permita alcanzar y mantener las ventajas competitivas. Procesos que, por lo demás, deberían contribuir a incrementar la articulación de la cadena, y a elaborar productos con mayor valor agregado y con mayor posibilidades de diferenciación competitiva en los mercados internacionales.

Comportamiento tecnológico de la cadena

En esta sección se esboza una caracterización tecnológica de la cadena apenas breve, habida cuenta que en esta investigación el foco son los estudios de caso y no los estudios sectoriales, y que el centro del análisis es la innovación y no las capacidades tecnológicas, las cuales permitirían ahondar en el perfil tecnológico de la cadena. Adicionalmente, en el país no hay ejercicios de ésta índole más allá de algunas encuestas realizadas y de algunos estudios puntuales. Por ello se dificulta analizar el comportamiento y la dinámica tecnológica de la cadena de manera amplia y detallada.

A pesar de estas restricciones y de la poca información disponible se intenta efectuar una mínima caracterización de la cadena desde esta perspectiva, que tiene como punto de partida la interpretación de la información obtenida de la Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico – EDT, realizada en 1996 por el Departamento Nacional de Planeación y Colciencias, y los resultados de los casos elaborados en el marco del presente estudio, así como los aportados por el estudio de Malaver y Vega (2003). En razón de lo anterior, para el logro del objetivo propuesto, se presentan y analizan los resultados arrojados por la EDT y se intenta esbozar una interpretación de los mismos basada en los hallazgos de los trabajos mencionados. Debe advertirse, sin embargo, que buena parte de la interpretación propuesta tiene el carácter de hipótesis a evaluar, antes que de conclusiones finales del estudio.

En general, en el país en la década de los 90 se encontró que en la industria manufacturera es posible establecer una relación directa entre el desempeño tecnológico y el económico de sus distintas agrupaciones industriales. Según la EDT (Durán et al., 1998) los sectores con mejor desempeño económico exhiben un mejor comportamiento tecnológico, hecho que es desarrollado por Bonilla (2000)[12], entre otros. En el mismo sentido, las conclusiones arrojadas por el análisis precedente sobre el desempeño económico de la cadena, sugieren la importancia de la tecnología para aumentar su competitividad. Esta situación también se aprecia en los estudios de caso adelantados, en los cuales se observa que los cambios tecnológicos afectan las características técnicas y productivas de las empresas, y les permiten aumentar sus capacidades competitivas.

En la EDT se encuentra que en el caso particular de la cadena metalúrgica – metalmecánica, la subcadena metalmecánica presenta un desempeño tecnológico superior al promedio de la industria manufacturera, tal como lo muestra el **Cuadro 10**[13]. Así, la

---

[12] Demuestra a través de un análisis de correlaciones que en el periodo comprendido entre 1991 y 1997 existió una alta correlación entre los sectores con mejores desempeños económicos y tecnológicos. De igual manera, entre los sectores con peor desempeño.

[13] Al igual que en el caso del desempeño económico, en materia tecnológica el comportamiento de la cadena metalúrgica - metalmecánica está determinado principalmente por la conducta de la rama metalmecánica.

metalmecánica se caracteriza tanto por sus inversiones en actividades de innovación como por sus resultados en términos de ésta, lo cual cobra sentido si se tiene en cuenta el tipo de bienes manufacturados, los cuales exigen adaptaciones y modificaciones para responder ante las necesidades particulares del mercado local, principal demandante de sus productos. A la vez, los sectores metalmecánicos presentan una mejor dinámica productiva, frente al total de la cadena. En contraste, las actividades siderúrgicas, ubicadas al comienzo de la cadena, se caracterizan por su más bajo desempeño tecnológico, inferior al promedio de la industria, y su menor desempeño productivo.

Cuadro 10

Balance de las actividades de innovación por sectores

(+) equivale a estar por encima del promedio y (-) equivale a estar por debajo del promedio

CIIU 3 dígitos	Innovación en I+D	% personal calificado en I+D	Inversión en tecnología de productos y procesos	Inversión en diseño de productos y procesos	Modernización en la gestión de los negocios	Modernización en la gestión del proceso productivo	Inversión en capacitación tecnológica	% personal calificado capacitado	Balance
354	+	+	+	+	+	+	-	+	6
362	+	-	+	+	+	+	+	+	6
381	+	+	+	+	+	+	+	-	6
385	+	+	+	+	+	+	-	+	6
382	+	+	+	+	-	+	-	-	2
383	+	+	-	-	+	+	-	+	2
384	-	+	+	-	+	+	-	+	2
371	-	+	+	-	-	-	+	+	0
372	-	+	-	-	-	-	-	+	-4
312	-	-	-	-	-	+	-	-	-6
332	-	-	-	-	+	-	-	-	-6
390	-	-	-	+	-	-	-	-	-6
311	-	-	-	-	-	-	-	-	-8
321	-	-	-	-	-	-	-	-	-8
331	-	-	-	-	-	-	-	-	-8

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

Balance de los resultados de las actividades de innovación por sectores

(+) equivale a estar por encima del promedio y (-) equivale a estar por debajo del promedio

CIIU 3 dígitos	Innovación de procesos asociada con I+D	Innovación de procesos asociada con productos nuevos	Mejora tecnológica de procesos	Adquisición de tecnología incorporada	Innovación de productos asociada con I+D	Innovación de productos asociada con proceso	Mejora tecnológica de productos	Innovación de productos asociada con insumos	Balance
352	+	+	+	+	+	+	+	+	8
356	+	+	+	+	+	+	+	+	8
369	+	+	+	+	+	+	+	+	8
313	+	+	+	+	-	+	+	+	6
341	+	+	+	+	-	+	+	+	6
362	+	+	+	+	+	+	+	-	6
381	+	+	+	+	+	+	+	-	6
385	+	+	+	-	+	+	+	+	6
383	-	+	+	-	+	+	+	+	4
384	-	+	+	+	-	+	+	+	4
371	-	+	+	-	+	+	+	-	2
382	+	-	+	-	+	-	+	-	0
372	+	-	-	-	-	-	+	-	-4
321	-	-	-	-	-	-	-	+	-6
323	+	-	-	-	-	-	-	-	-6
311	-	-	-	-	-	-	-	-	-8
322	-	-	-	-	-	-	-	-	-8

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

¿Qué explica ese comportamiento tecnológico o a cuáles factores está asociado? La conducta tecnológica surge como resultante de una compleja interacción de variables asociadas con: i) el ritmo del progreso tecnológico propio del sector; ii) las presiones competitivas surgidas del ambiente macroeconómico y del mercado donde las empresas actúan y compiten; iii) la historia tecno-económica de las empresas que conforman el sector (Katz, 1983). Esa interacción es dinámica e implica un proceso secuencial a lo largo del cual las empresas acumulan experiencias y desarrollan capacidades que les permiten emplear conocimientos tecnológicos cada vez más complejos.

Con relación al primer factor debe señalarse que las características tecnológicas de la industria y su ritmo de progreso de cambio tecnológico determinan la dinámica, el tipo, el grado y los alcances del cambio técnico y, dentro de éste, de la innovación, tal como lo plantea Pavitt (1984) al clasificar los sectores industriales.

De acuerdo con la tipología establecida por este autor, la cadena estudiada se define como una agrupación dominada por el proveedor, dado que incorpora la innovación en sus procesos a través de bienes intermedios y de capital que son producidos por otros sectores, de manera tal que el proceso de innovación se centra en la difusión de estos bienes y las oportunidades de innovar están determinadas por mecanismos exógenos, de acuerdo a la dinámica de estos otros sectores. Sin embargo, en el caso particular de las industrias que fabrican maquinaria y equipo eléctrico y no eléctrico, éstas se clasifican más como proveedores especializados que elaboran bienes de capital que se trasladan a otros sectores industriales.

Es precisamente la característica de elaborar maquinaria y equipo bajo pedido para otras actividades industriales, la que torna a la metalmecánica intensiva en ingeniería y la lleva a adelantar desarrollos específicos para atender los pedidos de los clientes, muchos de los cuales se traducen en innovaciones, esto hace de ésta una industria con mayores resultados de innovación frente a otras ramas que se caracterizan por ser dominadas por el proveedor, especialmente en los países en vía de desarrollo.

Es necesario aclarar que en el trabajo original de Pavitt, para el cual se toma como referencia la estructura industrial de los Estados Unidos, los sectores que conforman la cadena metalúrgica-metalmecánica se clasifican, en el caso de la siderúrgica, de la producción de productos metálicos y de la industria de equipo de transporte, como intensivos en escala; y la industria de bienes de capital y de material profesional y científico como basadas en la ciencia[14].

Ahora bien, siguiendo el trabajo de Katz (1983) es posible establecer particularidades tecnológicas que diferencian las empresas metalúrgicas de las metalmecánicas. La metalúrgica se define como una industria de proceso en la cual su producto es relativamente homogéneo y estandarizado; y el proceso productivo es continuo, con pocos subprocesos, emplea equipos e instalaciones especialmente diseñados, y no presenta actividades de ensamble.

Por el contrario, la metalmecánica da lugar a una amplia y heterogénea gama de productos compuestos de varias piezas o submontajes; y los procesos productivos son por lo general discontinuos, conformados por una gran cantidad de subprocesos, algunos intensivos en mano de obra y de alto grado de sustituibilidad, y emplean equipos universales de uso múltiple. Dada estas características es posible establecer dos tipos de tecnología

[14] Los sectores intensivos en escala se caracterizan por contar con empresas de gran tamaño que desarrollan varios tipos de economías de escala, y que dedican una proporción importante de sus recursos a proyectos de innovación de producto y de proceso, y a desarrollar sus propios equipos y tecnologías de proceso. En este caso los proyectos de investigación y desarrollo se complementan con la difusión de la tecnología.
Los sectores basados en la ciencia son aquellos que producen nuevos paradigmas tecnológicos, desarrollan actividades de investigación y desarrollo, y sus innovaciones se incorporan a otros sectores.

metalmecánica: i) la producción en grandes lotes de productos homogéneos, propia de la industria de fabricación de automóviles; y ii) la producción en series cortas de pequeños lotes de productos o por pedidos individuales, la cual abarca la fabricación de maquinaría agrícola, de máquinas herramienta, de aviones, entre otros; este tipo de producción se organiza en talleres, en los que se adelanta una determinada tarea de transformación, siendo necesario transportar las piezas de un taller a otro y realizar actividades de ensamble. Mientras en América Latina es propia esta modalidad de producción discontinua organizada en talleres, en los países desarrollados es característica la producción continua y altamente automatizada. Como se verá más adelante, gran parte de las empresas estudiadas corresponden al segundo tipo de tecnología.

Con respecto al segundo determinante, los factores de índole macroeconómica, puede advertirse, de entrada, que estos tuvieron una alta incidencia en los resultados sobre el desempeño tecnológico de la cadena encontrados por la Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico que analizó, precisamente, los años comprendidos entre 1993 y 1996. El efecto combinado de la reducción de los aranceles y de la revaluación produjo una amplia presión de la competencia externa tanto en el mercado externo como el interno. Esta presión se sintió con singular fuerza en la cadena. A causa de ello se presentó un sustancial incremento de las importaciones de hierro y acero, como de la chatarra (Malaver y Vega, 2003); este efecto se presentó igualmente en la industria automotriz, con la invasión de autos importados, hecho que se tradujo en el aumento de las exigencias de estándares de calidad para la industria de autopartes por parte de las ensambladoras. Lo anterior trajo consigo un importante aumento de maquinaria y equipo destinados a modernizar estas actividades industriales, como se pudo comprobar en la sección 6; también promovió la inversión en esfuerzos tecnológicos que se tradujeron principalmente en innovaciones de proceso, destinadas a mejorar la eficiencia productiva de las empresas y así enfrentar los embates de la competencia extranjera.

El efecto tanto de la trayectoria tecnológica de las empresas, concordante con la naturaleza de las actividades que despliegan, que las hace intensivas en el uso de la ingeniería y el desarrollo de capacidades tecnológicas, como de las presiones derivadas del entorno macroeconómico, incidió en un mejor comportamiento tecnológico en el nivel micro, esto es, en el tercer factor estudiado: la conducta empresarial.

Al respecto, la información aportada por la EDT es contundente. Ésta permite corroborar no sólo que la cadena presenta un mejor desempeño tecnológico que el promedio industrial, aparejado a mejores resultados económicos, sino que a nivel micro los esfuerzos tecnológicos se traducen en mejores resultados en términos de innovación y, sobre todo, en materia de exportaciones.

El desempeño tecnológico superior frente al agregado nacional de la cadena y, dentro de ésta, de sus actividades industriales metalmecánicas, principalmente la fabricación

de maquinaria no eléctrica, se corrobora con el porcentaje de empresas innovadoras en sentido estricto[15] que supera el total nacional (ver **Cuadro 11**). En contraste, las actividades siderúrgicas presentan un alto componente de empresas que no poseen características que les permitan adelantar procesos de innovación y obtener resultados novedosos validados por el mercado. Adicionalmente, durante el periodo 1993-1996, tal como lo ilustra el **Cuadro 12**, la actividad metalmecánica no solamente obtuvo mejoras tecnológicas en productos y procesos superiores al promedio nacional, sino que también logró resultados de innovación de mayor alcance, asociados con proyectos de investigación y desarrollo, I+D, lo cual implica un mayor nivel de desarrollo de capacidades tecnológicas. Además, estas innovaciones "duras" estuvieron acompañadas por cambios en la gestión de sus procesos administrativos y productivos, propias de las estrategias de racionalización del trabajo que la cadena ha implementado.

Cuadro 11

Grado de innovación

Cadena metalúrgica - metalmecánica

(Porcentajes)

CIIU 3 dígitos	% Empresas				Total
	IE	IA	PI	NI	
371	14,3	54,6	0,0	31,1	100,0
372	16,7	35,4	10,4	37,5	100,0
381	11,6	60,7	12,6	15,1	100,0
382	21,8	46,7	5,1	26,4	100,0
383	13,9	57,6	9,0	19,5	100,0
384	4,2	72,0	14,5	9,3	100,0
385	7,6	57,2	16,5	18,6	100,0
37	15,1	48,4	3,4	33,2	100,0
38	13,0	58,5	10,7	17,8	100,0
Cadena	13,2	57,8	10,2	18,9	100,0
Industria	8,7	61,1	7,5	22,7	100,0

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

[15] En Durán, et. al. (1998), se clasifican a las empresas industriales en cuatro categorías de acuerdo con sus actividades y resultados de innovación. Las empresas innovadoras en sentido estricto las cuales realizan actividades de I+D, y otras actividades conducentes a la innovación, y obtienen innovaciones de alcance internacional. Las empresas innovadoras en sentido amplio, las cuales invierten principalmente en adquisición de tecnología incorporada al capital y logran innovaciones para el mercado nacional y la propia empresa. Las potencialmente innovadoras, que adelantan actividades conducentes a la innovación pero no han obtenido innovaciones. Las no innovadoras, empresas que no realizan actividades y por tal razón no han logrado innovar.

Cuadro 12
Resultados de innovación
Cadena metalúrgica - metalmecánica
(Porcentajes)

Resultados de innovación	% Empresas										
	371	372	381	382	383	384	385	37	38	Cad	Ind
Innovación de productos	**39.0**	**35.4**	**59.7**	**49.3**	**61.1**	**49.5**	**42.6**	**37.9**	**54.7**	**53.5**	**44.5**
Para la empresa	33.9	18.8	47.5	36.0	45.8	38.9	26.3	29.0	41.8	40.9	34.1
Para el mercado nacional	21.5	22.9	35.8	25.3	28.5	19.9	26.3	22.0	28.8	28.3	20.9
Para el mercado internacional	10.4	10.4	5.2	5.2	0.7	4.2	7.6	10.4	4.4	4.9	3.8
Mejora tecnológica	33.9	31.3	43.5	43.8	52.0	37.9	37.3	33.0	43.6	42.8	31.2
Resultado de I+D	17.5	10.4	21.7	20.6	16.6	6.4	24.2	15.2	18.1	17.9	13.9
Asociada con un proceso productivo nuevo	21.5	18.8	31.2	12.9	22.2	37.9	26.3	20.6	26.2	25.7	20.6
Asociada con insumos novedosos	12.4	10.4	21.7	21.4	37.5	30.2	26.3	11.7	25.9	24.8	22.9
Innovación de procesos	**68.9**	**52.1**	**75.1**	**62.5**	**68.0**	**73.3**	**70.3**	**63.5**	**70.3**	**69.6**	**69.0**
Asociada con un producto nuevo	21.5	18.8	31.2	12.5	22.2	37.9	26.3	20.6	26.1	25.6	20.3
Asociada con I+D	2.0	16.7	13.2	8.5	6.3	6.4	13.1	6.7	9.8	9.5	7.3
Mejora tecnológica	68.9	45.8	66.8	62.5	63.2	70.4	64.8	61.5	65.7	65.4	62.0
Adquisición de maquinaria y equipo	53.4	45.8	64.7	46.3	59.0	67.5	59.3	50.9	59.4	58.8	59.9
Cambios en la gestión de los negocios	**51.4**	**45.8**	**61.6**	**53.1**	**62.4**	**69.6**	**53.6**	**49.6**	**60.6**	**59.6**	**53.1**
Cambios en la gestión del proceso productivo	**58.6**	**52.1**	**74.5**	**63.3**	**71.5**	**73.3**	**70.3**	**56.5**	**70.8**	**69.8**	**60.1**

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

Al observar los esfuerzos adelantados por la cadena en términos de la inversión en actividades que pueden conducir a una innovación, es posible sugerir que la obtención de uno u otro de los resultados de innovación está determinada por el tipo de inversiones que las empresas adelantan en actividades de adquisición de maquinaria y equipo, que implica algún adelanto tecnológico para el establecimiento industrial, proyectos de I+D, diseño de producto y proceso, y adquisición de tecnologías no incorporadas al capital. Como lo muestra el **Cuadro 13**, la inversión en estas actividades depende del nivel de las capacidades tecnológicas de la empresa. Todas las empresas de la cadena, excepto aquellas que no innovan, invierten principalmente en maquinaria y equipo, en segundo lugar en diseño, y en tercer lugar en I+D y tecnología no incorporada. Sin embargo, la intensidad de la inversión o su esfuerzo relativo con respecto a las ventas es distinto según el grado de las capacidades de innovación que se posean.

Cuadro 13

Inversión como porcentaje de las ventas.
Cadena metalúrgica - metalmecánica

Promedio por empresa

Actividades de innovación	371	372	381	382	383	384	385	37	38	Cad.	Ind.
Innovadoras en sentido estrito											
T. Incorporada al capital	4.9	7.5	0.5	14.6	0.5	2.1	2.8	5.8	6.5	6.5	2.7
I+D	0.5	0.5	0.1	2.4	0.3	0.3	1.9	0.5	1.2	1.1	0.9
Diseño	1.3	1.0	0.2	2.3	1.0	0.9	1.5	1.2	1.3	1.3	0.7
T. no incorporada al capital	0.8	0.0	0.1	0.1	0.5	1.9	0.0	0.6	0.3	0.3	0.2
Innovadoras en sentido amplio											
T. Incorporada al capital	4.8	0.7	0.9	0.5	0.9	0.8	0.3	3.8	0.8	0.9	1.3
I+D	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
Diseño	0.5	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3
T. no incorporada al capital	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
Potencialmente innovadoras											
T. Incorporada al capital	NA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	12.2	0.0	1.1	1.1	0.4
I+D	NA	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Diseño	NA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.2	0.2	0.1
T. no incorporada al capital	NA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
No innovadoras											
T. Incorporada al capital	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I+D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diseño	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
T. no incorporada al capital	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Empresa promedio											
T. Incorporada al capital	3.3	1.5	0.6	3.4	0.6	0.7	2.4	3.3	1.4	1.5	1.0
I+D	0.1	0.1	0.1	0.6	0.2	0.0	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
Diseño	0.4	0.3	0.1	0.6	0.2	0.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2
T. no incorporada al capital	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

Así, una empresa innovadora en sentido estricto de la cadena, cuyas innovaciones son de mayor alcance, invierte una más alta proporción de sus recursos en todas las actividades, y de manera considerable en actividades que le permiten generar conocimientos, como son los proyectos de I+D y la adquisición de conocimiento no incorporado en bienes de capital, a diferencia de una empresa industrial promedio cuya inversión está más orientada hacia la incorporación de conocimiento foráneo a través de las importaciones de bienes de capital que, como se vio anteriormente, desde 1996 se estancaron tanto en la industria como en la cadena. La diferencia anterior explicaría la obtención de innovaciones de envergadura internacional por parte de las empresas innovadoras en sentido estricto y de innovaciones más incrementales en el caso de las innovadoras en sentido amplio.

La dinámica tecnológica descrita estuvo acompañada por una mayor presencia de las empresas de la cadena en los mercados internacionales. Aquellas empresas que dentro de la cadena han adelantado esfuerzos importantes de cambio técnico e innovación, como son las empresas innovadoras en sentido estricto, han tenido una mayor dinámica exportadora. De acuerdo con el **Cuadro 14**, es posible sugerir que existe una relación directa entre las empresas que innovan y su competitividad en mercados externos: una empresa innovadora exporta más de cuatro veces lo exportado por una no innovadora.

Cuadro 14

Apertura Exportadora

Cadena metalúrgica - metalmecánica

Promedio por empresa

Tipo de empresa	371	372	381	382	383	384	385	37	38	Cadena	Industria
IE	14.4	14.0	1.3	4.4	3.9	5.9	7.5	14.3	3.4	4.4	3.6
IA	1.1	0.4	1.5	2.2	2.6	0.7	4.7	0.9	1.8	1.7	1.4
PI	NA	0.0	0.2	0.9	3.3	0.9	0.0	0.0	0.8	0.8	0.9
NI	0.4	0.1	0.1	0.0	2.5	0.9	9.1	0.3	1.1	1.0	0.5
Promedio	2.8	2.5	1.1	2.0	2.8	1.0	4.9	2.7	1.8	1.8	1.4

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

En conclusión, en el caso de la cadena metalúrgica – metalmecánica se corrobora la relación entre dinámica tecnológica y desempeño productivo. La cadena presentó durante el periodo 1993–1996 un comportamiento tecnológico superior al promedio del sector manufacturero, y además un buen desempeño productivo, tal como se ilustró en los apartados anteriores. Adicionalmente, es posible establecer la conexión entre el tipo de innovaciones obtenidas, los esfuerzos tecnológicos adelantados y el desempeño económico. Las empresas de la cadena que han logrado innovaciones de mayor alcance, de igual manera han invertido una mayor proporción de sus recursos en actividades no solo de adquisición de conocimientos exógenos, sino de generación de conocimiento propio, dinámica que se ve reflejada en sus positivos resultados económicos.

Lamentablemente, dada la ausencia de información es imposible determinar el efecto de la crisis sobre el desarrollo tecnológico y las actividades de innovación. Sin embargo, si se tiene en cuenta que una proporción importante de las empresas de la cadena obtiene mejoras tecnológicas de productos y procesos a partir de la inversión en tecnología incorporada al capital, el comportamiento de las importaciones de bienes de capital sugiere que después de 1996, el estancamiento en dichas importaciones, pudo implicar para la cadena un rezago en materia tecnológica, el cual se traduce en la pérdida de competitividad.

Ahora bien, con relación al tercer factor, esto es, el comportamiento micro, este no solo responde a factores macroeconómicos como la competencia externa sino que también se encuentra determinado por factores de índole estructural, tales como el reducido

tamaño del mercado, las barreras naturales existentes en el país para atender los mercados externos, la baja calidad de materias primas básicas como el mineral de hierro, que impide producir aceros especiales que permitan articular la cadena hacia delante, entre otros. Estos factores se constituyen en restricciones que obstaculizan el logro de la competitividad internacional de la cadena. Superarlas implica una reconversión productiva y tecnológica, de tal magnitud que conllevaría un salto cualitativo en las actividades de la cadena. Las modernizaciones mencionadas se han orientado a incrementar la eficiencia de los procesos productivos, en una actitud, que a nivel de hipótesis, tiene un carácter defensivo, pero no conllevan aumentos sustanciales en la calidad de los aceros y los productos metalmecánicos elaborados, de manera que permitan superar las debilidades estructurales de la cadena. Esto muestra las limitaciones y los alcances de la modernización realizada al interior de este encadenamiento productivo, y también los desafíos pendientes.

Bibliografía

BONILLA, G. (2000), "Cambio tecnológico y crecimiento económico industrial. Impactos sobre la estructura ocupacional en la industria manufacturera colombiana (1987-1997), en *Revista de Economía del Rosario*, Vol. III, No.2, septiembre.

CHICA, R. (1994), *Crisis y reconversión en la industria colombiana*, Bogotá, Editorial CEJA – IPD, Pontificia Universidad Javeriana.

DANE, *Encuesta Anual Manufacturera 1974-2000*, Bogotá, 2000.

DANE, *Muestra Mensual Manufacturera* 2001, Bogotá, 2001.

DURÁN, X., IBÁÑEZ, R., SALAZAR, M., VARGAS, M. (1998), *La innovación tecnológica en Colombia: características por tamaño y tipo de empresa*, Bogotá, Departamento Nacional de Planeación.

DURÁN, X., IBÁÑEZ, R., SALAZAR, M., VARGAS, M. (2000), *La innovación tecnológica en Colombia: características por sector industrial y región geográfica*, Bogotá, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Entrevistas a personal de Acerías Paz del Río, 2001.

KATZ, J. (1983), "Cambio tecnológico en la industria metalmecánica latinoamericana. Resultado de un programa de estudios de caso", en *Revista de la CEPAL*, No. 19, Santiago de Chile, abril.

MALAVER, F. (2000), "Dinámica y transformaciones de la industria colombiana", en: *Cuadernos de Economía*, No.36, Bogotá, Universidad Nacional

MALAVER, F. (2001), "La competitividad de la industria colombiana. Un balance de su evolución en los años noventa", en *Revista Innovar*, No.17, Bogotá, Universidad Nacional.

MALAVER, F y VEGA, A. (2003), *Metodología de referenciación competitiva en cluster estratégicos regionales. Aplicación cluster metalúrgico-metalmecánico Boyacá*, Bogotá, Universidad Nacional, mimeo.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (1998), *Indicadores de competitividad internacional de la cadena industrial siderúrgica, metalmecánica, automotriz*, Bogotá, Unidad de Monitoría Industrial, Ministerio de Desarrollo Económico.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (2000), *Análisis estructural de la cadena siderúrgica y metalmecánica en Colombia 1992-2000*, Bogota.

NEW ENERGY AND INDUSTRIAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT ORGANIZATION (NEDO), (2002), Feasibility on the rehabilitation for iron making and steel making of Paz del Río steel work. Informe preparado por Kobe Steel Ltd, marzo.

PAVITT, K. (1984), "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and theory", en *Research Policy*, No. 13, Elsevier Science Publishers B.V, North-Holland.

PERDOMO, J., MALAVER, F., ROJAS, J. (2003), *Medición de las capacidades competitivas en clusters estratégicos regionales*, Bogotá, Universidad Nacional y Ministerio de Comercio Exterior, mimeo.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Departamento Nacional de Planeación y Ministerio de Desarrollo Económico (1997), *Microempresa y competitividad. Metalmecánica*, Bogotá.

Instrumental Marthé

Jaime Alberto Camacho Pico

Humberto Pradilla Ardila

Piedad Arenas Díaz

Luis Eduardo Becerra Ardila

*Germán Acevedo Rodríguez**

Presentación de la empresa

Nombre: Instrumental Marthé (Arias Sucesores Ltda.)[1].
Localización: Carrera 25 No. 30 – 42, Teléfono: (57) (7) 6802397, Bucaramanga.
Representante legal: Nancy Nelly Arias García.
Composición accionaria: Raúl Ernesto Arias García (3,34%), Juan Guillermo Montes Arias (30,0%), Socorro Arias de Montes (3,33%), Nancy Nelly Arias García (33,33%), José Alberto Arias Arias (30,0%).
E-mail: ariasuc@virtual.umb.edu.co
URL: www.Marthe.com.co
Sector industrial: Metalmecánica (Instrumental odontológico en acero inoxidable).
Régimen de impuestos: Común
Capital: Privado
Estructura de propiedad: Empresa familiar.
Cubrimiento nacional: Principales ciudades del país.
Participación en mercado nacional: 55% aproximadamente.

* Investigadores del Centro para la Innovación y la Tecnología, INNOTEC, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander –UIS–.

[1] Los autores agradecen a la señora Nancy Nelly Arias y demás personal de Instrumental Marthé, así como al odontólogo Jorge Alonso Rengifo, por toda la información suministrada y la colaboración brindada para el desarrollo del caso.

Ventas en el año 2002: $120'156.000,oo.
Margen operativo: 64,99 %
Certificaciones de calidad: Federación Odontológica Colombiana (F. O. C.), Universidad Santo Tomás (Bucaramanga), Sociedad Colombiana de Operatoria y Biomateriales, Universidad San Martín (Bogotá), Armada Nacional.

Breve historia

En 1977 la inquietud del señor Carlos Arias Perilla, nacido en el departamento de Boyacá y residente en la ciudad de Bucaramanga desde 1970, lo lleva a iniciar un proyecto empresarial consistente en la fabricación de máquinas para el corte de telas (Cortadora de Telas Alix), invención con la que había ganado el primer puesto en el Concurso Nacional de la Ciencia. Las cortadoras se posicionaron rápidamente en el mercado nacional y en el peruano y se consolidaron dado su menor precio de venta, como una importante competencia para las marcas americanas existentes en el mercado. Los microempresarios textileros que no tenían a su alcance los recursos económicos suficientes, encontraban en la cortadora Alix una buena alternativa. Sin embargo, hacia 1981 el intento empresarial se vio frustrado por la falta de recursos económicos propios para invertir en la ampliación de la capacidad instalada de la planta, con miras a atender de manera oportuna la demanda. (Todas las iniciativas empresariales iniciadas por el señor Arias han sido con capital propio pues ha sido su decisión no acudir a la banca comercial).

Paralelo al cierre de la fábrica de cortadoras, pero utilizando la misma infraestructura, el señor Arias, a partir del amplio reconocimiento que gozaba en la ciudad por su gran ingenio y habilidad mecánica, recibe una solicitud para elaborar unos instrumentos de odontología a partir de un instrumental fabricado e importado de Alemania; el resultado del trabajo fue tal que para quienes lo encargaron "las réplicas no se diferenciaban en calidad, apariencia (presentación y brillo), y dimensiones y forma exacta de la parte activa del instrumental, de los modelos originales".

La clave del éxito, adicional a la habilidad del señor Arias, fue la materia prima utilizada: un acero de alta calidad, resistente a la oxidación en el proceso de esterilización.

A partir de esta primera experiencia, y con un limitado catálogo de productos, se comienza a explorar el mercado del instrumental odontológico, idea que tuvo acogida, especialmente en la ciudad de Bogotá, entre los comerciantes del sector, y los docentes y estudiantes de los programas técnicos y universitarios de odontología. A medida que se abrían nuevas plazas para los productos, llega al señor Arias, de manos del propietario de un depósito dental, un catálogo de instrumental odontológico de la marca alemana Martin, que sirve de base para ampliar el catálogo de artículos propios, y adicionalmente dar nombre a la naciente empresa (Marthé).

Desde sus comienzos, las mejoras en los productos elaborados por Instrumental Marthé obedecieron a la permanente retroalimentación suministrada por los docentes que

los utilizaban, tanto con propósitos educativos como para su ejercicio profesional; en tal sentido, el contacto permanente con los profesionales de la odontología es una actividad que la empresa ha establecido como política permanente.

Otro factor clave del éxito en el posicionamiento inicial del Instrumental Marthé fue su precio, muy inferior al de las marcas americanas y alemanas disponibles en el mercado colombiano, y similar al del instrumental importado paquistaní, que por la calidad del acero no era muy competitivo y atendía un mercado marginal compuesto por estudiantes de primeros semestres de odontología.

Durante 17 años el señor Arias sostuvo una infraestructura industrial pequeña pero eficaz, que abastecía aproximadamente 60 depósitos dentales localizados en las principales ciudades del país, en dos temporadas al año, es decir, al comienzo de cada semestre académico. Indudablemente un soporte importante fue el vínculo permanente con la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás, institución de donde provinieron las principales inquietudes y sugerencias para mejorar la presentación y funcionalidad del instrumental para la práctica clínica.

Quizás el mayor logro durante este periodo fue haber conseguido el reconocimiento legal de la Federación Odontológica Colombiana, gremio que dio su Aceptado a los productos de la empresa. Cabe anotar que los requisitos de esta aceptación son muy estrictos con respecto a las normas y características específicas que el instrumental debe poseer, y en tal sentido los productos Marthé fueron sometidos a exigentes pruebas metalográficas (resistencia mecánica del material) y de resistencia a la oxidación. A partir de ese momento se mantiene una estrecha relación con la Federación, atendiendo las sugerencias de sus miembros, principalmente en los eventos organizados periódicamente por ella.

Además del recibido de la Federación Odontológica Colombiana, otros reconocimientos dados a Instrumental Marthé lo constituyen el aval de la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás, y los avales de los docentes de las Universidades Javeriana, Bosque y Nacional.

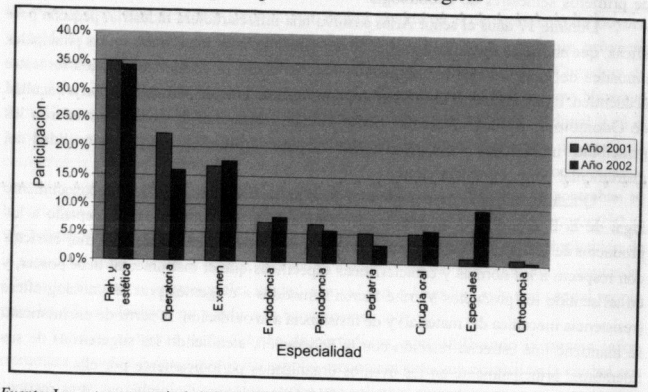
Por razones de salud, en noviembre de 1998 el señor Carlos Arias decide retirarse del negocio, y vende la empresa a dos de sus hijas (Socorro Arias de Montes y Nancy Nelly Arias García), iniciándose con ello lo que podría denominarse la segunda generación de Instrumental Marthé (Arias Sucesores Ltda.). Las dos nuevas propietarias venían trabajando con su padre de tiempo atrás, y estaban vinculadas laboralmente a la empresa.

El primer cometido de la nueva sociedad se orientó a fortalecer la situación económica de la empresa, dado que se había perdido terreno comercial en los últimos años de la gestión anterior. En esta fase de la empresa aparecen nuevas propuestas, y particularmente se fomenta la iniciativa de entrar en otros mercados adicionando a la oferta nuevos productos de la misma línea y otras especialidades (rehabilitación y estética, endodoncia, cirugía, odontopediatría, periodoncia y pediatría), decisión que generó gran expectativa y posteriormente el apoyo de odontólogos especializados en cada una de estas ramas.

Los resultados positivos de la diversificación se dieron pronto: las nuevas líneas comenzaron a aumentar su participación total en las ventas. La **Figura 1** esquematiza la composición del total de productos durante los últimos dos años, donde una de las nuevas líneas - rehabilitación y estética - se consolida como la de mayor participación con cerca del 34% del total de la producción.

Figura 1

Producción 2001 – 2002 por especialidades odontológicas



Fuente: Los autores a partir de información suministrada por la empresa

Cabe destacar como uno de los más importantes logros en esta nueva etapa de Instrumental Marthé, que a su vez se constituye en un reconocimiento, el llamado que le hizo el Icontec para formar parte del comité encargado de crear las normas técnicas que regulan la fabricación de instrumental odontológico en el país, estándares que a la fecha no existen.

Arias Sucesores Ltda., actual concesionaria del instrumental odontológico Marthé, ha logrado sostener y mejorar su participación en el mercado nacional, y actualmente incursiona en el proyecto de exportación de sus productos gracias al apoyo que le brinda Proexport; con tal propósito, se adelanta el proceso de formalización de la documentación de los procesos de producción, incluido el seguimiento estadístico.

Aspectos generales de la empresa

Políticas generales[2]

Orden y puntualidad en el manejo de cada una de las áreas de la empresa.
Capacitación del personal de producción.
Permanente diseño, innovación y acondicionamiento de productos.
Oferta de productos certificados por las entidades y autoridades del gremio.
Uso de materias primas de alta calidad.

Objetivos[3]

Producir y comercializar instrumental odontológico de alta calidad, competitivo en los mercados nacionales e internacionales.
Optimizar las diferentes áreas de la empresa y mejorar los procesos productivos.
Ampliar las líneas de productos, para lograr mayor cobertura en el sector salud.
Velar por el bienestar integral del equipo humano, para mejor desempeño y productividad.

Estrategias[4]

Diseñar nuevos productos, a partir de las actuales materias primas o de tratamientos adicionales a los materiales.
Vinculación activa a programas orientados a ampliar mercados (Expopymes, Carses).
Actitud abierta hacia las nuevas propuestas.
Considerar los aportes y sugerencias internas de cada trabajador y externas de los usuarios de los productos, creando con ello alto sentido de pertenencia hacia la empresa.
Motivar e incentivar tanto económica como emocionalmente a los empleados.

Fortalezas[5]

Un producto posesionado en el mercado por más de 20 años.
Precios competitivos y favorables para los clientes.
Servicio personalizado.
Innovación en productos.
Respaldo de calidad y servicio.

---

2 Tomado de documentos de presentación de la empresa 2002.

3 *Ibíd.*

4 Entrevista con la gerente, Sra. Nancy Nelly Arias, noviembre 4 de 2002.

5 Tomado de Documento presentación Proexport, 2002.

Materias primas base utilizadas

El principal insumo es el acero inoxidable suizo (ver **Cuadro 1**).

Cuadro 1
Materias primas utilizadas

Varilla inox 304 de 3/16'', 1/8'',7/16'', 3/4''	Varilla inox 304 de 1/4'', 3/8'', 1/2''
Tiubing inox 316 de 0.035'' X 1/4''	Lamina inox 304 de 7/64''
Tiubing inox 316 de 0.035'' X 1/8''	Tiubing inox 316 de 0.035'' X 3/16''
Tiubing inox 316 de 0.0100'' X 1/16''	Tiubing inox 316 de 0.0060'' X 3/64''
Tiubing inox 316 de 0.0085'' X 3/32''	Tiubing inox 316 de 0.0100'' X 5/64''
Alambre inox 316 de 0.7 mm, 0.9 mm, 1.5 mm, 2.5 mm, 5.0 mm	Alambre inox 316 de 0.6 mm, 0.8 mm, 1.0 mm, 2.0mm, 3.0 mm, 6.0 mm

Fuente: Información suministrada por la empresa

Proveedores

Los principales proveedores de Instrumental Marthé son: Sanvik Colombia, Compañía General de Aceros, Dimetales S.A., Promecol, Ferretería Siscar y Ferretería Surtimiples

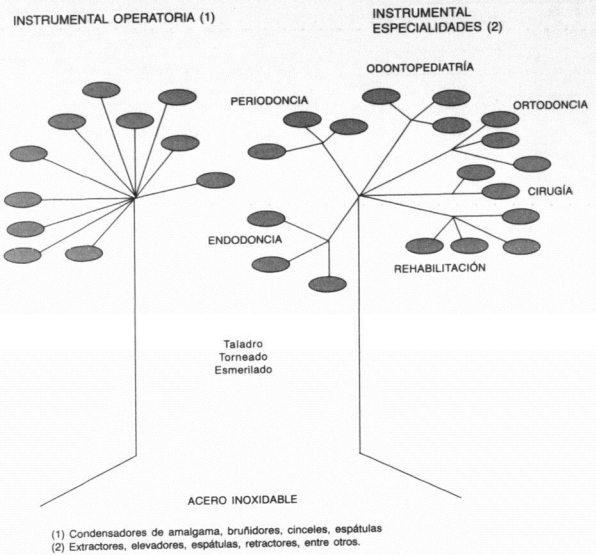
Productos

La **Figura 2** muestra cómo ha sido el desarrollo de las capacidades tecnológicas en Instrumental Marthé, apreciándose dos grandes áreas de trabajo: la de operatoria y la de especialidades odontológicas; en esta última es en la que se han logrado tanto el mayor posicionamiento, así como los mayores aportes innovadores.

Visto el proceso productivo con un mayor nivel de desagregación, Marthé produce instrumental, en acero inoxidable, para operatoria y las otras seis especialidades de la odontología (endodoncia, pediatría, rehabilitación, periodoncia, cirugía, ortodoncia), reconocidos en el mercado nacional por las siguientes características:

- Diseñados específicamente para la morfología de la raza latina.
- Alta calidad y resistencia, tanto por la materia prima utilizada como por los procesos de producción.
- Precios competitivos frente a la competencia de marcas americanas y alemanas presentes en el mercado nacional.
- Posibilidad de variabilidad en las características físicas según las necesidades del cliente.
- Excelentes terminados y presentación.

Figura 2
Desarrollo de capacidades tecnológicas en Instrumental Marthé



Fuente: Los autores a partir de información suministrada por la empresa

Actualmente Instrumental Marthé produce en total más de 100 referencias, las cuales se detallan exhaustivamente en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2

Instrumental producido por Instrumental Marthé

Instrumental para operatoria		
Aplicador de Docal	Cincel cavidades	Mercaptano
B. Cúspides	Cleoid Discoid	Meza incizal con tornillo
B. Doble #28-29	Condensador #1,2,3	Mortonson #1, 2
B. Sencillo #28 g	Condensador cónico	Recortador de borde #1
B. Sencillo #29p	Esferóbalo #28 g, 29	Recortador de ionómetro
Biselador #1	FP3	Rellenador conductos B40
Bisturí de orbán	Glick #1, #2	Surcos #21, #21B g
Cemento doble	Gritman	Tallador de fram #2
Cemento extralarga	H-B 28-32 g	Tallador de fram 6-10 doble
Cemento sencilla corta	H-B 29-34 p	Tallador de lecron
Cemento sencilla larga	Hollemback #1, 2	Tallador de roach
Cera Vehe	Horqueta #32g, 34p	Woodson #1, 2, 3

Instrumental para examen		
Cabos para espejos #5	Explorador doble #5	Explorador sencillo corriente
Cucharilla mixta	Explorador doble #5 redondo	Explorador sonda
Cucharilla paralela	Explorador #23 redondo	Sonda O. M. S.
Espejos completos	Explorador mixto	Pinza algodonera
		Ward #1 y #2

Instrumental para periodoncia		
CK4, CK6		Raspador de sarro
Cureta de Gracey 1/2", 3/4, 5/6, 7/8, 9/10,11/12",13/14", 17/18	Excavador 61-62	Sonda Williams
Cureta de Mc Call 13/14", 17/18"	Excavador 63-64	Sonda periodontal
Cureta de Jacquette 31/32" 30/36	Excavador 65-66	Sonda de navers

Instrumental para endodoncia		
Cánulas para cirugía "c"	Eyector micro (aguja 16)	Pieza para empacar y cortar conos
Cleoid-discoid endodótico	HB endodóntico	
Cucharilla endodóntica	Hot carrier (transportador de calor) *4	Pinza para microcirugía
Cucharilla endodóntica #1 micro	Microespejo #1, 2, 3, 4	Retrocondensador endodóntico
Espaciador A-25, A-30, A-40	Microespejo mediano endodóntico	Retro-obturador micro
Espaciador para caninos 0,25	Microespejo pequeño endodóntico	Retro-obturador apical #18
Explorador endodóntico	Obturador B-30, B-40	Retro-obturador curvo 8mm
Eyector #2, 3, 4		Stropko irrigador

Instrumental para pediatría		
Aplicador de Dycal doble	Bruñidor surcos #21	Explorador doble pediátrico
Aplicador de sellantes	Cabo espejo pediátrico #4	Explorador sencillo pediátrico
Arco de Young	C-K-Mini	Formas plásticas
Bruñidor de bola sencillo	C-K-P	Mortonson #1 CAP ped.
Bruñidor F.P.3	Cleoid Discoid Pediátrica	Pinza algodonera pediátrica
Bruñidor horqueta sencillo	Condensador de amalgama #1 SE	Recortador de ionómero ped.
Bruñidor mixto bola 21	Cucharilla minidoble	Tallador de Fram #2
Bruñidor mixto H-B pediátrico	Espejo pediátrico completo	Tallador de Fram 6-10

Instrumental para cirugía oral		
Abrebocas adultos	Elevador Bein DL34 (recto grueso)	Espátula 7-A
Abrebocas pediátrico	Elevador Bein DL35	Ensanchador de hueso #1, 2, 3, 4 liviano
Adaptador manual	Elevador Seldin 23	Gancho de piel
Cureta de Lucas #1 pequeña	Elevador Seldin 23 pediátrico	Hacha #1 y 2
Cureta de Lucas #2 grande	Elevador Seldin 23 tipo HF	Martillo para cirugía
Disector de freer	Elevador Seldin 68 plano	Osteótomo No.1, 2, 3, 4, 5
Elevador Apical der., izq., recto	Elevador Seldin DL 225 uña gato izq.	Periostótomo o elevador de periostio
Elevador Bein DL pediátrico	Elevador Seldin DL 226 uña gato der.	Periostótomo de Molt
Elevador Bein DL32 (recto delgado)	Elevadores de Pott Der.	Pinzas Adson
Elevador Bein DL33	Elevadores de Pott izq.	Pinzas para suturas
Elevador Flohr DL238 (acanalado izq.)	Elevador tercio final der., izq.	Retractor de colgajo (2 y 3)
Elevador Flohr DL239 (acanalado der.)	Elevador tercio final recto	Separador de Farabeu
		Separador de Minesota

Instrumental para ortodoncia	
Director de cadeneta	Director de ligadura
Director de ligadura con estrías	Empujador de bandas metálicas
Portaelásticos	

Instrumental para rehabilitación y estética oral		
Alam Boloccia	Espátula para contornear resina PCR	I-R #1, 2 liviana
Baja puentes o extractor de coronas	Espátula para moldear resina PMR #1, 2,3,4, 5	P.K. Thomas #1
Darby Perry	Interproximal (PMR #6)	P.K. Marthé #1
Elevador PAC curvo (posterior)	Espátula para tallar resina PTR #1, 2,3	Paralelómetro
Elevador PAC recto (anterior)	Espátula SCODB	Retractor de encías
Empacador de hilo retractor	Extractor de núcleos	Tallador de lomos
Espátula de porcelana #1, #2, #3	Heliomolar P-1	Tallador universal de resinas TUR

Fuente: Información suministrada por la empresa

Instalaciones

La fábrica de Marthé se encuentra ubicada en la Carrera 25 # 30–42, sector céntrico de Bucaramanga, en una casa-lote, de dos niveles, de aproximadamente 200 m^2 de área construida; en el segundo nivel funciona el área de pruebas y bodega, en tanto que en un primer sector del primer piso se encuentra el área administrativa (gerencia, secretaría y sala de atención), y más hacia el fondo el área de producción (maquinado y almacén de troqueles y materia prima).

Maquinaria y equipo

La empresa realiza su labor productiva mediante un proceso de mecanizado básico, con aporte fundamental de mano de obra especializada, valiéndose de la maquinaria y equipo incluida en el **Cuadro 3.**

Cuadro 3
Maquinaria y equipo utilizado por Instrumental Marthé

Torno revolver	Prensa # 5
Cizalla mixta (Cuchilla y enderezadora)	Motortool o Foredom
Torno paralelo de 40 cm entre puntos	Torno paralelo de 50 cm entre puntos
Torno paralelo de 15 cm entre puntos	Torno paralelo de 50 cm entre puntos
Taladro pequeño de banco	Taladro grande de banco
Taladro fresador	Esmeril de ½ HP (3) y ¾ HP (4)
Mesón lijadoras (5 puestos)	Pulidora (2 puestos)
Marcadora de rodillo	Marcadora de presión

Fuente: Información suministrada por la empresa

Personal

La estructura corresponde a una microempresa, con una capacidad operativa que la hace muy competitiva, y cuya planta de personal ha estado constituida desde sus inicios, como se aprecia en el **Cuadro 4**.

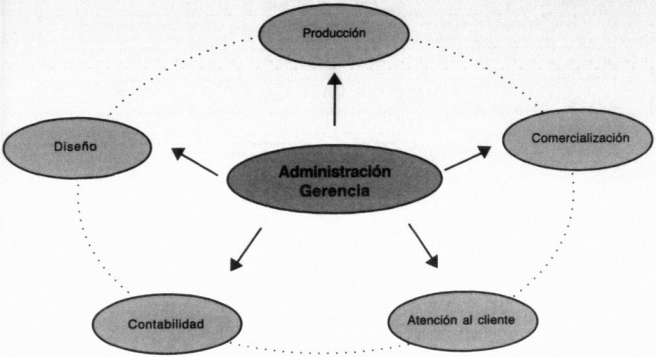
Cuadro 4
Personal de Instrumental Marthé

Área	No de empleados	Tiempo promedio de servicio
Administrativa	4	2 años
Producción	8	4 años
Ventas	4	1 año

Fuente: Información suministrada por la empresa

El esquema organizacional y administrativo se refleja en la **Figura 3.**

Figura 3
Esquema organizacional y administrativo de Instrumental Marthé



Fuente: Los autores a partir de información suministrada por la empresa

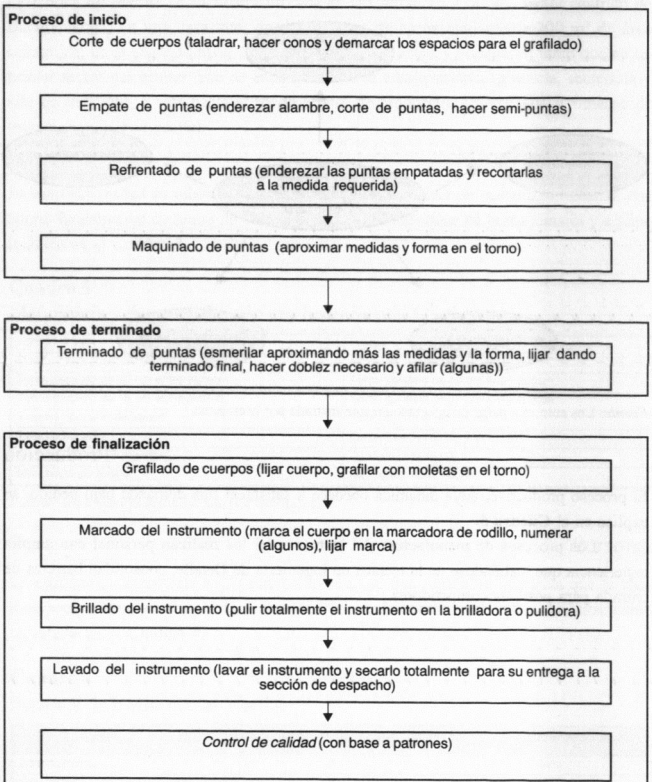
Producción

El proceso productivo, cuya dinámica obedece a satisfacer una demanda bajo pedido, se explica en el **Cuadro 5.**

Los procesos de manufactura del instrumental los realizan personal con amplia experiencia que, valiéndose de la técnica de Ingeniería de Detalle, consolidan barreras de entrada para posibles competidores.

Cuadro 5

Proceso de producción de Instrumental Marthé



Fuente: Información suministrada por la empresa

La actual capacidad instalada disponible alcanza un nivel de producción de aproximadamente 1.500 unidades mensuales. La contribución por instrumental tipo para los períodos 2001 y 2002 respectivamente, y con una destacada participación del instrumental para rehabilitación y estética, se observa en el **Cuadro 6.**

Cuadro 6
Contribución por instrumental tipo 2001 – 2002

Producto	Producción 2001	Contribución a ventas	Producción 2002	Contribución a ventas
Operatoria	2.267	22,2%	1.566	16,0%
Examen	1.700	16,6%	1.718	17,5%
Periodoncia	693	6,8%	547	5,6%
Ortodoncia	95	0,9%	34	0,3%
Endodoncia	714	7,0%	767	7,8%
Cirugía Oral	533	5,2%	569	5,8%
Pediatría	535	5,2%	313	3,2%
Rehabilitación y estética	3.555	34,8%	3.357	34,2%
Especiales	119	1,2%	942	9,6%
Total	**10.211**	**100,0%**	**9.813**	**100,0%**

Fuente: Información suministrada por la empresa

Entorno económico y de mercadeo

Marthé fabrica instrumental de odontología para atender los siguientes mercados nacionales:

- Estudiantes de odontología del I al X semestre.
- Odontólogos generales, en la práctica de su profesión.
- Odontólogos que adelantan estudios de educación continua o de postgrado.
- Odontólogos especializados, en el ejercicio profesional.
- Clínicas, hospitales y entidades del sector salud en general.
- Instituciones de educación que ofrecen programas académicos en el área de la odontología.

Atendiendo a las estadísticas que internamente la empresa lleva desde 1998, por cada instrumento de operatoria vendido, Instrumental Marthé vende aproximadamente diez piezas para especialidades, en donde el área de rehabilitación y estética oral ha tenido un particular auge, debido a la masificación de tratamientos como el blanqueamiento dental (consistente en la recuperación de la tonalidad clara de la estructura dental a partir de sustancias químicas como el peróxido de carbamida).

Históricamente la comercialización de estos productos ha tenido un comportamiento irregular, situación propiciada en gran medida por el contrabando, práctica ilegal que protege los precios del instrumental que llega de fuera a costos inferiores frente a los costos de producción de la industria nacional, por lo general más altos.

Con relación a la distribución del instrumental, todo el sector enfrenta limitaciones debidas a la falta de agentes regionales que permitan un mejor cubrimiento, situación que, según la gerencia de Marthé, se repite a la hora de explorar hacia mercados internacionales.

Otras dos limitaciones que en el campo tecnológico enfrenta Instrumental Marthé, son:

- Al ser productos esencialmente artesanales, la maquinaria que incorpora control numérico no es adaptable al tipo de producción.
- La investigación en nuevas tecnologías aplicadas al tratamiento y al recubrimiento de la materia prima con que se produce el instrumental es difícil y costosa; en la actualidad se trabaja en un proyecto de investigación en alianza con el grupo de plasma de la Universidad Industrial de Santander.

Políticas de mercadeo[6]

- Participación en todos los eventos académicos odontológicos nacionales.
- Innovación y acondicionamiento de nuevos productos para satisfacer la práctica clínica, situación derivada de un trabajo que se adelanta de la mano de reconocidos profesionales de la odontología.
- Oferta de productos certificados por las entidades y autoridades del gremio (Federación Odontológica Colombiana, Facultades de Odontología).
- Capacitación continua y gratuita en el manejo del instrumental a potenciales usuarios.
- Contacto directo y permanente con el usuario final del producto (odontólogos), situación que genera una retroalimentación lo suficientemente válida y a bajos costos.

Competidores

Por ser una de las pocas empresas productoras de instrumental odontológico a nivel nacional, y dado su posicionamiento en el sector gracias a su reconocida capacidad de innovación e investigación en nuevos diseños, Instrumental Marthé posee un alto nivel de competitividad en el contexto colombiano, de acuerdo con los resultados del análisis comparativo de atributos que se muestra en la **Tabla 1:**

[6] Entrevista con la gerente, Nancy Nelly Arias.

Tabla 1
Análisis comparativo de atributos de Instrumental Marthé frente a los competidores

ATRIBUTO	COMPETIDOR			
	HU-FREYDE	PREMIER	DIXON	SUPER DENT
Calidad (*)	D	D	V	V
Precio (*)	V	E	E	D
Servicio al cliente (*)	V	V	V	V
Cubrimiento (*)	D	D	D	D
Diseño (*)	E	E	V	V

V = ventaja, D = desventaja, E = Equidad
(*): El resultado (V, D o E) corresponde a la evaluación de Marthé frente al competidor
Fuente: Informe Marthé para el programa Expopyme de Proexport

Análisis estratégico de la innovación

La generación de la innovación y el equipo innovador

Los resultados de la aplicación del test de evaluación de la cultura empresarial en Instrumental Marthé llevan a catalogarla como una organización con un enfoque hacia fuera y que responde a estímulos externos *(E: Extraverted),* lo que la hace mantenerse al tanto de las actualidades y a estar pendiente de los detalles *(S: Sensing);* de otra parte, depende de procedimientos impersonales y principios *(T: Thinking)* y prefiere mantener las opciones abiertas, desconfiando de demasiadas definiciones *(P: Perceiving).* Adicionalmente, se perciben con una intensa presencia los siguientes elementos que posibilitan la innovación: compromiso personal hacia su práctica sistemática, sentido de identidad de los empleados para con la empresa y su misión, espacio para el manejo de la subjetividad (conocimiento tácito, sugerencias, intuiciones), diligencia y persistencia.

El proceso de innovación en industrias Marthé tiene como génesis una respuesta a una situación asociada a la estructura ósea del colombiano, quien posee una contextura y conformación diferente (generalmente menor), en comparación con los individuos europeos y norteamericanos. El diseño y la producción de la instrumentación odontológica que se comercializa mundialmente tienen su origen en Estados Unidos y en Alemania, y por lo tanto sus dimensiones corresponden a las características antropométricas de su población.

En el anterior contexto, los odontólogos colombianos han manifestado la dificultad de operar la mayoría del instrumental de procedencia extranjera, dado que es demasiado grande y sus ángulos de diseño no permiten una mayor maniobrabilidad en los pacientes;

frente a esta problemática, Industrias Marthé tomó como reto la tarea del diseño y la fabricación de instrumentación odontológica apta para uso en pacientes de menor contextura.

La elaboración del instrumental adecuado para las características del mercado nacional está a cargo de los diseñadores de Marthé, con la colaboración de profesionales de la odontología que se encargan de hacer las pruebas hasta encontrar el mejor diseño (para instrumentos especiales o muy difíciles, aún se recurre a la experiencia y capacidad inventiva del señor Arias, fundador y padre de los actuales propietarios).

El desarrollo de la innovación

Las ideas de innovación en Marthé provienen de la problemática derivada del manejo de instrumentación de procedencia extranjera en las dimensiones de la estructura ósea de nuestra población; en tal contexto, se produce la necesidad de desarrollar procesos de innovación, algunos incrementales (mejora en los diseños), y otros radicales (construcción de nuevos instrumentos).

Tal actitud, que corresponde a una filosofía de vida de su fundador y que ha trascendido el tiempo, ha encontrado terreno abonado en los últimos años como consecuencia del alto grado de especialización en el ejercicio de la profesión odontológica, principal fuente de los desarrollos.

Las innovaciones en Marthé, bien sean de mayor o menor envergadura, corresponden a:

- Adaptaciones a partir de un diseño ya existente.
- Necesidades de instrumentación nueva, para situaciones muy específicas en las que los instrumentos existentes en el mercado no son adecuados.
- Inquietudes nacidas de la experiencia en la fabricación de instrumental odontológico, y que se consideran con un potencial de aplicación práctica.

El diseño y prototipaje del instrumental Marthé se sustentan en tres premisas básicas:

- Su fácil maniobrabilidad por parte del odontólogo.
- La flexibilidad y resistencia de los materiales con los que se fabrica.
- El bajo grado de trauma que produce en el paciente tratado.

Análisis funcional del manejo de la tecnología y la innovación

Para el diseño y posterior manufactura del instrumental odontológico, Marthé se soporta en una organización administrativa muy flexible, que apoya los procesos productivos y que propicia un trabajo muy de la mano con odontólogos especializados, profesionales encargados de probar los prototipos y de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes para validar la operabilidad del desarrollo; esta última actividad constituye el factor clave

en el establecimiento de las características finales del producto, por cuanto las pruebas se hacen en pacientes de diferentes contexturas y con diferentes situaciones clínicas.

De otra parte, la política de innovación y desarrollo de Instrumental Marthé contempla la interacción directa con profesionales del área, mediante la presencia en los eventos de carácter clínico y de especialización que se desarrollan en el país, con el propósito de lograr captar inquietudes respecto a nuevas situaciones relacionadas con el uso de los instrumentos ya existentes y con la mejora de su desempeño. En este tipo de eventos se suelen presentar igualmente avances y nuevos desarrollos en técnicas clínicas, quirúrgicas y de especialización, que requieren, bien sea, el diseño de nuevos instrumentos o el rediseño de los ya existentes.

Adicionalmente, y sin ningún costo, Marthé facilita la instrumentación necesaria para la realización de prácticas clínicas o quirúrgicas en cursos de posgrado, con el fin de hacer conocer de docentes y alumnos un nuevo desarrollo y a su vez detectar algunas sugerencias y recomendaciones que permitan mejorar el diseño.

La evaluación de las capacidades tecnológicas en Instrumental Marthé, tal como lo ilustra la **Tabla 2**, presenta un resultado de estado intermedio, que aparentemente no refleja un alto desarrollo tecnológico; sin embargo, su potencial radica en el manejo de tecnologías blandas, que facilitan la apropiación de conocimientos y su posterior aplicación en el diseño y desarrollo de productos, hecho que constituye una de las mayores fortalezas, evidenciada en la capacidad de investigación y desarrollo a partir de las necesidades detectadas en el medio.

La administración de la innovación

Al igual que en la mayoría de las pequeñas industrias, en Marthé la responsabilidad de los procesos recae sobre la administración, y por ende la decisión de un nuevo desarrollo y de su manufactura y comercialización, o la participación en los diferentes eventos científicos y académicos.

De otra parte, existen factores propios, tanto internos como externos, que afectan los procesos de innovación en Marthé:

- Tecnología de materiales.
- Costos de elaboración del prototipo.
- Costos de fabricación y de introducción del nuevo producto.
- Precio de venta de instrumental sustituto.
- Aceptación por parte de la comunidad profesional de los nuevos desarrollos.

Tales factores condicionan que se haga la manufactura de un nuevo desarrollo, dependiendo del beneficio tanto para la empresa como para el cliente, y de si los costos son tan elevados que impiden competir con otros instrumentos que sirven para el mismo propósito.

Tabla 2

Matriz de Evaluación de las capacidades tecnológicas de Instrumental Marthé

(Evaluación cualitativa según Escala de Likert)

ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS	GRADO DE DESARROLLO				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica		X			
Formalización del manejo tecnológico			X		
Las decisiones de inversión tecnológica		X			
Incorporación de la tecnología:					
• Vigilancia e identificación de la tecnología		X			
• Selección de la tecnología		X			
• Negociación y transferencia tecnológica		X			
• Uso y explotación de la tecnología			X		
Investigación y desarrollo				X	
Eslabonamiento tecnológico			X		
Innovación			X		
Salvaguardia tecnológica		X			
Capacitación y difusión tecnológica		X			
Puntaje máximo alcanzable = 60	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = 30	0	14	12	4	0

Fuente: Los autores a partir de la información suministrada por la empresa

En la práctica se han dado casos en los cuales el desarrollo de un nuevo instrumento ha sido motivado por algún especialista, que incluso se encarga de hacer el posicionamiento del nuevo producto en el mercado y del registro histórico de aplicación en casos prácticos, con los correspondientes resultados.

Las fases del proceso de innovación y desarrollo de instrumental odontológico en Marthé, son:

- Detección de la necesidad de innovación.
- Desarrollo del prototipo.
- Prueba del prototipo por parte de expertos (odontólogos especialistas).
- Ajustes al prototipo a partir del análisis de los expertos.
- Manufactura del instrumental y comercialización en eventos científicos y académicos y con los estudiantes de postgrados en las universidades.

La comercialización de un nuevo instrumento se hace conjuntamente con otros productos ya existentes en el mercado; adicionalmente, los mismos odontólogos se encargan de hacer la divulgación de los nuevos productos entre sus colegas y con sus estudiantes.

La innovación en Marthé es fundamentalmente de producto, situación que se aprecia con la aparición mensual de nuevas referencias (productos especiales) en la lista de precios, y que para el 2001 representó el 1,2% y para el 2002 el 9,6%, del total de piezas producidas; éstas referencias, posterior a su aceptación por los profesionales en odontología, pasan a formar parte del portafolio de productos.

Con relación a los servicios, la empresa ha desarrollado una nueva modalidad consistente en el mantenimiento de las partes activas del instrumental deteriorado por el uso, bien sea el de fabricación propia o el elaborado por la competencia. El mantenimiento consiste en pulir el instrumental para recuperar su brillo o en recuperar su forma, característica perdida por los golpes o por el uso inadecuado.

Casos específicos de innovación

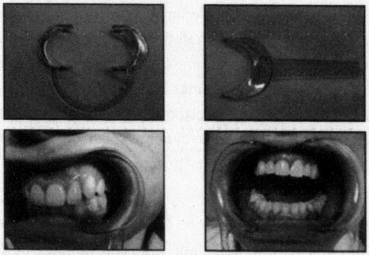
A partir de las inquietudes formuladas por los profesionales de la odontología, los diseñadores de Marthé elaboran un primer prototipo que, como resultado de la prueba y el error, es objeto de ajustes en su diseño o en el acero usado para su fabricación. Cada instrumental tiene una flexibilidad diferente que depende básicamente del tipo de material a manipular (resinas generalmente) o de la función que vaya a desempeñar. Otro aspecto fundamental en la diferenciación del producto Marthé es su adaptación a la contextura y fisonomía de los colombianos, para lo cual se utilizan dimensiones y formas muy específicas y diferentes a las del instrumental importado.

Para citar un primer ejemplo, Marthé rediseñó, para adaptarlo a las necesidades odontopediátricas, un **separador de labios en acero inoxidable (Figura 4)**, que se fabricó en alambre resortado en reemplazo de la varilla (material tradicionalmente utilizado en Estados Unidos y en Alemania); a diferencia del importado, el separador de Marthé no lastima al paciente y recobra su estado original.

Un segundo ejemplo lo constituye un instrumento utilizado para rehabilitación y estética (condensación del diente), que no existía en el mercado, y al cual se le denominó "N" (N1, N2, N3); su origen se encuentra en la necesidad de realizar la reconstrucción del diente por capas diagonales y no de una sola pieza, para garantizar la translucidez. Después de varias pruebas de diseño, materiales y medidas, con la colaboración del odontólogo Norberto Calvo, docente de la Universidad Nacional, se logró el desarrollo definitivo.

El extractor de coronas (Figura 5) surge de la necesidad de realizar de una manera más práctica la remoción de la corona del diente; con el método anterior el odontólogo requería gran cantidad de tiempo y uso de la fresa, generando no sólo incomodidad al paciente sino riesgo de formación de puntas; a partir del concepto básico de apalancamiento y por prueba y error, luego de seis meses de trabajo se dio con las dimensiones y los ángulos adecuados, y se halló la curvatura ideal.

Figura 4
Separadores bilaterales y unilaterales de comisuras labiales



Fuente: http://www.odontocat.com/cirugia2.htm

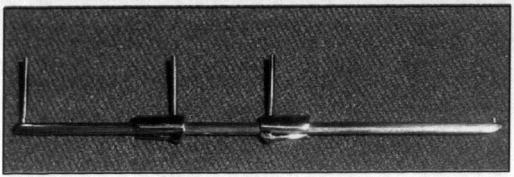
Figura 5
Extractor de coronas



Fuente: Instrumental Marthé

El **paralelómetro intraoral (Figura 6)** aparece de la revisión del procedimiento de medición intraoral tradicional, consistente en la toma de impresiones y en el envío al laboratorio donde se realizaba el proceso de dimensionamiento, actividades que frecuentemente era necesario repetir. Marthé tuvo acceso a un dispositivo similar de origen cubano (ya descontinuado) a partir del cual se decidió reemplazar el dispositivo de tornillos por un sistema de click removible, generando un instrumento de una base fija y dos componentes móviles, logrando tomar el paralelismo en boca para las tallas en rehabilitación.

Figura 6
Paralelómetro intraoral

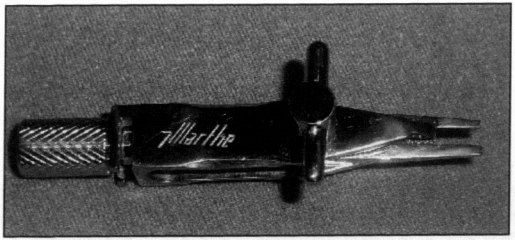


Fuente: Instrumental Marthé

Actualmente, con la colaboración del odontólogo de la Universidad del Valle, Jorge Alonso Rengifo Bernardi, se realiza el análisis de funcionamiento del **extractor de núcleos (Figuras 7 y 8);** el Dr. Rengifo declara haber realizado con éxito hasta la fecha la extracción de 87 núcleos con esta herramienta, con un solo fracaso por fractura radicular.

El Dr. Rengifo afirma[7]: "es claro que hoy en día los pacientes tienen niveles de exigencia estética bastante altos, razón por la cual los núcleos metálicos se convirtieron en un dolor de cabeza para los odontólogos que perseguimos satisfacer al paciente en este aspecto, además de cumplir con los requerimientos funcionales".

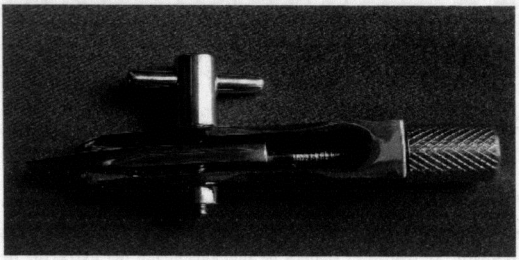
Figura 7
Extractor de núcleos



Fuente: Instrumental Marthé

[7] Declaración del Dr. Jorge Alonso Rengifo Bernardi a los investigadores.

Figura 8
Extractor de núcleos



Fuente: Instrumental Marthé

Propiedad intelectual

Con respecto a la protección de las innovaciones la empresa considera que pese a las ventajas derivadas de una política más agresiva con respecto a las patentes, la dinámica de las necesidades de odontología y los materiales empleados en ella —por ejemplo las resinas—, sumado a los trámites requeridos para formalizar la propiedad intelectual, la hacen impracticable.

Conclusiones

El mercado del instrumental odontológico ha evolucionado a la par con el uso de nuevos materiales y con la adopción de nuevos procedimientos odontológicos. Esta evolución ha propiciado de forma directa una dinámica particular a los proveedores de los profesionales de la odontología; la profesionalización, en las últimas décadas, del ejercicio profesional odontológico, constituye un factor trascendental en el desarrollo de los productos.

La referida dinámica ha convertido a la innovación de producto en Instrumental Marthé en una decisión de supervivencia; en tal contexto, el perfil del fundador, señor Carlos Arias, trazó una impronta, que aún hoy guía el devenir de la empresa.

Es evidente, y de ello se tiene conciencia al interior de la organización, que tanto los resultados económicos alcanzados a la fecha, así como la permanencia de la empresa en el mercado, frente a la fuerte competencia americana y alemana - en calidad -, y pakistaní - en precio -, obedecen en alta proporción a la capacidad innovadora de su fundador; los sucesores, es decir, la segunda generación, hablando en términos de famiempresa, si bien no son inventores como el señor Arias, han sabido redireccionarla hacia otras áreas que

han posibilitado nuevas innovaciones para el mercado nacional, conservando fuertes vínculos, a modo de consultor tecnológico, con su padre, el fundador de la empresa.

La relación en doble vía odontólogos–empresa, ha definido la velocidad de respuesta a las necesidades por ellos planteadas.

Los resultados de la Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas y del Test de la cultura empresarial, muestran una empresa con mucha expectativa hacia futuro, dado que se ha logrado entender que el paso de la manufactura artesanal a una manufactura industrial es una oportunidad para mejorar los desarrollos tecnológicos, con innovaciones que se enfocan al detalle y al valor agregado.

Bibliografía

BRIDGES, W. (2000), *The character of organizations: using jungian type in organizational development,* California, Davies - Black Publishing.

Documentación de la empresa.

http://www.odontocat.com/cirugia2.htm

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela (2003), "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales,* Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

VARGAS, Marisela y MALAVER, Florentino (2003), "Dinámica económica y tecnológica de la cadena metalúrgica – metalmecánica en los años 90", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales,* Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

Sotec Ltda.*

*Luis Arturo Rosado***

La empresa y su evolución

El estudio de caso sobre innovación en el sector manufacturero, correspondiente a Manizales, se centró en el sector metalmecánico. Como caso de estudio se escogió a la empresa Sociedad Técnica Limitada (Sotec Ltda.) ubicada en el kilómetro 9 de la Vía al Magdalena. Es una empresa de propiedad que cuenta con 25 trabajadores. La planta ocupa 1.200 m^2 y su principal producto son los bienes de capital. El patrimonio de la compañía sumaba $975 millones en el año 2002. Estos datos permiten caracterizar a Sotec como una empresa de tamaño pequeño y de base tecnológica.

El presente estudio de caso está estructurado de la siguiente manera: la primera parte corresponde a esta introducción. La segunda parte hace referencia al comportamiento competitivo de la empresa y su entorno económico. En la tercera parte, se aborda el análisis estratégico y funcional de las capacidades tecnológicas de Sotec. En la parte final, se caracterizan los procesos de innovación, sus resultados e impactos sobre la empresa.

El objetivo del proyecto es analizar la innovación como un proceso que evoluciona al interior de la empresa de bienes de capital Sotec Ltda., con el fin de identificar las estrategias

---

* El presente caso de estudio, se realizó bajo el direccionamiento teórico y metodológico proporcionado por el Observatorio de Ciencia y Tecnología, y gracias a subvención otorgada por Colciencias. Los autores agradecen a la red de investigadores sobre innovación, participantes en el estudio de casos, por la calidad de la discusión y los aportes realizados y, muy en especial, se agradecen los comentarios de Álvaro Zerda y Florentino Malaver. De igual manera se destaca la tarea de coordinación logística efectuada por Marisela Vargas del OCyT. También agradecen a la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales el apoyo concedido. Y por supuesto, al propietario de la empresa Sotec Ltda., ingeniero Carlos Alberto Uribe, por dedicarnos su valioso tiempo.

** Magíster en Ciencias Económicas e investigador de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Para la elaboración del presente estudio se contó con la participación de Paula Marcela Cardona, administradora de empresas, en su condición de auxiliar de investigación.

formales adoptadas para la realización de la innovación; así mismo observar el papel que juega dicha innovación en la formación de ventajas competitivas y en los resultados de la empresa.

La construcción de las capacidades tecnológicas propias o distintivas de la empresa se considera como el *quid pro quo* del proceso que condensa la posibilidad de obtener ventaja competitiva. Es de advertir que, si bien se hace el análisis de las capacidades tecnológicas como fuente de ventajas, este sólo se usa como marco analítico y de referencia, pues no es este el foco del estudio de caso. Sin embargo, su caracterización puede aportar elementos al análisis objeto del estudio.

A continuación, se resumen brevemente las características innovadoras de la empresa y sus etapas de evolución.

El personal con que cuenta Sotec está conformado por 4 ingenieros, 3 técnicos, 14 obreros que trabajan en el área productiva, y 3 empleados del área administrativa.

Sotec Ltda. es una empresa dedicada al diseño, construcción y montaje de bienes de capital. Sus diseños se basan en la creatividad y en el ensamble de máquinas con las mejores piezas posibles, para crear una solución óptima para cada cliente. La calidad en la producción y el servicio son muy importantes en todos los niveles de la organización para la satisfacción del cliente.

Es una empresa que hace innovación en el diseño de bienes de capital; las innovaciones obtenidas por la empresa corresponden al tipo de aprender haciendo y aprender solucionando problemas, como resultado de la estrategia corporativa. Presentan soluciones específicas de acuerdo a las necesidades de cada cliente.

Sotec Ltda. puede caracterizarse como una empresa de base tecnológica, que incorpora el conocimiento como "materia prima" fundamental para el logro de sus objetivos, hasta su posterior transformación en el valor de una solución específica acorde con las necesidades de la empresa cliente, consistente en bienes de capital. También se sustenta en nuevas tecnologías, con fundamento científico y parámetros universales, que mejoran sustancialmente su forma de hacer las cosas, satisfaciendo necesidades reales, evidentes o potenciales y basándose en la innovación para la solución de diferentes demandas. En cuanto a la gestión administrativa, de mercadeo, comercial y de servicio postventa, presenta carencias que la alejan, un tanto, del concepto de empresa de base tecnológica (EBT).[1]

[1] Véase sitio *web* de la Incubadora de Empresas de Antioquia, para la definición de las empresas de base tecnológica (EBT): www.incubadora.org.co

Etapas de evolución

1970-1978 Colombit[2]

Sotec inicia actividades formalmente en 1978, prestando el servicio de *balanceo dinámico*, a raíz de ver una oportunidad en este campo, pues el análisis de las vibraciones y el balanceo dinámico de las maquinarias existentes en la empresa Colombit revelaba una gran falencia detectada desde el año 1975. En esta época es cuando su fundador madura su curva de aprendizaje, la cual había iniciado desde 1970, pues como empleado de Colombit la gerencia le brinda la oportunidad de trabajar en el campo del mejoramiento continuo, exclusivamente dedicado a innovar en los procesos y productos. Entonces realiza la desmoldadora automática y diseña la segunda línea de producción de esta empresa, en 1972. Ello implicó visitar varios países como Italia, Estados Unidos, Alemania, entre otros, para aprender del diseño de máquinas y procesos similares que le sirvieran para aplicarlos al caso Colombit.

Para iniciar la empresa, se solicitó el primer crédito a la Corporación Financiera Popular, cuyo gerente apoyó, en gran manera, a la nueva empresa a lograr los objetivos que se había trazado. El primer local tenía 28 metros cuadrados y se laboraba desde las 4 de la tarde hasta las 10 de la noche, con dos personas trabajando permanentemente y dos más por horas. Con esta pequeña infraestructura se dio comienzo a la fabricación de equipos de secado para la industria cafetera, a petición del ingeniero Alfredo Robledo, quien indicó los problemas que tenían los diferentes equipos existentes, como el balanceo dinámico.

1978-1983 Manilit[3]

En este período ya había acumulado suficiente conocimiento y reputación, gracias a lo cual consigue el contrato para el diseño de la nueva planta de Manilit, propiedad de la empresa Luker, perteneciente al gremio de los cafeteros. "Esta fue la etapa de más crecimiento", según aseguró el gerente de Sotec en la entrevista, ya que por fin pudo trabajar en un proyecto muy grande, de 240 millones de pesos de 1981. Nuevamente recorrió varios países para buscar ideas. El diseño, construcción y montaje de la planta de Manilit, fue totalmente hecha en

---

[2] Fundada en 1967, fabrica productos de fibrocemento y plástico dirigidos al sector de la construcción. Todo esto, de la innovación, empezó con su primer trabajo en Colombit, especialmente en 1970 cuando Mauricio Carazo (un judío-egipcio) toma la gerencia de esta empresa y le dice a Carlos Alberto Uribe que no le daría un escritorio para que trabajara allí, que su trabajo consistiría en tener un asiento en la planta, para que mirara, analizara y resolviera los problemas, pues le dijo que él veía cosas que otros no. El gerente de Sotec, le da gran relevancia a este hecho, que lo impulsó a ser innovador (nota de los autores).

[3] Fundada en 1981 con el objetivo de fabricar placas onduladas de fibrocemento, productos moldeados complementarios y otras variedades de productos. Hoy exporta a países como Ecuador, Panamá, Perú y el Caribe. (Hoy Toptec).

Colombia y ensamblada por Sotec, totalmente automatizada, para la producción de placas de asbesto cemento. El valor de dicha planta en el mercado mundial costaba US$ 1 millón (al tipo de cambio de 1981, unos 300 millones de pesos colombianos).

De este modo se inició una etapa más de desarrollo de Sotec, al reinvertir las utilidades en la dotación de nuevos equipos. La planta de personal creció de 2 a 8 empleados. Por el montaje de Manilit, Sotec se hizo acreedora, en el año de 1986, a la Medalla al Mérito Industrial, que le fue otorgada por el Ministerio de Desarrollo. En 1981 se trasladaron de local, a uno que tenía 100 metros cuadrados.

1985-1987 Los efectos del volcán

El crecimiento de la empresa ha sido mesurado de acuerdo a las circunstancias. Por ejemplo, el acontecimiento de la explosión del volcán del Nevado del Ruiz, obligó al gobierno a ofrecer beneficios a través de leyes, en la zona de influencia del desastre. Sotec aprovechó diferentes beneficios del Decreto 3830 de 1985 y la Ley 44 de 1987, para traer al país maquinaria nueva que sirviera para la renovación tecnológica y la prestación de los diferentes servicios, tales como la dobladora hidráulica de lámina, equipos de soldadura (MIG, TIG y las soldaduras especiales, bajo la asesoría de All-State, firma filial de ESAB), el torno, y el pantógrafo electrónico de plasma. Todas estas máquinas le permitieron luego realizar un proyecto para Eternit Colombia[4], en las plantas de Barranquilla, Bogotá y Cali).

En 1984 adquirió la mandrinadora, una máquina para hacer máquinas, con lo cual se dispara el sistema de producción. En efecto, las ventas pasan de $4 millones (1984) a $15 millones en 1986 y a $36 millones en 1994.

La primera relación con Mabe Colombia comienza en 1982. Este fabricante de neveras de origen mexicano, es un gran exportador, con sede en Manizales, el cual solicita a Sotec desarrollar el sistema de troquelado y las máquinas automáticas de proceso. Estas máquinas las traían de Italia. Se tomaron las máquinas italianas y se desarmaron para ver cómo era su ingeniería, con el fin de mejorarlas en su diseño y su desempeño, pues se detectaron fallas de diseño que ocasionaban desperdicios altos.

1998-2002 Outsourcing para Mabe

El siguiente hito de crecimiento, ocurre en época más reciente. La empresa Mabe de Colombia, solicita mejorar los gabinetes del congelador. Aparece una máquina con problemas. Mediante ingeniería de reversa, se examina una de esas máquinas y obtienen los principios básicos o de fundamento. Una vez realizado este proceso buscan la tecnología de punta disponible para reemplazar la antigua. Seis meses dura el diseño de la primera máquina y ocho meses en construirla. En la posterior fabricación de esta máquina, se le introducen innovaciones incrementales y los tiempos de construcción se acortan a 120 días.

[4] Industria de fibrocemento, produce placas onduladas de fibrocemento

Luego surgen problemas con las máquinas rotativas moldeadoras de los espumados de las puertas de las neveras, que generaban desperdicios por reprocesos de hasta el 35%. Para encontrar una solución, se visitó a los fabricantes italianos y a Mabe México. En ocho meses elabora el nuevo diseño de la máquina y fabrica la primera en otros ocho meses. Las siguientes unidades se hacen en solo seis meses y con innovaciones incrementales. (A estas máquinas, por ejemplo, se les incorpora lectores de códigos de barras que no los traen los diseños italianos). E incluso, cuando Sotec le planteó los nuevos diseños de última generación a Mabe, esta decidió parar, ya que no estaba lista para estas innovaciones de carácter radical.

En 1999 compra la cizalla de láminas, que le permitió mejorar los productos y ahorrar material, gracias a la precisión y limpieza de los cortes que evitan desperdicios.

Así mismo, en 1999 recibieron el Premio al Despertar Empresarial, como la mejor empresa en la categoría mediana y gran empresa, por parte de la Corporación Financiera de Caldas y el Diario *La Patria.*

En los últimos años ha seguido adquiriendo equipos, pero lentamente, de acuerdo con el crecimiento del mercado.

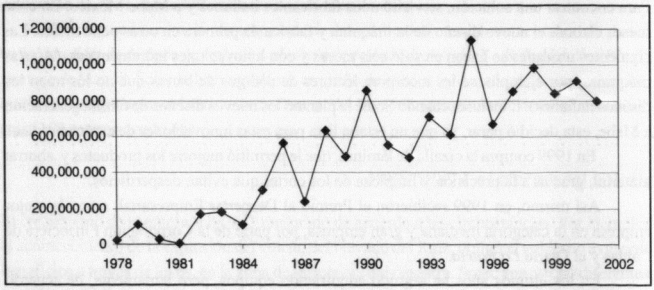
Los principales productos innovadores incorporados al mercado por Sotec son:

Robots que se hicieron para las máquinas de Mabe; tornillos de bolas recirculantes de última tecnología alemana que han sido incorporados en las máquinas fabricadas por Sotec, por primera vez en el mercado nacional; máquinas de secado de granos que implicaron la modificación del diseño de investigación de Cenicafé; peladora de café; planta de producción de tejas de asbesto de cemento y sistema de moldeo automático de las mismas; sistema de pintura en línea; desmoldadora automática, troqueladora de procesos para plásticos al interior de la nevera "linner", máquina rotativa de ensamblaje de puertas de nevera con lector óptico de código de barras; sistema automático de almacenamiento y distribución de los pellets de poliestileno y cabinas de pintura.

La evolución económica de Sotec muestra tres periodos de cambio desde su fundación en 1978 que se analizan a continuación.

Las tres etapas de crecimiento que presenta la empresa se visualizan en el **Gráfico 1**. La primera de ellas va de 1978 a 1984, etapa en la cual las ventas alcanzan los 200 millones de pesos por año (pesos constantes de 1999). La segunda fase va de 1985 a 1994, las ventas alcanzan a triplicarse hasta un promedio de 600 millones de pesos por año. Y finalmente la empresa vuelve a crecer, de 1995-2002, cuando las ventas llegan a promediar los 900 millones de pesos por año.

Gráfico 1
Ventas de Sotec Ltda. a pesos constantes de 1999



Fuente: Sotec Ltda.

Estos datos muestran la evolución de la empresa en un mercado donde es difícil sobrevivir, como es el de bienes de capital, ya que los principales competidores son grandes multinacionales, tales como Siemens y otras. Sin embargo, en el rango de la pequeña empresa, Sotec compite con las firmas nacionales Superbrix, Búfalo y Distral (en liquidación). Este mercado está valorado en $1.194.979 millones para el 2001, dentro del cual Gecolsa tiene la mayor cuota, 17.3%. Se trata de 100 empresas, de las cuales 20 tienen una participación del 72% y las restantes 80 suman el 28% de participación. Dentro de este 28% se cuantifica la participación de Sotec. Esta participación es muy baja, del 0.08% en el 2001, y la participación de Superbrix es de 0.65%, su competidor más cercano, aunque tienen nichos de mercados diferentes[5] (Revista *La Nota Económica*, 2002).

Si las ventas y la participación de Sotec han aumentado desde 1978 hasta hoy, es necesario también observar cómo el sector metalmecánico (382) ha evolucionado en Colombia. De acuerdo con la clasificación CIIU revisión 2 de la EAM, este sector incluye además a empresas fabricantes de bienes finales como es el caso de Mabe de Colombia, fabricante de neveras.

En la órbita nacional, la cadena metalmecánica representa el 20.9% del total de empresas de la industria manufacturera, el 17.7% del empleo, el 15% del valor agregado, el 17% de la producción bruta, el 17.6% de las exportaciones y el 63.6% de las importaciones, en promedio para el periodo 1996-1999.[6]

---

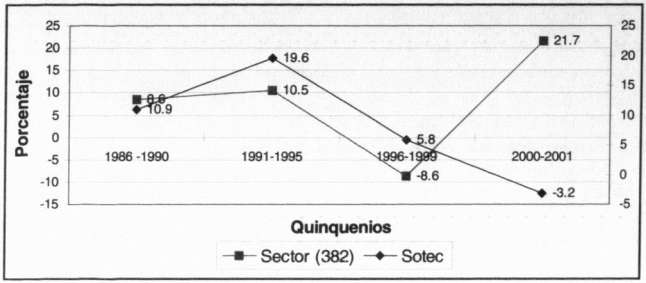
[5] El segmento de mercado denominado de "maquinaria en general" incluye fabricación y comercio al por mayor.

[6] Véase tablas de datos elaboradas por DNP, Mindesarrollo, con base en la EAM del DANE, para la cadena metalmecánica (CIIU 37 y 38)

Gráfico 2

Producción bruta: crecimiento real del sector 382 y Sotec Ltda.

(% promedio anual)



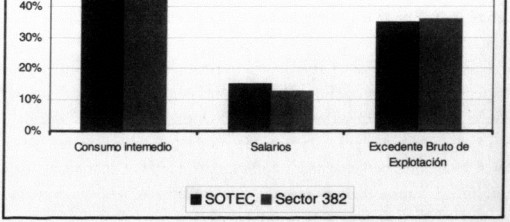
Fuente: DNP y EAM de Sotec Ltda.

El **Gráfico 2** muestra que para los quinquenios de 1986 a 2001, Sotec tuvo un crecimiento porcentual superior al promedio del sector 382, pero altamente correlacionado, si exceptuamos el periodo último 2000-2001, en el cual la empresa enfrenta problemas serios de demanda y de sobreinversión en activos.

Al analizar la composición de los costos, según la EAM, de Sotec y del sector 382, observamos que tienen un mismo patrón (ver **Gráfico 3**).

Gráfico 3

Composición de costos y EBE de Sotec Ltda. y sector 382, 1996-1999



Fuente: DNP y EAM de Sotec Ltda.

Al analizar las exportaciones de Sotec observamos que representan el 7.2% de sus ventas en 1992, el 2.7% en 1998 y promedian el 0.8% en los años siguientes.

En 1992 se exportaron 47.500 dólares al grupo Eternit en México, que fue el más alto valor logrado; a República Dominicana, equipo de secado de granos en 1998, por un valor de US$ 17.500; y entre el año 2000 y 2002 se ha exportado al Ecuador repuestos para la firma Aglomerados Cotopaxi, por un valor de 9.000 dólares. Si se compara con la empresa típica de la encuesta sobre desarrollo tecnológico del sector 382, la cual promedia un porcentaje de exportaciones sobre ventas del 2%, para 1996; o con la empresa típica innovadora estricta (IE) con un 4.4%, o la innovadora ampliada (IA) 2.2%, o la poco innovadora (PI) con un 0.9%, Sotec se acerca más a esta última (ver **Tabla 1**).

Tabla 1
Sotec Ltda.: Exportaciones por año (US$)

Año	Sotec US	Porcentaje de las ventas
1992	47.500	7.2
1998	17.500	3
2000	3.000	0.7
2001	3.000	0.8
2002	3.000	0.8

Fuente: Sotec Ltda.

Finalmente, el análisis del sector productor de maquinaria y equipo de Caldas (sector 382), muestra una producción bruta de $78.335.003 (miles de pesos corrientes), la cual representa el 8.28% de la producción nacional de ese sector en 1998, y cuenta con 11 establecimientos, que son el 3.2% del total nacional del sector.

De igual forma, se puede observar que Sotec aporta a la producción del sector 382 en Caldas, un 1.02% en 1998, 0,08% en 1999 y un 0.77% en el 2000. (El menor porcentaje obtenido en el 2000 puede deberse al incremento de establecimientos del sector, el cual pasó de 11 a 12).

En el contexto territorial, "La producción de maquinaria general en el departamento de Caldas está representada principalmente por neveras de uso doméstico y sus partes (93.5% del valor de la producción del sector). En segundo lugar se ubican las básculas, balanzas y sus partes (4.4%), seguidas por otra serie de productos con un menor peso en el total (aceleradores, reductores de velocidad, estufas de gas, hornos eléctricos industriales, partes de armas de fuego, transportadores mecánicos, ventiladores industriales, maquinaria para cortar metales, doblar láminas, fabricar productos de cemento, trillar café, etcétera). Las empresas más representativas del sector son Mabe, Iderna Básculas y Prometálicos, que se localizan en la zona centro del sur del país."

"La participación del sector en la producción bruta del departamento es de 1.8% y en el valor agregado es de 0.7%. En cuanto a la generación de empleo, el sector ocupa a 760 personas (el 0.2% del empleo total). Si bien su aporte en esos agregados no es significativo, el sector se destaca en el tema exportador: su participación en las ventas de Caldas al exterior (casi el 12% en el 2000, si se incluyen todas o el 32% en los registros del DANE) es la tercera más alta, luego de café verde y transformado. Con respecto al dinamismo de la variable, fue positivo hasta 1997, y se revirtió en los dos años siguientes. Sin embargo, en el año 2000 se volvió a recuperar, registrando un crecimiento superior al 100%." (...) "Dado que el mercado del país es muy competido y hay empresas de gran tamaño que manejan altas economías de escala, la ampliación de la capacidad de las empresas en el sector en el departamento es riesgosa por los bajos retornos esperados. De allí que no se vislumbren estrategias a corto plazo para incrementar la capacidad del sector ni adquirir tecnología." (CRECE, 2002, p. 8).

Según la encuesta anual manufacturera del DANE, la empresa está clasificada en el sector de productos metálicos exceptuando maquinaria y equipo (381)[7]; esta clasificación se da de acuerdo con la cantidad producida de esos productos en los pasados años, pero, se puede observar que en la encuesta del 2000, ya tiene mayor producción en el sector de maquinaria y equipo exceptuando la eléctrica (382), y que muy posiblemente en un futuro el DANE cambie su clasificación a este último sector (el valor de la producción es el mismo del valor de las ventas, pues todo lo que se produce se vende, ya que se trabaja principalmente por pedido).

En conclusión, Sotec es 100% de capital nacional, su participación en el mercado es del 0.08%, y sus ventas en los últimos 3 años han permanecido constantes en 1.000 millones de pesos aproximadamente. Es fabricante de bienes de capital por pedido y comparte las características de una empresa de base tecnológica. Es una empresa innovadora en sentido amplio[8] y con esta estrategia ha logrado un éxito económico relativo y su permanencia en el mercado.

Comportamiento competitivo de la empresa

El objetivo de esta segunda parte es referenciar el comportamiento competitivo de la empresa, elementos tales como la orientación estratégica, el perfil de las capacidades competitivas, la identificación de las áreas funcionales y sus desempeños, y finalmente la identificación de los recursos y capacidades críticas, utilizando el enfoque de Hitt, Ireland y Hoskisson, 1999.

La principal conclusión de esta parte informa que si bien Sotec logró ser competitiva al aumentar sus ventas en los últimos diez años significativamente, la debilidad de la función de comercialización de la empresa, sumada a la baja demanda coyuntural del periodo recesivo

[7] Código CIIU revisión 2.

[8] Establecimientos innovadores en sentido amplio: son los establecimientos que realizan una innovación o mejora de producto solamente para el mercado nacional o para el establecimiento y/o cualquier innovación de procesos, a través de acciones que implican menores esfuerzos investigativos como es la compra de maquinaria y equipo (Bonilla, 2000).

1998-2003, requiere de un esfuerzo extra en estas áreas para enfrentar con éxito la llegada de la recuperación de la economía del país en los próximos años.

La estrategia comercializadora y de innovación deben planearse cuidadosamente para afrontar los retos de la próxima coyuntura (por ejemplo, búsqueda de producción masiva con base en el desarrollo de un nuevo producto y despliegue de un departamento comercializador básico que pueda ser expandible rápidamente cuando crezca el proyecto productivo masivo con miras a la exportación).

La orientación estratégica de la empresa

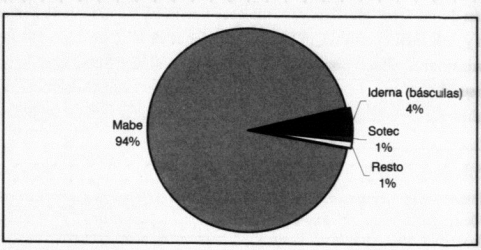
En este punto se presenta el nicho de mercado que ha elegido la empresa como foco de su actividad. Se destaca, el análisis del proceso de planeación, el cual es informal. También se analiza la estrategia y se concluye, que son dos las que se están siguiendo en la empresa: la estrategia de educación, que tiene una ponderación alta en el papel de la innovación, y la otra es la de ofrecer productos de calidad, que tiene una ponderación media.

La misión y los objetivos de la empresa no están formalizados, pero se tiene claro cuáles son estos. La misión de Sotec, como empresa de base tecnológica, es colaborar con la industria a desarrollar procesos más competitivos a través del uso de tecnología e ingeniería colombianas.

El objetivo es permanecer en el tiempo. Para lograrlo se tiene claro que se debe tener un producto de excelente calidad, mientras por otro lado la formación juega un papel preponderante en la continuidad de la firma a través del tiempo.

Como se expuso en la introducción, en Colombia el mercado de fabricación de maquinaria y equipo, es pequeño y heterogéneo. Según el tipo de productos que compite con los de Sotec, del sector 382, los datos de participación en la producción bruta a nivel nacional arrojan que Sotec contribuye solo con el (0.08%) y Superbrix, su principal rival, con (0.65%) (*La Nota Económica*, 2002). Ver **Gráfico 4.**

Gráfico 4
Caldas, sector 382 y PB 1998



Fuente: Nota Económica, 2002.

Por su parte, la producción de la cadena metalmecánica, sectores (38 y 37), participa con el 8.77% en la producción total de la industria manufacturera colombiana para 1999 (sin incluir el sector transporte, 384). A su vez, el sector 382, de maquinaria no eléctrica, representa el 25.9% dentro del total de la cadena en 1999 (la siderúrgica representa el 30.5%) (Mindesarrollo, 2001).

En Caldas, Sotec genera el 1% de la producción del sector 382 en 1998, el 0.8% en 1999 y el 0.77% en 2000.

El más cercano competidor de Sotec en el país es Superbrix, empresa especializada en maquinaria agrícola para secado y cosecha de granos, especialmente de arroz, y silos de almacenaje. Mientras que Sotec tiene como nicho de mercado la maquinaria para beneficiaderos de café (silos, secadora, desmucilaginadoras), además de ventiladores industriales, cabinas de pintura, maquinaria industrial de alta precisión y grúas móviles. Otra empresa que se considera competencia de Sotec es Industrias Búfalo, dedicada a la fabricación de grúas móviles para empresas de electrificación, y ambulancias. Pero tanto Superbrix, como Búfalo, tienen su base en el mercado de la costa norte principalmente y en los mercados externos. Y son 7 veces más grandes en ventas y activos que Sotec[9]. Todas ellas enfrentan un ciclo recesivo como se puede observar en los datos de 2002 y 2001 sobre disminución de ventas, exportaciones y utilidades, lo cual es coyuntural (*La Nota Económica*, 2002).

De otro lado Sotec, tiene otro nicho de mercado claro en el *outsourcing* que ha venido practicando para plantas industriales de mayor escala y complejidad tecnológica, tales como Manilit y Eternit; y últimamente se ha concentrado en la fabricación de maquinaria para Mabe, así como en los ajustes a sus procesos que implican estas nuevas máquinas que incorporan neumática, electrónica y automatización, tal como se expone más adelante en el punto 3.

Esto significa que la empresa deberá recuperar su estrategia de crecimiento desdoblándose en dos frentes de negocio claros: uno es un *spinoff*, si logra que la I&D que adelanta desde hace cinco años se concrete en una nueva máquina secadora para el sector cafetero mundial, competitiva en precio y eficiencia que es su meta hoy. Y, por otro lado, continuar el negocio del *outsourcing* de diseño, fabricación y montaje de máquinas y plantas industriales en el país para sus industrias clientes, como Mabe entre otras.

De lograrlo, el actual taller utilizaría las máquinas herramientas en un porcentaje mayor del tiempo y podría adquirir otras nuevas para poder dar el salto a un sistema flexible de manufactura de manera continua.

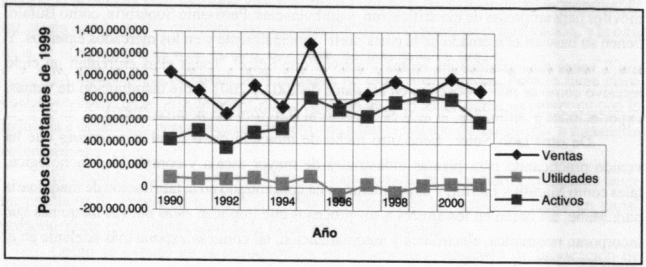
La parte financiera no ha sido factor crítico en el éxito de la empresa. El gozar del 50% de anticipo en los contratos por *outsourcing*, le ha brindado una liquidez importante, por lo que no ha requerido un departamento financiero formal.

---

[9] Existe en Antioquia una firma muy pequeña denominada "Maquinarias y Procesos", que ha fabricado una máquina aspiradora de tela para Fabricato y Tejicóndor por $15 millones, lo que en el mercado internacional costaba $75 millones. Igualmente, les fabricó repuestos para el área de hilatura por $15 millones, que valía $120 millones (*La República*, mayo 13).

La parte financiera se ha facilitado por las utilidades que se han destinado a reinversión en activos en los últimos cuatro años (ver **Gráfico 5**). Estas utilidades se originan porque en este tipo de negocios se manejan los siguientes criterios de composición de precios: 50% del precio de una máquina es *know how*, el 30% costo de fabricación básico y 20% comisión por ventas y otros. Y como Sotec no presta servicios postventa, pues trabaja con alta durabilidad, defecto cero y tolerancias al uso bien adaptadas al medio, esto le permite unas mejores utilidades. Entonces, la estrategia de precios es en realidad dependiente de la estrategia de calidad.

Gráfico 5
Ventas, utilidades y activos reales



Fuente: Sotec Ltda.

Perfil de las capacidades competitivas de la empresa

En cuanto a cómo son afectadas por el entorno global las capacidades de direccionamiento estratégico, encontramos que la apertura económica no influyó en gran manera en las estrategias de la empresa, pero los cambios tecnológicos ocurridos en la década de los 90 sí influyeron, pues gracias al mejor acceso a internet y la asistencia a ferias internacionales, pudo hacer más alianzas, buscar mejores insumos para sus máquinas, y así la investigación pudo ser más extensiva y realizada en menor tiempo. De igual manera le permitió tomar conciencia del cuidado del medio ambiente.

La apertura no ha afectado las estrategias porque la empresa tiene conciencia distintiva del rol de estar al día en conocimientos de punta que le permitan innovar en diseños. Por otro lado, el gerente ha afirmado que la apertura no ha traído una política industrial de acompañamiento con instrumentos favorables para el sector de bienes de capital, ni ha desmontado cargas impositivas, y por lo demás sigue la descoordinación gubernamental.

Calidad

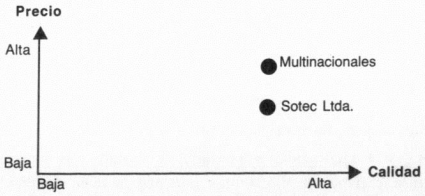
Los atributos que caracterizan los productos de Sotec y que los distinguen con respecto a los de la competencia, son principalmente la **calidad** de sus máquinas, su **robustez, resistencia** y **durabilidad**, debido a que utiliza 10 puntos de seguridad por encima de lo habitual. Esta forma de trabajar fue aprendida de los italianos. Tales factores son muy adecuados para el mercado colombiano y latinoamericano, debido a la dificultad de compra periódica de maquinaria que tienen estos países, en contraste con lo que sucede en los países desarrollados, donde la renovación de equipos y procesos es cosa rutinaria.

Precio

El precio que maneja Sotec es muy inferior al ofrecido por las empresas productoras de bienes de capital de otros países desarrollados, tales como Estados Unidos, Italia o Alemania.

Sotec ha realizado un comparativo de los precios de lo que ellos han fabricado en Colombia, con respecto al mundo. Así por ejemplo, en 1985, en Manilit, la sola máquina de producción costaba un millón de dólares y Sotec construyó toda la planta por 240 millones de pesos (de 1981). En Mabe, la máquina rotativa moldeadora de puertas, costaba en el exterior un millón de dólares, y Sotec la produjo por 340 millones de pesos. El robot de movimiento rotativo de congeladores en la línea de transportes[10], se hizo por un valor de 170 millones de pesos, mientras que en el mercado internacional era de 435.000 dólares. Ver **Figura 1**.

Figura 1
Estrategias Precio-calidad



Fuente: Sotec Ltda.

La diferencia la atribuye a que el 50% del precio de una máquina hecha en el exterior, es *know how* (conocimiento, patentes), el 30% del costo es el precio básico de la máquina, y el 20% corresponde a comisiones. Además, una maquinaria importada toca pagarla en

[10] Este robot de movimiento maneja la nevera en el circuito de ensamble.

dólares, mientras que las de Sotec son pagadas en pesos, con menor costo de transporte y sin trámites de nacionalización.

La razón por la cual Sotec es competitivo en precio con alta calidad, obedece a su forma de manufactura, por encargo de pocas unidades, a costas, claro está, de un menor cobro por el diseño y la adaptación. Otro factor favorable es que no presta servicio de postventa. Aunque es una posible debilidad, el entrevistado lo ve como una fortaleza, pues Sotec se asegura de que las máquinas no necesiten volver a la fábrica en menos de cinco años; ellos buscan sacar la máquina sin defectos, probada y comprobada, lo que les ha valido una reputación importante.

Identificación de las áreas funcionales, de los recursos y capacidades críticas

Los desempeños superiores de la empresa frente a la competencia provienen del área funcional de I&D, que aunque no está formalmente constituida en el organigrama, sí se despliega como etapa previa de cada proyecto productivo que la empresa emprende, ya que se trata de una empresa de base tecnológica cuya materia prima fundamental es el conocimiento, es decir, no se trata de fabricar tornillos, ni láminas, ni simples productos metálicos, sino maquinarias con complejidades mecánicas dinámicas que implican revisar incluso los procesos productivos al que se integran (más adelante en la parte tercera se describe pormenorizadamente la naturaleza del proceso de I&D y de manufactura de Sotec).

Recurso humano

Uno de los recursos que explica los desempeños superiores de los diseños de Sotec, es el recurso humano capacitado y con experiencia. La educación tanto académica como práctica son imprescindibles, pero la experiencia tiene un valor preponderante, principalmente porque en la empresa se vive el *learning by doing* y el *learning by solving problems*; la capacitación constante de los trabajadores es una política de la empresa y todo el personal lleva allí más de 6 años.

En el análisis y diseño de bienes de capital, la investigación y desarrollo tienen ciertas características que le traen rendimientos superiores, debido a la constante investigación, pasión por la misma, el estar alerta a las oportunidades que se puedan presentar para mejorar una máquina en uso o hacer una nueva, el estar siempre en busca de oportunidades. La maquinaria y equipo son manejados adecuadamente, al igual que lo adaptan a sus necesidades, obteniendo una ventaja en este aspecto.

Sotec se basa en el aprender haciendo y esto le da una ventaja permanente alta, difícil de imitar en Colombia. Además lleva 30 años en el mercado, acumulando una vasta experiencia y conocimiento.

La falta de una planeación formal, estrategias claras y formalización de la organización pueden obstaculizar un poco el desempeño, al igual que su baja capacidad para producir y

comercializar en serie, pero se puede decir que el manejo de la tecnología, la maquinaria y el equipo, y el conocimiento del proceso productivo, están claramente asociados con el logro económico superior de la empresa.

Sotec usa conocimientos avanzados, su capacidad de diseño es rara, valiosa y costosa de imitar. La capacidad de inversión es baja en este momento, pues según el entrevistado, la situación del país no es favorable para hacer inversiones e igualmente depende de los proyectos que la empresa tome y del capital recibido por ellos como anticipos y otros pagos, y de si el equipo a adquirir por Sotec es necesario para el desarrollo del proyecto. Asimismo, si las empresas clientes no tienen capital para invertir en ingeniería, Sotec tampoco lo puede hacer, pues depende de la demanda de estas últimas.

Según el entrevistado, la capacidad de producción es alta, pues puede producir en serie, pero no ha encontrado el mercado ni el producto que se lo permita. Actualmente se está haciendo investigación y desarrollo para diseñar una secadora de café, proyecto en el cual lleva trabajando cinco años. Otro punto importante es que al tener máquinas universales, puede adoptarlas de acuerdo a las necesidades de cada proyecto en su momento. Este proceso lo ha materializado en moldes, herramienta de cuerpo y *software* que posee Sotec, pero además rediseña sus propios equipos para poder adaptarse a nuevos proyectos.

En investigación y desarrollo de nuevos diseños hay adaptación, mejoramiento e implementación, tanto en producto como en los procesos, que son de complejidad avanzada en nuestro medio.

Cada proyecto de Sotec exige una atención dedicada, sus objetivos son: producir nuevos productos que no pueden hacerse por medios convencionales, aumentar la eficiencia de la producción, producir bienes ya existentes en el mercado, o producir bienes propios, como han sido las cabinas de pintura y los ventiladores industriales, que gozan de reputación.

Además, Sotec introduce nuevos métodos de producción en las empresas que atiende, porque al introducir la máquina fabricada, los métodos de producción cambian, ya que generalmente se mecaniza una operación que anteriormente era manual, igual se reducen los tiempos y desperdicios, creando mayor productividad y capacidad de producción en la empresa cliente.

La principal conclusión es: el comportamiento de la empresa para lograr su permanencia en el tiempo ha demandado continuar con sus estrategias de calidad, precio y de fortalecimiento del recurso humano, como capacidad crítica para acumular conocimientos e integrarlos en soluciones tecnológicas eficaces y adaptables al medio.

Sin embargo, dado que la recesión, 1998-2003, ha influido negativamente en la demanda de la empresa y del sector por igual, se recomienda a Sotec considerar el planeamiento cuidadoso de su estrategia de crecimiento, basada en la consecución de un nuevo producto innovador. Así como iniciar el desarrollo del área funcional de un departamento de comercialización, a fin de crear un *spinoff* que permita la producción continua mediante métodos flexibles de manufactura para así darle el mayor porcentaje de ocupación a su capacidad instalada. Esto demandará seguramente una reestructuración en otras áreas, como

la financiera. La idea es que aproveche su potencial exportador al máximo y las políticas del Estado al respecto para consolidarse.

Capacidades tecnológicas de la empresa

En este acápite se identifican las tecnologías básicas de la empresa y su evolución estratégica. Aquí se muestra que funcionalmente Sotec ha basado su estrategia en las capacidades para el desarrollo de bienes de capital con innovación incremental, adaptación de sus máquinas herramientas y rediseño a los procesos de las plantas específicas donde se adquieren estos bienes de capital. Para lograrlo, los recursos esenciales han sido: la inteligencia tecnológica para identificar los avances disponibles y la capacidad de transferencia de conocimientos y tecnologías, a fin de incorporarlas en sus diseños. Esta habilidad es distintiva, sobre la cual se profundiza en detalle en la parte cuarta, donde se analiza en qué consisten tales innovaciones. En este capítulo se concluye que Sotec tiene una capacidad tecnológica universal de nivel medio, pues no usa el control numérico computarizado. Su principal recurso es el capital humano y el aprendizaje continuado. En la parte funcional, se concluye que carece de departamentos formales de I&D o de planeación, no obstante esta actividad es permanente en la empresa, y la principal.

El gerente es la persona encargada del manejo de la tecnología, con su hijo, ambos son ingenieros mecánicos. El gestor de Sotec dedica gran parte de su tiempo a actividades de tecnología, como la investigación, diseño y desarrollo. Por ejemplo, todos los días, a las 6:00 a.m., entra a internet a investigar, constantemente está trabajando en ello o tiene la mente abierta a diferentes posibilidades, va conectando información con posibles proyectos o con proyectos que ya se estén realizando, buscando oportunidades. A pesar de que no tiene un plan estratégico formal con objetivos y metas, se puede concluir que para cumplir con cada proyecto se plantean estos elementos sin estar estrictamente escritos.

Es el gerente quien motiva, origina y gestiona la innovación. Para financiar estas actividades se vale del 50% del pago anticipado que debe hacer el cliente, lo que evita utilizar recursos propios. Solo como última opción toma préstamos bancarios.

Aunque realmente es difícil hablar de gestión tecnológica en esta empresa, por su forma de producción que no es en serie y tampoco estandarizada, sí se puede afirmar que es una empresa de base tecnológica.

Sotec sigue viendo en el *outsourcing* una oportunidad para su empresa, puesto que muchas organizaciones, hacia el futuro, exteriorizarán muchos de sus procesos y ellos podrán entrar a competir en este campo con éxito, como se ha comprobado en el pasado.

La estrategia de hacer productos de calidad ha sido un resultado de las visitas internacionales que ha realizado el gerente, y es en las ferias donde ha notado que el aspecto de la calidad es muy importante para competir en el mercado actual.

Asimismo, la gerencia considera que la educación es la más importante de las estrategias de la empresa y no simplemente la parte teórica. La práctica cobra gran valor

(experiencia); promueve que las personas solucionen los problemas y aprendan haciendo lo que deben hacer. De allí la alta continuidad del personal de la empresa.

La estrategia tecnológica

Las estrategias tecnológica y de educación se han dado por iniciativa interna, para aprovechar las capacidades competitivas de la empresa en cuanto a diseños, adquisición de conocimiento y aprendizaje.

En la empresa se observan varias estrategias:

Estrategia de diseños: La empresa diseña bienes de capital, brindando soluciones hechas a la medida, satisfaciendo las necesidades específicas de cada cliente. Utiliza de manera sistemática la ingeniería en reversa e innovación de tipo incremental en el diseño de las máquinas, como se describe en el capítulo cuarto.

Estrategia de adquisición de conocimiento:

- *Por ferias*: el gerente asiste a diferentes ferias internacionales, relacionadas con la razón de ser de Sotec Ltda., y se entera de los últimos adelantos en el sector, partes que puede ensamblar en sus diferentes bienes de capital, nuevas tendencias mundiales, entre otros.
- *Por internet*: continuamente está revisando en internet nuevos conocimientos, nuevas máquinas, posibles empresas, que le puedan enriquecer aún más sus productos, hilando diferentes ideas y oportunidades.
- *Por alianzas estratégicas*: Con las diferentes empresas internacionales que tiene alianzas, soporta la parte que la empresa no maneja, supliendo así la falta de conocimiento en ciertas áreas, como por ejemplo Niasa, soporta la parte electrónica de las máquinas realizadas por Sotec; Axial Maquinaria S.L., Hidro-Grubert.
- *Por aprendizaje en la práctica:* en la empresa el aprendizaje corresponde al tipo de aprender haciendo y aprender solucionando problemas. Esta forma de aprendizaje se aplica en todas las áreas de la organización.
- *Por creatividad:* sus diseños se basan en la creatividad y en el ensamble de las mejores piezas posibles, para crear una solución óptima para sus clientes. Sus diseños son irregulares, pues busca poner algo nuevo en ellos, mejorarlos, además requieren un largo proceso de creación y pruebas.

No hay una relación estrecha con la universidad, el gerente considera que lo que en ellas se enseña se encuentra bastante alejado de la práctica del diseño innovador, y se recoge información muy técnica, pero poco relevante para aplicar.

Alianzas

En el diseño y desarrollo de sus máquinas tiene alianzas con varias empresas de otros países, para brindar mayor gama de productos, como Niasa S.A.[11] de España, que soporta la parte de robótica y automatización de sus máquinas; con Hidro-Grubert[12] de Argentina, para soportar las soluciones en elevación de cargas en el manejo de chapas; y Axial Maquinaria S.L.[13], de España.

Formalización

La formalización de la empresa es baja, no tienen la misión, visión y objetivos formalizados; las funciones del personal tampoco lo están; aunque se tuvo un primer acercamiento en 1987, para poder desarrollar el proyecto que se le hizo a Eternit, formalizándose en un documento que contiene muchos aspectos de la empresa, como funciones básicas, organigrama, sistemas de codificación, manual operativo, entre otros. Es de anotar que este documento ha servido como base para otros proyectos, pero de todas formas, según el gerente, es un documento que está guardado y pocas veces lo utilizan o se ciñen a él.

En este momento se ha empezado a llevar a cabo el proceso de formalización, presionados por la búsqueda de la certificación de ISO 9000[14]. Se puede evidenciar que la formalización que se está buscando ha sido motivada más por factores externos que internos. Pero, de igual forma, es difícil estandarizar sus procesos, por la disimilitud de sus proyectos, y la especificidad de las necesidades de solución de cada empresa. Sin embargo, al no estar definidas las funciones del personal, a veces se mezclan las labores que desempeña el gerente y el hijo, aunque esto puede ser una consecuencia de la transferencia de conocimiento que se está llevando a cabo en la empresa.

Centralización

Según el gestor de Sotec, hay un alto grado de centralización en el gerente, principalmente en la toma de decisiones de diseño, innovación y las ventas, aunque las decisiones gerenciales se toman de manera concertada con los demás ingenieros, y luego se comunican a todas las personas implicadas.

---

[11] Página web: www.niasa.es

[12] Página web : www.hidrogrubert.com

[13] Página web: www.aximaq.com

[14] Sotec está vinculada al programa CYGA, que es un convenio que busca facilitar a las pequeñas y medianas empresas del sector real de la economía, la implementación y certificación de sistemas de gestión de calidad bajo la norma ISO 9000 versión 2000 y sistemas de gestión ambiental bajo la norma ISO 14000.

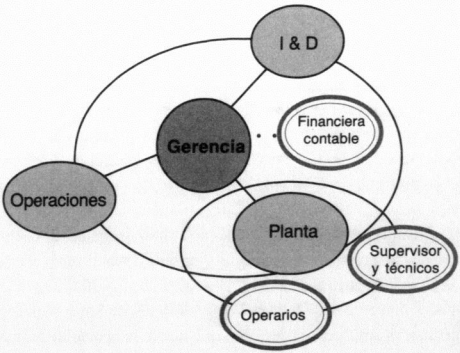
Con respecto a la toma de decisiones en planta, si al operador se le presenta algún problema que no tenga mayores repercusiones para la empresa en general, él está en capacidad de resolverlo sin necesidad de recurrir a mandos superiores, se le da libertad para hacerlo, pues la empresa tiene muy en cuenta *el learning by doing*, dando así la oportunidad para un aprendizaje completo, por lo cual el capital intelectual de la empresa se enriquece, proporcionando mayor valor a la organización y posibilidades de aumentar sus capacidades. Sin embargo, la formalización en un manual de fábrica no se realiza, por lo cual queda en la memoria del personal y se comparte oralmente.

Estandarización

No hay una estandarización de las labores diarias en la firma, pues esta trabaja por proyectos específicos, y cada proyecto es diferente. Pueden tener similitudes, pero se crea una solución específica de acuerdo a las necesidades. Esto tiene mucho que ver con la debilidad de la demanda de este tipo de productos, y la baja propensión a la exportación del sector en general (Lesmes, 2001), al igual que el poco desarrollo del área de mercadeo de la empresa.

El organigrama de la firma revela que Sotec cuenta informalmente con tres departamentos: investigaciones, operaciones y planta, cada uno manejado por un ingeniero mecánico. Con respecto a la diferenciación vertical, esta no es muy fuerte, como lo indica su organigrama, el cual es pequeño y con poco grado de "verticalización", además las relaciones del personal de la empresa no se ciñen a esa característica. Ver **Figura 2**.

Figura 2
Organigrama de Sotec Ltda.



Fuente: Sotec Ltda.

Coordinación

Hay coordinación entre los diferentes "departamentos", la retroalimentación se hace en grupo; se reúnen los ingenieros, evalúan la idea, dan diferentes aportes y la siguen retroalimentando a través del tiempo. Los operarios asimismo hacen este proceso, cuando se les comunica el proyecto trabajan sobre él y lo van enriqueciendo cada vez más. Pero esta parte se da principalmente entre los ingenieros.

Planeación

El proceso de planeación de la empresa es informal. La misión y los objetivos de la empresa no están formalizados, pero tienen claro cuáles son estos. La misión de Sotec, como empresa de base tecnológica, es colaborar con la industria a desarrollar procesos más competitivos a través del uso de tecnología e ingeniería colombiana. El objetivo es permanecer en el tiempo. Para lograrlo se tiene claro que se debe tener un producto de excelente calidad.

Tecnología soporte

La tecnología que sirve de soporte en Sotec es difícil de especificar dado el tipo de producción, pero básicamente es tecnología de punta (muchas tecnologías de mecanizado, herramientas de cortes exactos que evitan desperdicios, máquinas herramientas excelentes, como la mandrinadora (para hacer maquinaria), procesos de soldadura MIGs y TIGs, y las soldaduras especiales se hacen con la asesoría de *All-State*, como soldaduras de punto).

Su maquinaria es universal y de acuerdo al proyecto que vaya a realizar se le hacen las modificaciones necesarias. Esto les permite hacer productos que pueden competir en diferentes mercados, para superar la escasa demanda. Ver **Figura 3**.

La empresa tiene proyectado ampliar y mejorar su planta física, pero por la situación económica del país no lo ha podido llevar a cabo.

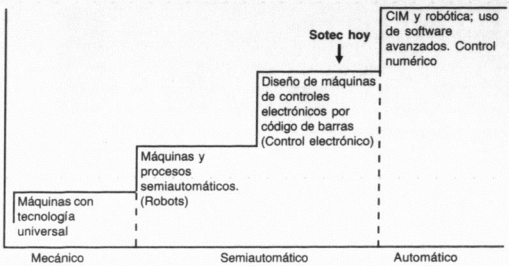
Las empresas como Sotec, muestran una evolución tecnológica en la fabricación de diseños que van desde un nivel mecánico, donde los procesos tienen un alto porcentaje de trabajo manual; luego continúa la tecnología semiautomática, donde pueden intervenir varios desarrollos, como el uso de robots, controles electrónicos, control de movimientos; y, por último estaría el control numérico computarizado (CNC) y la manufactura integrada por computador (CIM).

Sotec se encuentra en un nivel medio, pues no utilizan máquinas de control numérico computarizado, ya que no produce masivamente, y de ser así subutilizaría el equipo. Pero sí utiliza equipos con medidores electrónicos.

Las máquinas universales de la planta de producción de Sotec se pueden adaptar y moldear de acuerdo con sus necesidades. Por esta razón, tampoco utiliza maquinaria de punta o muy especializada. En la **Figura 4** se relacionan los equipos, siendo el cortador de

plasma uno de los más avanzados en su especialidad, así como la mandrinadora, que es una máquina para hacer máquinas.

Figura 3
Sotec Ltda.: Curva S o escala tecnológica



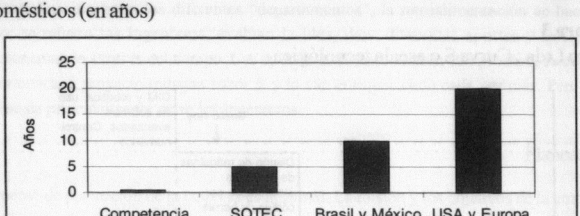
Fuente: Sotec Ltda.

Figura 4
Dominio de conocimientos requeridos de Sotec Ltda.

Dominio de conocimientos requeridos	Dominio bajo	Dominio medio	Dominio alto
Mantenimiento	Outsourcing		
Electricidad	Outsourcing		
Máquinas-herramientas			
Hidráulica			
Instrumentación	Outsourcing		
Neumática			
Soldadura			
Troquelado	Outsourcing		
Automatización procesos			
Metrología			
Tratamiento térmico			
Electrónica	Outsourcing		
Sand blasting			
Pinturas especiales			
Diseño mecánico			

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Sotec Ltda.

Figura 5
Distancia tecnológica de Sotec Ltda. frente a los competidores de otros países y domésticos (en años)



Fuente: Sotec Ltda.

Frente a la tecnología de punta en el mundo, en ingeniería Sotec considera que se encuentra a 20 años de sus similares de Estados Unidos y Europa. En cuanto a países latinos, como Brasil y México, la empresa está 10 años atrás aproximadamente, y en Colombia está unos 5 años adelante de la competencia doméstica. Ver **Figura 5.**

Dominio tecnológico

Este se define como ser capaz de integrar adecuadamente todo el conjunto de capacidades y recursos de Sotec, ingenieros, *software*, *know-how*, la parte de investigación, que le da una ventaja competitiva alta, además de integrar el conocimiento propio y el *outsourcing*. Esto le da una ventaja permanente en el mercado doméstico.

La búsqueda de información es un proceso constante, y es de vital importancia para la empresa, se podría decir que de aquí deriva la mayor rentabilidad que pueda obtenerse. Es el soporte de todo su trabajo y le da una ventaja comparativamente alta.

El gran aporte que Sotec ha hecho es la "tropicalización"[15] de las máquinas, es decir, la adaptación de las mismas al mercado colombiano y latinoamericano. El dominio de conocimientos requeridos para adaptación es alto, y esto le significa una ventaja frente a otras empresas. En la Figura 4 se muestran las áreas de conocimientos que domina Sotec.

[15] "Tropicalizar es adecuarnos a las posibilidades tecnológicas tanto eléctricas, como electrónicas y mecánicas que existen en nuestro país, para no depender de mercado externos, de repuestos entre otros, sino poder suplir las cosas en Colombia". (Carlos Alberto Uribe, 2003)

Toma de decisiones tecnológicas

La toma de decisiones en el aspecto tecnológico la realizan entre el gerente y el equipo de ingenieros mecánicos, de igual forma a veces consultan a los operarios, que son los que directamente van a trabajar en el proceso y tienen la experiencia práctica.

Generalmente, cuando toman decisiones tecnológicas los motiva el desarrollo de nuevos productos y procesos. La actitud de los involucrados en este proceso es positiva y abierta a recibir tecnología para aprender a usarla, puesto que "no se castiga el embarrarla, así se aprende", según relata el ingeniero Carlos Alberto Uribe.

Utilizan la tecnología principalmente para competir, pero de igual forma es soporte en los diferentes procesos. Algunas fuentes utilizadas para identificar desarrollos tecnológicos son las revistas especializadas, suscripciones a organizaciones técnicas, ferias internacionales, alianzas con diferentes empresas y búsqueda por internet.

El tipo de búsqueda de tecnología se puede catalogar como activa; asimismo se han tenido algunos convenios con empresas especializadas para adelantar procesos de desarrollo tecnológico en sus máquinas, para el diseño y búsqueda de la solución del problema para el cliente.

Sotec algunas veces hace reparaciones y mantenimiento al equipo adquirido, pero, de igual forma, recurre a los proveedores de la maquinaria. Un ejemplo de esto es el soldador TIG y MIG[16], que se compró en Estados Unidos, cada año viene una persona a hacerle mantenimiento a la máquina, quien se asombra con las adaptaciones que se le han hecho a la misma para adecuarla al proceso productivo de la empresa y a sus propias necesidades. Recibe constante retroalimentación vía internet con su proveedor y con la persona que viene a hacer el mantenimiento.

Investigación y desarrollo

No se tiene un departamento formal de I+D, pero es un proceso constante en la empresa, de acuerdo a un proyecto en específico que la empresa adelanta; otras veces la I+D se usa para crear un nuevo producto, como la despulpadora de café, en la cual lleva trabajando cinco años; los proyectos de I+D que se han adelantado son principalmente de tipo experimental, seguidos por investigación aplicada.

Por otro lado, para proteger sus innovaciones, las registra como propiedad intelectual, bajo la forma de escritura pública en una notaría, que es el primer paso para sacar la patente, y tiene una lista de abogados que trabajan en esta área, pero igual no se siente presionada, porque hay muy pocas empresas en Colombia que desarrollen bienes de capital. Además no

[16] Tungsten Inert Gas (TIG) y Metal Inert Gas (MIG), son elementos que se soldan bajo gas inerte mediante soldadura de punto.

son capaces de copiarlo a la velocidad que ella va, y esta es su mejor defensa; el costo y tiempo del proceso de obtener patentes es alto.

Capacitación

En cuanto a las actividades de capacitación que realiza la empresa, principalmente es tecnológica; los empleados están en el SENA capacitándose continuamente y aquellos que no han terminado el bachillerato lo están haciendo. De las personas que trabajan con el ingeniero Uribe, algunas han sido formadas por el SENA y otras las ha formado él; hay dos personas que llevan 30 y 26 años trabajando desde que empezó la empresa, y esto les ha dado mucho conocimiento y experiencia difíciles de imitar. En cuanto a la parte administrativa, no se observa capacitación en esta área. Están muy enfocados a la parte tecnológica.

La capacidad tecnológica la realiza principalmente por capacitación interna, haciendo las cosas. Quizás alguna de las personas de la empresa tenga la solución por experiencia previa, pero se deja que el individuo la encuentre por sí mismo, para que realmente aprenda, y se pretende que todas las personas de la organización vivan este proceso.

Según la matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de Sotec, la empresa tiene unas capacidades tecnológicas altas, especialmente en: la decisión de inversión tecnológica, vigilancia e identificación de la tecnología, uso y explotación de la tecnología, y en innovación. Las más bajas son en la formalización del manejo tecnológico, el eslabonamiento tecnológico y la salvaguardia tecnológica.

En general, la empresa se encuentra ubicada dentro de una situación privilegiada, tiene unas buenas capacidades tecnológicas que sabe aprovechar y potencializar, las cuales le dan una ventaja competitiva alta en Colombia. **(Ver Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas).**

Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de Sotec Ltda.
(Evaluación cualitativa según escala de Likert)

Actividades tecnológicas	Instrumentos, mecanismos e indicadores	Observaciones
Actualización tecnológica	La empresa está en el centro de la escala tecnológica, haciendo procesos semiautomáticos. Frente a la tecnología de punta, en la parte de ingeniería, Estados Unidos y Europa le llevan 20 años aproximadamente adelante, en cuanto a países latinos, como Brasil y México, está unos 10 años atrás aproximadamente y en Colombia está unos 5 años adelante de la competencia. Ocupa un lugar privilegiado frente a la competencia, pues empresas como estas hay muy pocas en el país, y que hagan sus proyectos a la velocidad de Sotec es muy difícil.	Tiene máquinas universales que adapta de acuerdo a los diferentes proyectos Se destaca como de punta: el cortador de plasma, la mandrinadora que es una máquina para hacer máquinas y soldadura MIG y TIG.
Formalización del manejo tecnológico	El gerente es el encargado de la gestión tecnológica, su planeación y objetivos, pero concerta con los ingenieros sus decisiones.	La formalización de este es baja. Se tienen algunos documentos, pero no se les da gran importancia.
Las decisiones de inversión tecnológica	Se tiene en cuenta la necesidad que suplirá la inversión tecnológica, y se especifica ésta detalladamente. La decisión de compra la toma el gerente apoyado en sus ingenieros y en su experiencia. Se fija mucho en el peso de la máquina, su robustez.	La actitud frente a la tecnología es positiva, el papel de ésta es estratégico.
Incorporación de la tecnología • Vigilancia e identificación de la tecnología	El gerente asiste a varias ferias internacionales al año, busca en Internet constantemente, está suscrito a revistas especializadas y tiene contacto con diferentes instituciones de su interés. Tiene un diálogo constante con sus clientes y también con las empresas aliadas de su clase con sede en España y proveedores de Estados Unidos y Europa.	El tipo de búsqueda es activa, investiga constantemente en busca de nuevas ideas y formas de hacer mejor las máquinas. Esta búsqueda está centralizada en el gerente, pero se esta buscando descentralizarla hacia los otros ingenieros también.
• Selección de la tecnología	En cuanto a los análisis financieros, estudios de factibilidad técnica, análisis de probabilidades de éxito, estudios de riesgos, entre otros, no se realizan profundamente, el gerente se deja guiar por la experiencia y el conocimiento del medio que posee. Es más empírico.	
• Negociación y transferencia tecnológica	En cuanto a contratos tecnológicos, no se manejan muchos y generalmente se acomoda a los contratos que la otra parte realiza. Tiene buenos convenios internacionales de cooperación, es representante para Colombia de algunas empresas europeas. Tiene una adecuada información técnica y documentación al comprar. Busca calidad y soporte de las empresas vendedoras.	La transferencia de conocimiento va evolucionando y se busca apropiarse de éste, para poderlo desarrollar de una mejor manera y aplicarlo a las empresas colombianas.
• Uso y explotación de la tecnología	El soporte tecnológico para la eficiencia y calidad de los productos es adecuado, tiene soporte para la reparación y mantenimiento de sus máquinas a nivel del vendedor y hasta donde se puede de sus propios técnicos. La adaptación de la tecnología importada es fundamental para Sotec. Y además para poder desarrollar sus propios proyectos, muchas veces debe hacerles modificaciones que ellos mismos realizan por su adaptación de conocimiento.	El nivel de asimilación de la tecnología es alto, han asimilado ésta en un gran porcentaje. El dominio alcanzado igualmente es alto y su papel es estratégico, pues le da mayor competitividad, haciendo con mayor calidad y eficiencia sus proyectos.

Investigación y desarrollo	La I&D es principalmente aplicada, pues cada proyecto exige esto, la gestión que se realiza es alta y los recursos destinados son medios, pero esta I&D se desarrolla con mayor intensidad de acuerdo a cada proyecto.	Departamento de I&D no hay, pero las actividades con respecto a éste son altas. Hay una alta intensidad en la investigación, búsqueda de información y luego en el diseño y desarrollo de los mismos. No es un proceso muy sistemático
Innovación	El grado de innovación es alto, en cada proyecto hay innovación. También en los procesos de la empresa hay innovación por los proyectos realizados o a realizar. Su frecuencia depende de las máquinas a realizar en un periodo de tiempo, pero de igual forma se están buscando constantemente ideas para desarrollar. La innovación en la empresa es importante y es una forma de lograr su objetivo	Dentro de la capacidad competitiva de la empresa la innovación juega un papel preponderante, pues busca estar adelante de sus competidores y darle las mejores soluciones a sus clientes, esto lo soporta muchísimo con la innovación, especialmente la incremental.
Salvaguardia tecnológica	Se podría decir que es baja, la documentación de todos estos conocimientos es baja, pero la explicitación y difusión es alta, aunque se hace de manera oral y empírica (aprender haciendo). En cuanto a patentes, secretos industriales, no los han utilizado, por que no ha visto la necesidad	Para la protección de sus innovaciones, no se han visto obligados a patentarlas por la poca competencia en el mercado, además su capacidad de cambio y adaptación es alta. Está en constante mejora continua.
Eslabonamiento tecnológico	Es bajo, puesto que no accede a los recursos e instituciones diseñadas para apoyar la innovación fácilmente. El sistema no le ha ayudado y lo que el gerente hace principalmente es por su cuenta.	No se ha realizado gran esfuerzo para acceder a redes de información, además no se siente con mayor fuerza estas instituciones y el gobierno no da gran apoyo.
Balance global		

Fuente: Elaboración con base en entrevistas en Sotec Ltda. y metodología tomada de Malaver (2002)

Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de Sotec Ltda.

(Evaluación cualitativa según escala de Likert)

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica				X	
Formalización del manejo tecnológico		X			
Las decisiones de inversión tecnológica					X
Incorporación de la tecnología					
— Vigilancia e identificación de la tecnología					X
— Selección de la tecnología			X		
— Negociación y transferencia tecnológica				X	
— Uso y explotación de la tecnología					X
Investigación y desarrollo				X	
Eslabonamiento tecnológico		X			
Innovación					X
Salvaguardia tecnológica		X			
Capacitación y difusión tecnológica				X	
Puntaje máximo alcanzable = 60	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = 45		**6**	**3**	**16**	**20**

Fuente: Elaboración con base en entrevistas en Sotec Ltda. y metodología tomada de Malaver (2002)

Caracterización de los procesos, resultados e impacto de la innovación

En este cuarto capítulo se explora la relación entre la innovación y el desempeño económico de la empresa. Asimismo se da cuenta del proceso de innovación y se caracteriza la innovación en producto. La principal conclusión atañe a la innovación que se origina, en parte, como el resultado de un proyecto de I&D previsto en el plan de negocios que guía a la empresa. También se encuentra que la innovación es frecuente y está asociada con las capacidades distintivas y las estrategias sobre las cuales se ha hablado en los capítulos anteriores. En cuanto al desempeño económico como resultado de la innovación, se muestra que están muy asociados; respecto a la difusión tecnológica, se encontró que es muy limitada, en parte, por el casi nulo eslabonamiento universidad-empresa y empresa-sector, ya que la relación más estrecha se verifica sólo con los aliados estratégicos y proveedores, los cuales son extranjeros en su mayoría.

Descripción y caracterización de los procesos de innovación

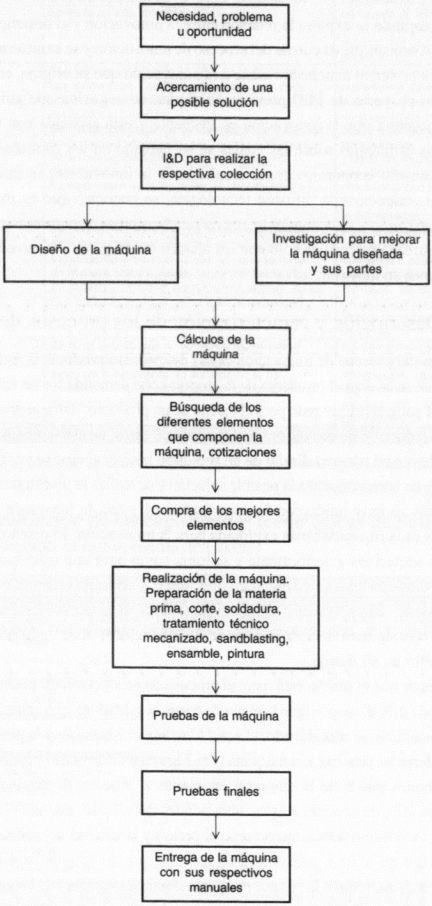
Los pasos tanto del proceso de innovación como del proceso productivo, empiezan desde el momento en que se analiza el problema de la empresa que demanda los servicios de Sotec; es de allí de donde parte el primer paso para el diseño de un producto: llámese problema de mayor productividad, reducción de costos, productos nuevos u otros; de estos puntos del diagnóstico se toman las ideas para hacer el diseño de un prototipo básico, el cual se va mejorando con el tiempo. Se hace un acercamiento a la posible solución y se realiza la investigación y desarrollo.

El diseño va muy unido con la parte ingenieril y con la búsqueda de información constante, pues es la capacidad más explotada para la innovación. El diseño se hace con los conocimientos adquiridos anteriormente y se toma como base una máquina existente, para realizar la ingeniería en reversa. El ingeniero mecánico, y principalmente el gerente, analizan esta y luego con los datos tomados de la máquina diseñan el nuevo equipo, que mejora la máquina base con alguna innovación, buscando las mejores piezas posibles en el mundo para ensamblarlas en su diseño.

Después de que el diseño está listo, el proceso de producción empieza con la preparación de la materia prima, luego sigue la etapa de corte, la soldadura, el tratamiento técnico por vibraciones mecánicas, el mecanizado, el *sand blasting*, el ensamble y la pintura. Por último se hacen las diferentes pruebas a la máquina (ver **Figura 6** del proceso productivo de Sotec).

Las ventajas que tiene la empresa, en cuanto al proceso de producción, es que se trabaja sobre pedido, de acuerdo con las necesidades del cliente. Por eso el aprendizaje del personal es de vital importancia, tanto como el precio y la calidad del producto. Una de las desventajas es que no se tiene producción en serie, ya que la comercialización de servicios y productos es aún incipiente. En parte, porque la demanda es baja en el mercado interno, y además no se reciben estímulos, ni reglas claras del gobierno. Las expectativas de la empresa son exportar y producir en serie un diseño ganador en precio y calidad.

Figura 6
Proceso productivo de Sotec Ltda.



Fuente: Sotec Ltda.

En la producción es donde se le otorgan los atributos que diferencian sus productos. Su liderazgo está principalmente en la solución de problemas a la medida de cada empresa y en su diseño de máquinas con rapidez y calidad.

El tipo de empresa y de proyectos que realiza ocasiona que la empresa eventualmente dependa de un proyecto en todo el año y deba permanecer con el personal desocupado durante el tiempo restante. Y puesto que es vital la experiencia y conocimiento del mismo personal es clave no prescindir de ellos.

El gerente está buscando desarrollar ciertos productos que pueda producir en serie y que tengan una determinada demanda, para suplir la necesidad de depender de solo un proyecto, como es el desarrollo de una máquina secadora de café, para venderla por intermedio de la Federación Nacional de Cafeteros, y de igual forma ofrecerla en el exterior, pues es más fácil llevar varios productos al exterior que uno solo, la exportación requiere mucho papeleo y no se justifica para una sola máquina.

Caracterización de la innovación

Se puede afirmar que el objetivo de la innovación de Sotec es desarrollar procesos más competitivos a través del uso de la tecnología, supliendo necesidades con bienes de capital de alta calidad, seguir de cerca la vanguardia, pero sin ser un líder, sino un imitador que hace innovaciones incrementales.

Las principales fuentes internas para la innovación son los ingenieros, y se soportan mucho en la experiencia, el aprender haciendo a través de I+D sucesivas; las fuentes externas son la información libre, institutos de investigación, desarrollos de la competencia y alianzas, entre otros. Pero sin duda las principales fuentes externas que motivan la innovación provienen de sus clientes.

A continuación se describen las principales innovaciones realizadas.

Innovaciones de producto

Los productos incorporados al mercado han sido diferenciaciones, al igual han implicado mejoras con relación a los existentes y novedades tecnológicas, por ejemplo los robots que se hicieron para las máquinas de Mabe. Todo esto ocurre porque Sotec busca hacer un mejor producto, tomando la mejor tecnología aplicada en varias partes del mundo, diseñando con valor agregado y ensamblando las mejores piezas posibles.

Se han hecho productos que han tenido características tecnológicas significativas, diferentes de sus versiones anteriores, porque se busca hacer una máquina lo más completa posible, optimizando su utilización para mejorar la competitividad del cliente. De esta forma, algunos productos han incluido tecnología radicalmente nueva, como son los *tornillos de botón recirculantes,* que dan mayor precisión y durabilidad a las máquinas.

Gracias al uso de conocimientos nuevos, han podido crear nuevas tecnologías, y algunos productos han sido el resultado de mejoras tecnológicas de productos ya existentes,

como es el caso de los bienes de capital construidos para Mabe. Y algunos de estos productos han sido nuevos, tanto para el mercado nacional como para el mercado internacional, como Mabe lo ha podido comprobar. Ver **Tabla 2**.

Tabla2
Innovaciones de Sotec Ltda. en procesos y en producto

Empresa	Máquina o proceso	Tiempo	Fecha
Sistema Cafetero	Secado. Desarrollo del secado. Desmucilaginado Modificación de diseño de investigación de Cenicafé para la peladora de café.		1978 hasta la fecha 1998 1998
Manilit	Planta de producción de tejas de asbesto de cemento	18 meses	1981 – 1983
Eternit	Sistema de moldeo automático Sistema de pintura en línea		1984 1994
Colombit	Desmoldadora automática. Segunda línea de producción. Modificación de varios procesos	6 meses diseño y 6 meses de construcción	1972 1972 1978
Mabe	Desde 1986 viene trabajando con ellos. * Troqueladora de procesos para plástico, interior de la nevera "linner". (3 máquinas) * Máquina rotativa de ensamblaje de puerta (2 máquinas) * Máquinas planas de ensamble de compartimiento (4 máquinas) * Sistema automático de almacenamiento y distribución de los pellets de poliestileno (1 máquina) * Robots de movimiento, manejan la nevera en el circuito de ensamble. (4 robots)	1ª rotativa 6 meses diseño, 6 meses construcción. 2ª 5 meses de construcción 1ª compartimiento 5 meses de diseño, 6 meses de construcción. La última 4 meses.	1986 2001 la primera 2002 la segudna De 1999 al 2002 2001 - 2002
Cabinas de pintura	Desarrolladas por él. Tiene 25 en todo el país. Bogotá, Cali, Medellín, Armenia, Pereira y Manizales		1996 hasta la fecha

Fuente: Sotec Ltda.

Las innovaciones realizadas por Sotec las ha hecho para diferentes empresas. Mientras que su sostenibilidad financiera la ha buscado con máquinas como la despulpadora de café, los ventiladores, las cabinas de pintura, entre otras.

Para caracterizar todas las innovaciones en Sotec, sería necesario describir cada uno de los proyectos realizados por la empresa, por esta razón tomamos sólo el caso de Mabe, que es uno de los más representativos. A Mabe Colombia le ha fabricado maquinaria desde el año 1986, las máquinas que se han entregado han sido:

1 Troqueladora de costados.
1 Troqueladora de Linners de congelador.
1 Troqueladora de Linners de compartimiento.
4 Máquinas de espumado de compartimientos.
2 Máquinas rotativas de espumado de puertas.
1 Sistema automático de almacenamiento y distribución de pellets de poliestileno.
4 Robots de movimiento rotativo de congeladores en la línea de transporte.

En este momento se están efectuando diseños para el suministro de un nuevo robot, destinado a usarse en el sistema de inyección de poliuretano para ocho máquinas de compartimiento.

Cada una de las máquinas ha sido mejorada con respecto a las anteriores, pues en cada caso se retroalimentan los resultados del comportamiento real con respecto al diseño, es decir que los diseños no son estáticos. A continuación se describe cada una de ellas y las innovaciones realizadas.

La innovación de la rotativa de espumado de puertas

Mabe Colombia tenía una máquina rotativa de espumado de puertas que deseaba mejorar. Entonces contactaron a Sotec, cuyo gerente les pidió ver una máquina similar que estuviera más adelante tecnológicamente que la que tenían allí. Mabe hizo los contactos necesarios para que viera la máquina que tenía Mabe de México. Y así empezó el proceso con Mabe Colombia, en 1986. (Ver **Fotografías 1 y 2**).

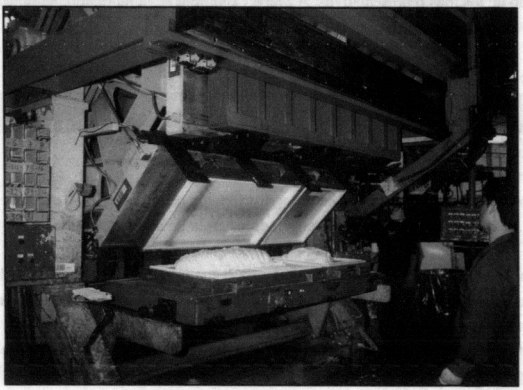
En México se tomó una serie de datos de ingeniería. Al regreso, se dedicaron seis meses ingeniando cómo se podía mejorar y se inició el proceso de desarrollo tecnológico o mejoras. La primera máquina que se les fabricó no tenía robot, era una máquina semi-automática. Su construcción se demoró seis meses.

El gerente de Sotec les propuso que podía hacerles un robot para esa máquina. Mabe le decía que eso solamente lo hacían los italianos (anteriormente Mabe era de italianos). Sotec puso de manifiesto que trabajaba con una empresa de España llamada Niasa, a la cual recurre para consultarles la parte electrónica cuando tiene necesidad. Y así fue como se logró convencer a Mabe para hacer el prototipo.

Sotec habló con Niasa, le explicó lo que querían hacer, les envió el diseño realizado por Sotec y la firma española lo corroboró. Así fue como trajo para la segunda máquina el Robot de inyección. A la segunda máquina le adicionaron el robot y lograron una productividad tal que se bajó del 35% de desperdicios que arrojaba la máquina italiana anterior, a solamente el 3%.

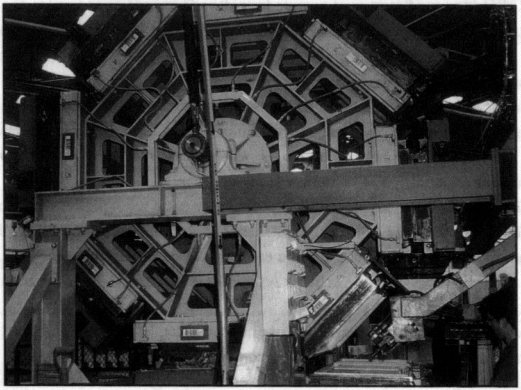
Fotografía 1

Máquina rotativa de espumado de puertas construida por Sotec Ltda.



Fotografía 2

Máquina rotativa de espumado de puertas con detalle del brazo robot que Sotec construyó.

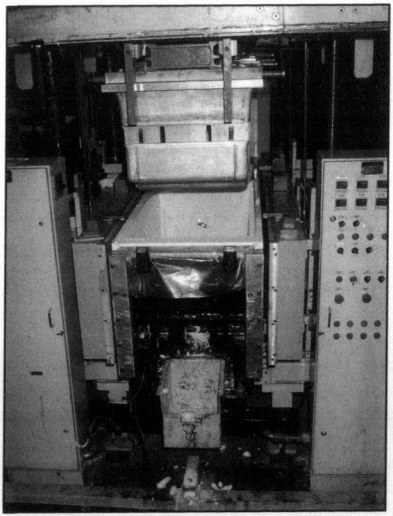


El proceso de inyección está relacionado con el poliuretano que se adhiere a las puertas de las neveras, y esta queda lista con sus compartimientos de uso doméstico. La máquina ensambla la puerta. El sistema de innovación que se le hizo a la máquina permitió generar nuevas utilidades derivadas de la reducción del desperdicio.

Ensambladora de gabinetes de nevera con prensa de cierre de CNC: una innovación radical

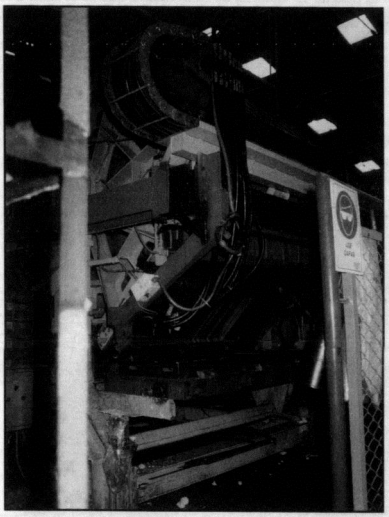
En este momento Sotec está haciendo la sexta máquina de ensamble , que maneja no solamente puertas sino el gabinete completo, y la entregará en 90 días a lo sumo. Todos los días van adquiriendo mayor experiencia, por lo que van rutinizando el trabajo. Esta máquina se describe en las **Fotografías 3** y **4.**

Fotografía 3
Máquina Ensambladora de Gabinetes de nevera



Fotografía 4

Máquina Ensambladora de gabinetes de nevera



La característica innovadora en este diseño último, consiste en la prensa de cierre para armar el congelador completo, la cual tiene una precisión de cierre de una milésima de milímetro de tolerancia por cada millón de operaciones. La tecnología que utilizó en el cierre es de máquinas de control numérico (CNC). El problema a resolver era que al momento de inyectar el poliuretano se genera una carga de un kilogramo por centímetro cuadrado, entonces se tiene que tener el congelador bloqueado o de otro modo se expandiría deformándose. Esta prensa de cierre no permite que suceda el embombamiento o deformación del gabinete.

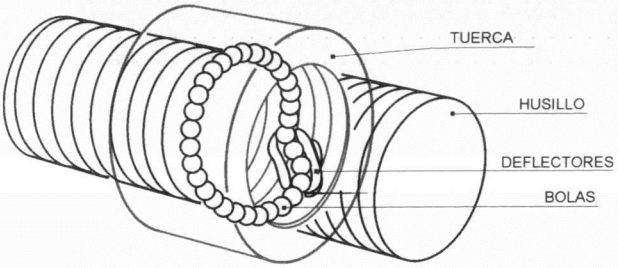
"La electrónica de esta máquina también debe ser excelente, y los avances micro electrónicos se obtienen realmente con un *microswitch* operado con un micrómetro que me está ajustando el *switch*. O sea, realmente ha habido un avance tecnológico tanto mecánico como eléctrico", advierte su constructor (Sotec).

Esta última máquina tiene un avance tecnológico altísimo comparado con las máquinas del mercado. Hay una diferenciación grandísima, por lo que se podría hablar de una *innovación radical*, en el sentido de que ninguna de las máquinas existentes de la competencia tiene un diseño comparable.

Para explicar por qué su diseño va tan adelante es necesario comprender que el *microswitch* permite controlar el sistema electrónico de posicionamiento de las placas de la prensa de cierre con la precisión milimétrica anotada antes.

Todo esto es posible por el uso de tornillos recirculantes de bolas fabricados en Alemania, los cuales son usados por Sotec en este diseño por primera vez en el país. Estos son tornillos con bolas recirculantes, donde las tolerancias y la fricción son cercanas a cero, con relación a las tuercas, como puede observarse en la **Ilustración 1** y **Fotografía 5.**

Ilustración 1
Tornillos de bolas recirculantes



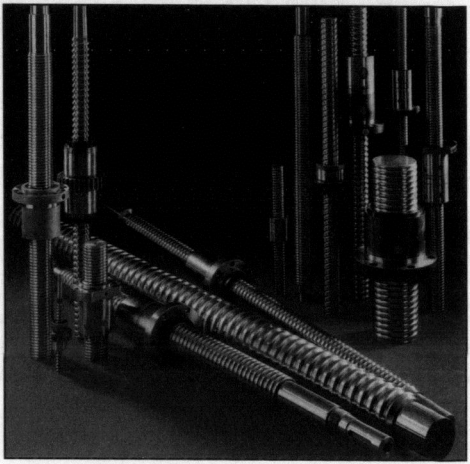
Los tornillos se componen básicamente de cuatro elementos de acción: el husillo y la tuerca son las pistas interior y exterior, las bolas son los cuerpos de rodadura y transmisión, y los deflectores son las piezas de transferencia. Este tipo de bolas patentado reduce al mínimo el espesor de las tuercas, al no existir proyecciones exteriores, según revela el catálogo del fabricante (Niasa).

Estos son elementos que se hacen bajo normas de calidad muy altas por lo que no presentan problemas. Las durezas son muy elevadas, pues generalmente se acaban los sillones antes que la tuerca, pero las bolas son todavía más duras que todos los otros elementos. Los tornillos de bolas recirculantes deben funcionar siempre lubricados. Sotec los utiliza cuando tiene que desplazar un elemento hasta un punto exacto, como es el caso de las placas de la prensa de cierre y así la precisión de posicionamiento lograda es muy alta.

Todas estas máquinas descritas, tanto las rotativas para puertas de neveras como las ensambladoras de gabinetes, por sus velocidades han requerido innovaciones y mejoras adicionales en los sistemas complementarios de producción al que se incorporan, dos de ellos se describen a continuación, manejo de los gases y poliuretanos, sistema hidráulico inteligente.

Fotografía 5

Tornillos de bolas recirculantes. Detalle de su variedad.



Mejora para el manejo de los gases y poliuretano

También en el aspecto de los gases y de los poliuretanos hubo que hacer ajustes. Anteriormente estos últimos se expandían con freones, freón 12, freón 22, que son flurocarbonos que están prohibidos hoy, entonces tuvieron que empezar a utilizar el R134 y el R132A. Y todos esos gases nuevos han tenido problemas en su manejo. Los diseños de Sotec tuvieron que adecuarse a las velocidades de reacción de estos nuevos gases, porque las máquinas de Mabe eran muy lentas. Sotec tuvo que hacer unas máquinas mucho más rígidas para adaptarse a las velocidades de reacción de estos gases. Esto fue una adaptación innovadora en el diseño.

Creación de un sistema hidráulico inteligente

Sotec propuso un diseño aún más novedoso, pero Mabe no lo aceptó, consistía en introducir un sistema hidráulico inteligente que supiera exactamente donde habría de estar la máquina; el costo de un sistema hidráulico normal es de $15 millones de pesos, y el inteligente costaría $70 millones, pero en Mabe no lo aceptaron, principalmente por la diferencia de costos. Este diseño era para complementarlo con el robot inteligente que tenía la máquina. Actualmente Mabe tiene la máquina trabajando con el sistema hidráulico en estas condiciones no inteligentes pero integradas.

Esa máquina tendría un costo de un millón de dólares en Italia, y en Colombia la hicieron por 200.000 dólares. El costo de la máquina de Italia no incluye sistema hidráulico inteligente. En el mundo hay máquinas con sistema hidráulico inteligente, pero no como la que Sotec había diseñado.

Un nuevo producto de reciente desarrollo para el secado del café

Las expectativas de recuperación de las ventas de la empresa se centran en un nuevo producto que acaba de ser desarrollado luego de cinco años de investigación, destinado al mercado cafetero de Colombia y Costa Rica en primera instancia.

Se trata de la fabricación de una secadora de café cuyo primer prototipo ha sido terminado a la fecha. Este sistema es nuevo en el mercado, con características innovadoras únicas. Funciona con carbón mineral como combustible y con una generación de ceniza del 3% solamente. El actual sistema de secado que usan los cafeteros opera con ACPM, que ha resultado muy costoso últimamente.

La reducción de costos en el secado de café que permite el nuevo producto, significa pasar de $1.500 a $350 por arroba de café.

La innovación radica en el sistema de intercambio de calor. Tal sistema de intercambio consiste en aumentar el área de radicación (o de intercambio de calor) que dependiendo del paso que se le ponga a la cinta, puede aumentar en un 300% el área húmeda o de intercambio de calor. Por eso son equipos muy compactos y de muy alto rendimiento.

El prototipo de las secadoras ha sido hecho con láminas de calderas, bajo normas técnicas capaces de resistir 525 °C de calor. La calidad de este nuevo producto lo diferencia de un producto fabricado empíricamente en Bolívar, Antioquia, con un diseño rudimentario, que usa láminas corrientes, por lo que esta máquina al año debe ser reconstruida, ya que se quema o funde. Su valor es de $4 millones. Mientras que el producto de Sotec, que incorpora un componente tecnológico de secado americano de punta, junto con el aleteado incorporado por Sotec, tiene un costo de $8.5 millones y de $14.5 millones, ya que viene en dos tamaños según el volumen de secado a procesar.

La producción masiva de esta secadora puede significar un salto significativo en el crecimiento de esta empresa.

Además están en la etapa de I+D, dos nuevos productos, uno de los cuales está siendo patentado en Europa, Estados Unidos y Colombia, en alianza con una compañía americana y que revolucionaría el mercado cafetero en el control de plagas, del cual no se pueden ahora revelar detalles, pues la propiedad del invento es compartida, 50% por cada una de las partes.

Innovaciones de proceso

Procesos de soldadura automática

Sotec ha hecho un desarrollo de eliminación de tensiones de la soldadura a través de vibraciones mecánicas, que se determina por medio de ingenieros mecánicos y electrónicos, para que las piezas fabricadas no presenten distorsiones en el proceso de la vida útil de la máquina.

Las piezas de acero, por efecto de las altas temperaturas, generan unas tensiones específicas, que no se sabe hacia dónde van, por esto algunas estructuras en acero presentan deficiencias. Se ha investigado acerca de la eliminación de tensiones y se ha encontrado que las vibraciones mecánicas eliminan la tensión, vibrando las piezas por debajo de la frecuencia natural de cada una de ellas determinado tiempo, de acuerdo a la masa de la pieza. Este es uno de los desarrollos más importantes.

Sotec cuenta con todos los equipos de análisis de vibraciones mecánicas. En complemento con la firma Servianálisis de Tuluá, se están haciendo los respectivos desarrollos para hacer la fundamentación de la tecnología de distensión de soldadura, que no es un conocimiento nuevo en el mundo ni en Colombia, pero ellos lo están aplicando, pues el equipo es muy costoso, y lo están diseñando en Colombia con excelentes resultados. Por ejemplo, todas las máquinas de Mabe han pasado por este proceso, además que toda pieza que sale de Sotec, debe salir bajo este tratamiento.

Procesos de pintura

Los procesos de pintura cumplen con los exigentes códigos de la ASME (*American Society Mechanical Engeneering*), que exigen condiciones superficiales del acero muy específicas para que la pintura tenga la mayor duración y adherencia, condiciones conocidas con las siglas SSPC, SP5, SP 6, SP 7 y SP 10.

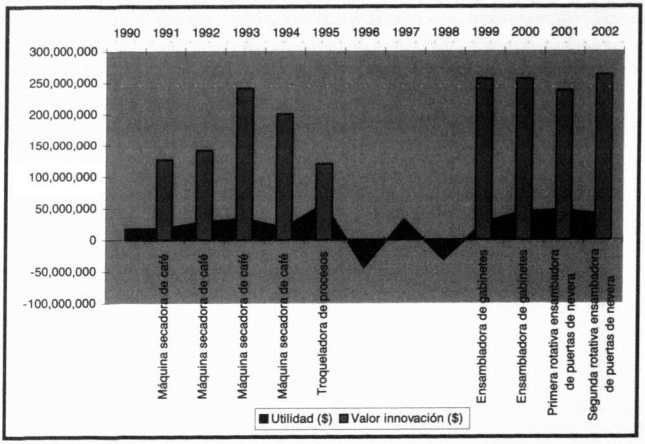
Para este proceso, en el *sand blasting,* es esencial contar con las arenas especiales de sílice, que no tienen glucosa ni materias orgánicas, las cuales son adquiridas por Sotec bajo las normas internacionales del 99,9% de sílice. Si se mira por microscopio, estas arenas presentan aristas o filos vivos, que no tienen las arenas obtenidas de ríos, ya que el rodamiento les desgasta los filos. El valor de la arena 99,9% sílice es de $150 kilo, mientras la otra es de $10 kilo. Así por ejemplo, postes que Sotec ha hecho para iluminación en puentes de la ciudad llevan diez años con la pintura intacta.

Identificación de los impactos de la innovación

Impactos de la innovación sobre el desempeño económico de Sotec

El **Gráfico 6** nos revela que hay una fuerte asociación entre el valor de los productos innovados por Sotec y las utilidades de la compañía, como lo describe la estadística recopilada para los años 1990-2002.

Gráfico 6
Innovación y utilidad de Sotec Ltda. 1990-2002



Fuente: Sotec Ltda.

El margen de utilidad ha variado entre el 11.7% y el 3.6%. En el lapso de 1990 a 1995 el promedio estuvo alrededor del 8%, mientras que en los años que van de 1996 a 2001, el margen de utilidad descendió a la mitad, o sea, a un 4% en promedio, como resultado de la baja demanda de este período signado por la recesión. En 1996 se presenta el más bajo margen de utilidad (pérdidas).

El crecimiento en las ventas reales de Sotec presenta un ciclo descendente desde 1990 hasta 1992, y otro ciclo de recuperación en 1993-1995. De 1995 a 1996 las ventas vuelven a descender abruptamente, lo que da origen a las pérdidas. Entre 1997 y 1998 se presenta una recuperación de las ventas.

La explicación de los menores márgenes de utilidad y las pérdidas incluso, radica en el crecimiento acelerado de la inversión en activos, como lo describe el **Gráfico 5**. A eso se suma, la baja demanda, en 1999 las ventas decaen, pero se recuperan en 2001 y bajan en 2002.

Según la Encuesta Anual Manufacturera de 2000, las exportaciones fueron de $8.522.000, más un ingreso por el CERT de $950.000 y las ventas totales fueron de $1.051.8 millones. Las exportaciones fueron el 0.81% de las ventas anuales. Hay que recordar que el 80% de los productos vendidos por Sotec tiene innovaciones incrementales.

Gracias a las innovaciones en procesos y en productos, Sotec ha podido reinvertir las utilidades obtenidas en los diferentes proyectos, en la dotación de nuevos equipos, crecimiento de la planta de producción, e inversión en mejora de los activos de la empresa. Es de anotar que busca comprar maquinaria nueva para evitar los problemas que conllevan las ya usadas. Igualmente ha aumentado su planta de personal. Pero también ha realizado mejoras en sus procesos de producción y en su maquinaria, al igual que innovación en los mismos, debido a los diferentes proyectos que ha realizado, y las necesidades de desarrollo que estos le han implicado.

Uno de los mayores impactos es el incremento del *know how* de la compañía, pues este crece con cada innovación, igualmente se amplían las capacidades de dominio tecnológico, toma de decisiones tecnológicas, investigación y desarrollo, capacitación del personal, diseño de tecnología, entre otros.

Asimismo, las innovaciones le han dado posicionamiento y buen nombre.

Impacto en Mabe

El sistema de innovación que se le hizo a la primera máquina fabricada para Mabe, con respecto al proceso de inyección del poliuretano en las puertas de las neveras, permitió generar nuevas utilidades por cuanto disminuyó el desperdicio. Por efectos de este cambio se redujo el sistema de pintura. El sistema de pintura quedó muy grande, porque ya no había que reprocesar el 35% de las puertas, entonces se pudo redimensionar el sistema de pintura; y Mabe decidió producir más, al ver que les sobraba pintura como resultado de la mejora tecnológica.

En la parte de productividad se dio una mejora notable. Con el proceso anterior se demoraban más o menos entre un minuto cuarenta (1'40") y un minuto cincuenta (1'50") haciendo cada puerta, por efecto de las pérdidas del 35%. Hoy se está haciendo una puerta cada 45 segundos, con unas pérdidas del 3%. Entonces la diferencia es muy grande. Cada una de las máquinas ensambla una nevera cada 300 segundos.

Eso los llevó también a mejorar los diseños de los moldes, puesto que antes manejaban unos moldes hechos en materiales acrílicos, mientras que estas máquinas nuevas tan ajustadas solo permiten los diseños en aluminio. Entonces se hicieron los moldes en este material, por lo que hubo que cambiar toda esta parte de la producción de la empresa.

Las innovaciones introducidas en Mabe y otras compañías clientes, no han ocasionado desplazamiento de la mano de obra. Por el contrario, se han dado mejorías en las condiciones de trabajo pues son máquinas más ergonómicas.

Los proyectos de I & D son estudiados previamente para cuantificar qué efectos económicos producen bajo un análisis costo-beneficio.

Las innovaciones le trajeron a Mabe durabilidad, eficiencia, investigación y retroalimentación. Por lo que empezaron a confiar en la ingeniería colombiana de Sotec. También les obligó a mirar que cuando se quiere producir algo, se debe invertir, no pretender hacer todo con muy bajo presupuesto.

Conclusiones

- La innovación en Sotec ha contribuido al crecimiento de la empresa, visible en las ventas, las que se han multiplicado a la par del promedio del sector. Esto ha ocurrido por la reinversión de las utilidades en activos, equipos y maquinaria, entre otros; y debido al aumento de la planta de personal, la innovación, el mejoramiento en sus procesos de producción, la adaptación de su maquinaria, al incremento del *know how* de la compañía, al aumento de sus recursos y capacidades, y al posicionamiento en el mercado, que ha repercutido en el buen nombre de la empresa.
- Sotec Ltda. es una empresa que realiza innovación en el diseño de bienes de capital; las innovaciones obtenidas por la empresa corresponden al tipo de estrategia de aprender haciendo y aprender solucionando problemas, como resultado de la estrategia corporativa de brindar soluciones hechas a la medida y ofertas de bajo costo que superan a los competidores de producción masiva. Utiliza de manera sistemática la ingeniería en reversa y la innovación de tipo incremental en el diseño de bienes de capital. Una de las razones para el tamaño pequeño de la empresa, se debe a su débil estrategia de comercialización (no produce en serie continua), a la baja demanda del mercado nacional y a los fuertes incentivos dados por el gobierno a la importación de bienes de capital (excepción del pago del IVA).
- Las alianzas estratégicas ayudan mucho a la innovación. En Sotec son bien aprovechadas, cuenta con cuatro alianzas, Niasa S.A. de España, que soporta la parte de robótica y automatización de sus máquinas, con Hidro-Grubert de Argentina para soportar las soluciones en elevación de cargas, en el manejo de chapas, Axial Maquinaria S.L. de España, y Servianálisis de Tuluá.
- En Sotec se verifica que el dar libertad para pensar, impulsa a las personas a solucionar los problemas en el trabajo, es una muy buena herramienta para incentivar la innovación, al igual que un ambiente de confianza. Para que la innovación sea exitosa se deben romper muchos paradigmas, estar abierto al cambio, tener buena

capacidad de adaptación, adelantarse al futuro, realizar buena investigación y estar bien informados. La innovación no es un proceso lineal, sino un sistema integrado que debe ser flexible al cambio y a la mejora continua con base en la retroalimentación del desempeño real de sus diseños previos.

- Sotec utiliza la innovación para dar soluciones de punta a problemas de I&D de otras empresas, mediante el *outsourcing*, y usa conocimientos avanzados; su capacidad es rara, valiosa y costosa de imitar. La capacidad de producción que posee es alta, pero subutilizada por las características del nicho de mercado al que se enfoca y la poca fortaleza en su comercialización.
- La innovación radical en producto que logró la empresa con la fabricación de una "prensa de cierre" con CNC, micrómetro para *microswitches*, va muy adelante, con una altísima tecnología frente a la competencia en el mercado. Igualmente, aunque en menor grado, ocurre con la innovación de crear un sistema hidráulico inteligente que identifica exactamente dónde estaría la máquina para complementar al robot inteligente de la máquina rotativa de espumado de puertas.
- Las utilidades de Sotec han sido fruto de la innovación en procesos y en productos. El crecimiento de la empresa se sustenta en la reinversión de las utilidades. El margen de utilidad obtenido se debe a que sacrifica los porcentajes que los competidores grandes internacionales acostumbran a cobrar por concepto de *know how* y comercialización. Y eso le ha permitido competir en precios que son dos terceras partes menores que sus rivales internacionales.
- La estructura de este mercado es imperfecto. Las asimetrías de información son sus características: pocas empresas pequeñas colombianas y algunas grandes mundiales. Internacionalmente también hay mucha competencia de pequeñas compañías muy especializadas, quienes por *outsourcing* contribuyen a grandes proyectos (diseño, construcción y montaje de plantas, innovación de procesos y productos). Las empresas colombianas de esta naturaleza son pocas, como Sotec, Superbrix o Búfalo. Ellas están geográficamente segmentadas y casi no rivalizan directamente, pues tienen unos nichos regionales y sectoriales muy definidos.
- Las empresas de bienes de capital exportan explotando su ventaja comparativa (mano de obra barata, cercanía geográfica) más que competitiva (de imitación por ingeniería de reversa e innovación incremental). Las exportaciones son esporádicas, lo que denota poco desarrollo de la comercialización que les impide crecer y producir en mayor escala. La producción en masa aún no ha sido posible en esta empresa, pero está a punto de lograrlo con el nuevo producto para el secado del café.

- Sotec es 100% de capital nacional, su participación en el mercado es del 0.08%, y sus ventas en los últimos 3 años han permanecido constantes, 1.000 millones de pesos aproximadamente. Es una empresa fabricante de bienes de capital por pedido y comparte las características de una empresa de base tecnológica. Es una empresa innovadora en sentido amplio y con esta estrategia ha logrado un éxito económico relativo y su permanencia en el mercado.
- El comportamiento de la empresa para lograr su objetivo de permanencia en el tiempo, ha demandado continuar con sus estrategias de calidad, precio y fortalecimiento del recurso humano, como capacidad crítica para acumular conocimiento e integrarlo en soluciones tecnológicas adaptables al medio y eficaces.
- Sotec tiene una capacidad tecnológica universal de nivel medio, pues no usa el control numérico computarizado. Su principal recurso es el capital humano y el aprendizaje continuado.
- En la parte funcional se concluye que carece de departamentos formales de I&D o de planeación; no obstante, esta actividad es permanente y la principal de la empresa. La planeación es más bien por proyectos.
- La innovación se origina, en parte, como el resultado de un proyecto de I&D previsto en el plan de negocios que guía a la empresa. También se encuentra que la innovación es frecuente y está asociada con las capacidades distintivas y con las estrategias.
- En cuanto al desempeño económico como resultado de la innovación se muestra que estos están muy asociados.
- En cuanto a la difusión tecnológica, esta es muy limitada, en parte por el casi nulo eslabonamiento universidad-empresa y empresa-sector, ya que la relación más estrecha se verifica sólo con los aliados estratégicos y proveedores, los cuales son extranjeros en casi su totalidad.

Recomendaciones

- Fortalecer el área comercial y administrativa, para darle un mayor soporte a la compañía y así aumentar sus ventas y exportaciones.
- La experiencia de la firma indica que no hay una política gubernamental estratégica para este tipo de empresas que agregan valor con un apreciable grado de innovación. Por ejemplo, una política evidente es reducir la carga impositiva a estas empresas de base tecnológica, pues los competidores importan al país bienes de capital exentos de IVA, entre otros impuestos. El caso español es interesante, pues otorga créditos con el 1% de interés anual, tres años de gracia y pagos de acuerdo al nivel de las ventas. Esto, obviamente, estimularía el crecimiento y la generación de empleo alrededor de este tipo de empresas en el país.

- La principal recomendación, derivada del capítulo 2, es que si bien Sotec logró ser competitiva al aumentar sus ventas en los últimos diez años, significativamente, la debilidad de la función de comercialización de la empresa, sumada a la baja demanda coyuntural del periodo recesivo 1998-2002, requiere de un esfuerzo extra en estas áreas para enfrentar con éxito la recuperación de la economía del país en los próximos años.
- La estrategia comercializadora y de innovación deben planearse cuidadosa y conjuntamente para afrontar los retos de la próxima coyuntura (por ejemplo, búsqueda de producción masiva con base en el desarrollo de un nuevo producto y despliegue de un departamento comercializador básico, que pueda ser expandible rápidamente cuando crezca el proyecto productivo masivo con miras a su exportación).

Bibliografía

BONILLA M., Manuel Guillermo, 2000, "Cambio tecnológico y crecimiento económico en la industria manufacturera colombiana. (1990-1996)", –OCyT–, *Barómetro, Análisis de indicadores de ciencia y tecnología*, Vol. 1, No. 2, septiembre.

CRECE, 2002, "Identificación y subregionalización de los sectores estratégicos de Caldas, Informe final, versión definitiva, extracto."

DANE, Anexo final, Análisis estructural del sector, [online] Bogotá, 1998, disponible en internet : http://www.andi.com.co/camaras/fedemetal/fedemetal4.htm

DANE, Anexo final, Análisis estructural del sector, [online] Bogotá, 1998, disponible en internet: http://www.andi.com.co/camaras/fedemetal/fedemetal4.htm

DURÁN, Xavier, *et al.,* 2000, *La innovación tecnológica en Colombia. Características por sector industrial y región geográfica,* primera edición, Colombia, Ed. Panamericana S.A.

GUTIÉRREZ, José Arturo, 1996, "La productividad en la industria metalmecánica colombiana", en *Innovar*, revista de ciencia y administración y sociales, No. 7, enero-junio, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

HITT, M.; IRELAND D. y HOSKISSON R., 1999, *Administración estratégica, competitividad y conceptos de globalización,* México, Thomson Editores.

INCUBADORA DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA DE ANTIOQUIA, ¿Qué es una Empresa de Base Tecnológica (EBT)? [online], Medellín, 2003, disponible en internet: http://www.incubadora.org.co/basetecno/main2.htm

LESMES PATIÑO, Juan Manuel, 2001, "La cadena siderúrgica y metalmecánica: comportamiento, oportunidades y retos", en Revista *ANDI*, Colombia, No. 168, enero-febrero.

_____, Prospectiva económica de la cadena siderúrgica y metalmecánica colombiana. http://www.andi.com.co/camaras/fedemetal

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela, 2003, "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

MALAVER, Florentino, 2002, "Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas y editoriales", documento de trabajo (recientemente publicado en revista *Innovar*).

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO Y LA CÁMARA DE FEDEMETAL DE LA ANDI, 2001, Análisis estructural de la cadena siderúrgica y metalmecánica en Colombia [online], Bogotá, internet: http://www.mindesa.gov.co/Publish/ComercioInterno.doc

NELSON, Richard. WINTER; Sidney, 2000, "En busca de una teoría útil de la innovación", en *Cuadernos de Economía*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Teoría y Política Económica, pp. 179-223.

PERIÓDICO LA REPÚBLICA, 2003, "Empresas antioqueñas le apuestan a la maquinaria hecha en Colombia".

REVISTA LA NOTA ECONÓMICA, junio 15 - julio 15 de 2002, No. 77, "7 mil empresas líderes por sectores 2000-2001".

ROSADO, Luis A., 2002, *Microeconomía y productividad, rendimientos crecientes e información imperfecta,* Universidad Nacional de Colombia, Edigráficas, Manizales.

ZERDA S., Álvaro y RINGONG, Nicolás, *La pequeña y mediana industria en la encrucijada,* Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia

MANILIT [online], Manizales, citado el 4 de marzo, disponible en internet: http://www.construweb.co/Catalogos/Manilit/

SOTEC Ltda. [online], Manizales, octubre 2001, citado el 30 de septiembre, disponible en internet : www.sotec-ltda.com

TOPTEC, online, Manizales, citado el 4 de marzo, disponible en internet: http://www.toptec.com.co/

VARGAS, Marisela y MALAVER, Florentino, 2003, "Dinámica económica y tecnológica de la cadena metalúrgica-metalmecánica en los años 90", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

Siemens Colombia –División Transformadores–

Mario Ernesto Martínez Avella
*Néstor Alexánder Jiménez Herrera**

Presentación

Siemens Colombia, fundada en 1954, hace parte de la multinacional alemana creada en 1847 y caracterizada a través del tiempo por su elevado nivel de innovación en productos y servicios relacionados con sus áreas de negocio.

De hecho, esta vocación innovadora se manifiesta en dos puntos de su declaración de principios (Siemens 1, 1998, p. 1):

> *"**Nuestras innovaciones definen el futuro:** Ponemos nuevas ideas a funcionar, creando productos y servicios innovadores para el beneficio del cliente. Apoyamos la experiencia y la imaginación. Nuestra creatividad y disposición para tomar riesgos permite crear un ambiente en donde las ideas más prometedoras pueden convertirse rápidamente en soluciones eficaces.*
>
> ***El aprendizaje es la clave para el mejoramiento continuo:** Nos gusta medirnos con los mejores del mundo. Cada uno de nosotros se esfuerza por aprender algo nuevo todos los días. Valoramos la comunicación libre y aprendemos de nuestros errores. Somos más rápidos que otros en identificar nuevas oportunidades, adaptando a conformidad nuestras soluciones y nuestro comportamiento. Estamos construyendo una red internacional de conocimiento en la que todos aportamos y tomamos ideas".*

Más allá de estas declaraciones, la historia de la empresa muestra su capacidad para crear y

* Asistente de investigación.

desarrollar nuevos productos y servicios en hitos de innovación que comenzaron desde sus primeras etapas de operación. Debido a los conocimientos técnicos de sus fundadores (Ernest Werner von Siemens y Johann Halske), Siemens se encargó de hacer desarrollos puntuales para dar respuesta a las necesidades de finales del siglo XIX. Su actividad se inicia construyendo telégrafos con interruptores automáticos que eran productos de muy poca difusión en ese momento. Von Siemens estableció una red de telégrafos en Rusia, desarrolló cables de telégrafo instalados bajo el mar y fundó la ingeniería de alto voltaje con la invención del generador en 1866. Halske realizó grandes invenciones que sirvieron como base para los avances tecnológicos en telecomunicaciones y el aprovechamiento de la energía. Muchos avances en el ámbito de la física son atribuidos a Ernest Werner von Siemens y Johann Halske.

Partiendo de esta base histórica, el caso que se presenta a continuación pretende mostrar las manifestaciones de la innovación, sus características y sus determinantes en Siemens Colombia, de acuerdo con el objetivo del proyecto adelantado por el OCyT y la Red de Universidades Colombianas. Así mismo, busca mostrar que si bien es cierto las políticas globales de la compañía son determinantes en las posibilidades formales de investigación y desarrollo, las manifestaciones de las actividades innovadoras en Siemens Colombia son evidentes, tienen rasgos propios y le permiten la creación de nuevas características en los productos y servicios para mantenerse como una subsidiaria viable y como un nodo vital en la red global de innovación de Siemens.

En particular, el caso se enfocará a la indagación de los aspectos relacionados con la innovación en todo el negocio de Energía, con sus plantas de transformadores de potencia y distribución[1] localizadas en Bogotá, D.C., y que hacen parte de la Región Andina dentro de la organización multinacional de Siemens[2].

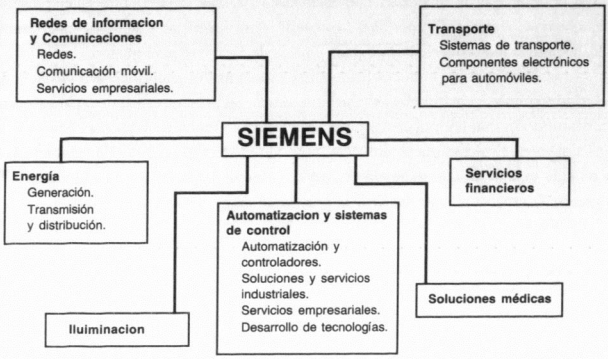
---

[1] Las plantas de producción se encuentran divididas según las diferencias en la potencia de los transformadores que se fabrican:

- Los transformadores de potencia son los que se ubican en centrales generadoras de energía o proyectos de infraestructura eléctrica –subestaciones fijas y móviles–, cuyos requerimientos de transformación son bastante altos (equipos cuya potencia se encuentra entre 20 Mega-Volti-Amperios y 100 Mega-Volti-Amperios).
- Los transformadores de distribución tienen una capacidad de transformación mucho menor. Se tienen transformadores monofásicos (equipos cuya potencia varía entre 10 y 100 Kilo-Volti-Amperios) y trifásicos (equipos cuya potencia varía entre 100 Kilo-Volti-Amperios y 20 Mega-Volti-Amperios). Son transformadores que se utilizan en montajes de capacidades menores o en proyectos de distribución eléctrica domiciliaria.

[2] La Región Andina se conforma por las plantas de producción y comercialización ubicadas en Colombia, Venezuela, Perú y Ecuador. Siemens está presente en las 12 ciudades más importantes del Área Andina y cuenta además con una amplia red de distribuidores.

Gráfica 1
Áreas de negocios



Fuente: Siemens Colombia

La empresa y el área objeto de estudio

Siemens tiene operaciones en siete áreas de negocio alrededor de todo el mundo: Automatización y Control, Información y Comunicaciones, Soluciones Médicas, Energía, Transporte, y Servicios Financieros e Inmobiliarios. (Ver **Gráfica 1**).

En Colombia la planta productora de motores y las plantas productoras de transformadores de distribución y potencia hacen parte de la división Energía. La planta de fabricación de tableros y controles hace parte de la división Automatización y Sistemas de Control. Los productos de las demás divisiones son producidos en otros países y se comercializan en Colombia a través de la empresa.

Productos y servicios

El negocio de energía establecido en Colombia tiene como propósito la producción de bienes y servicios para los sectores de generación y transformación de energía en todo lo que tiene que ver con potencia y distribución. Su oferta abarca productos y servicios relacionados con la planificación, diseño, suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio de instalaciones eléctricas de alta tensión para uso interior e intemperie; encapsuladas y de técnica convencional, líneas de transmisión, centros de despacho, tableros de potencia, equipos de mando, centros de control de motores y sistemas de medición de energía y servicios asociados con el mantenimiento, entrenamiento, supervisión de montaje, reparación y elaboración de manuales. De otra parte, se realiza el diseño mecánico, la fabricación y el ensamble de

celdas para instalaciones de maniobra y distribución. En las plantas se producen transformadores de tensión monofásicos y trifásicos (de distribución) en aceite, secos Geafol o en silicona. También transformadores de potencia hasta 100 MVA, que se ofrecen en presentaciones convencionales o de tipo "Pad Mounted". Para potencias y voltajes superiores se emplean suministros provenientes de otras plantas de Siemens en el mundo.

A pesar de que el producto físico final es el transformador, el *core business* del negocio se reconoce en el diseño eléctrico y mecánico, las pruebas específicas para asegurar las conformidades con las exigencias de los proyectos y el montaje y puesta en servicio de las instalaciones. Es decir, que el producto, más que un dispositivo, es todo un conjunto de servicios de ingeniería que incluyen el diseño, la producción de los transformadores, la realización de pruebas, la instalación y la prestación de los servicios asociados.

El proceso de producción

Los bienes y servicios suministrados por Siemens relacionados con transformadores de potencia y distribución tienen el mismo proceso productivo en planta. Las etapas del proceso productivo se presentan en la **Gráfica 2.**

La planta de transformadores atiende parcialmente el mercado latinoamericano (Colombia, Perú, Ecuador, Venezuela y Bolivia)[3] y en algunos casos sirve de soporte para cumplir requerimientos de producción de otras plantas en el mundo, dado su reconocimiento internacional como líder en procesos de diseño y aseguramiento de calidad. En el tema de calidad, el reconocimiento se hace de manera formal y la planta colombiana ha obtenido en los dos últimos años los mejores puntajes en las pruebas de evaluación que la casa matriz realiza para sus procesos productivos en todo el mundo. En el tema de mejoramiento continuo, la efectividad del proceso ha proporcionado resultados reconocidamente superiores a los de otras plantas de Siemens y la metodología implementada en Colombia se está replicando en otras partes del mundo.

Cultura organizacional

A partir de la aplicación del instrumento disponible en el marco teórico de esta investigación, la empresa se puede caracterizar así[4]:

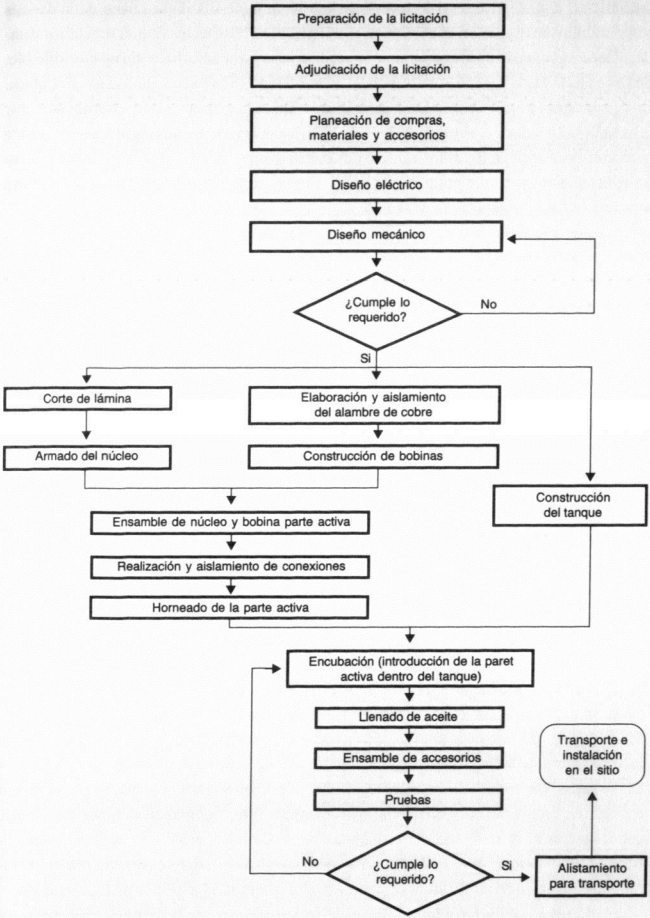
Extrovertida: Enfoque hacia afuera, responde a estímulos externos
Sensible: Se mantiene al tanto de las actualidades, está pendiente de los detalles
Racional: Depende de procedimientos impersonales y principios
Rigurosa: Prefiere las cosas claras y definitivas, busca clausuras

---

[3] Los niveles de exportación hacia mercados internacionales se presentan en el **Anexo 1**.

[4] Esta caracterización se hace siguiendo en forma rigurosa el texto de soporte presentado en el marco teórico. Los resultados cuantitativos obtenidos con el instrumento se presentan en el **Anexo 2**.

Gráfica 2. Diagrama de proceso



Fuente: Siemens Colombia

Teniendo en cuenta este perfil puede decirse que la organización tiene una vocación al crecimiento a gran escala, sabe crecer bastante bien, tiene sus reglas, tiene definidas sus responsabilidades y sus procedimientos son lógicos y consistentes. No descuida los detalles. Tiene rigurosidad en los procesos y no recibe bien lo abstracto, blando o no cuantificable. Se tiene en cuenta el tiempo como recurso valioso. Tiende a ser una organización jerárquica. Los procesos se encuentran estandarizados y sus actividades están coordinadas por cronogramas detallados, evitando dejar situaciones a la deriva. Es una organización creativa pero con poca inclinación a los cambios drásticos y repentinos. No son proclives a hacer innovaciones radicales de productos o servicios, pero a pesar de esto, cuando es necesario lo hacen en forma eficiente y a tiempo.

Esta caracterización de la empresa, definida con base en el resultado de las encuestas sobre cultura y la herramienta correspondiente presentada en el marco teórico, proporcionaron una visión general de la organización que pudo ser contrastada con la realidad percibida en el proceso de recolección de información y las entrevistas. En las concordancias de la caracterización teórica con las observaciones realizadas se destaca la presencia en la práctica de procedimientos, estándares y lineamientos que orientan la operación. Desde el punto de vista teórico parecería que existen limitaciones en los espacios para la innovación, pero en la realidad de la empresa se observa que, a pesar de la presencia de procedimientos rigurosos para todas las tareas, la disposición a cuestionarlos y plantear alternativas de cambio son bien recibidas, construyendo un clima propicio para el pensamiento innovador.

Características del mercado de la planta de transformadores

La planta de transformadores con sus dos familias de productos atiende el mercado para equipos de potencia y distribución en los países que conforman la Región Andina y algunos otros mercados internacionales. Cada segmento de mercado funciona bajo parámetros y dinámicas diferentes.

Transformadores de potencia

Este mercado es altamente especializado, ajustado a los requerimientos del cliente y con bajos márgenes de tolerancia. Los clientes son generalmente instituciones públicas o privadas dedicadas a la generación y distribución de energía eléctrica. El proceso de compra se realiza bajo la figura de licitaciones públicas, en donde las empresas productoras ofrecen los dispositivos junto con los servicios asociados, definiendo las condiciones en las cuales estarían en capacidad de realizar sus ofrecimientos (precios, plazos, tiempos de entrega, garantías, formas de pago, etc.). Una mínima diferencia puede constituirse en factor desequilibrante para el proceso de adjudicación de contratos, debido a que se compite con empresas multinacionales capaces de hacer ofrecimientos muy similares a los que realiza Siemens.

El principal competidor de Siemens en este mercado es la multinacional de origen Suizo ABB (Asea Brown Boveri), que en 1989 adquirió una de las empresas líderes dentro del sector energético: Westinghouse Electric Corp. ABB es líder mundial en la industria de

transformadores y cuenta con una planta de producción localizada en Pereira (Risaralda). Al parecer, dentro del mercado colombiano la participación de las dos empresas es muy similar, cercana al 40% para cada una (Universidad de los Andes, 2000, *software* de consulta). Ofrecer servicios adicionales (asesorías, pruebas de calidad, garantía de los productos, servicio postventa, etc.) es fundamental para la empresa y debe hacer parte de su producto para poder contar con mayores posibilidades de ganar las diferentes licitaciones.

En los países de la Región Andina las condiciones son similares, pues estas dos empresas son las que pueden ofrecer transformadores de potencia a un costo accesible para los proyectos locales.

Transformadores de distribución

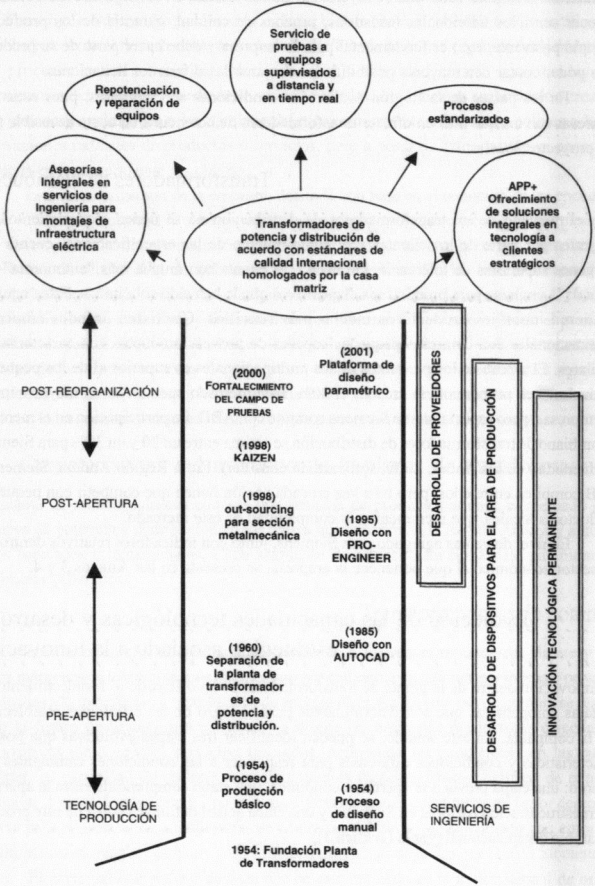
Para el mercado de los transformadores de distribución no se tienen requerimientos tan exigentes por parte de los clientes y el cumplimiento de las especificaciones cuenta con márgenes superiores de tolerancia. De hecho, se cuenta con mucha más "autonomía" por parte de la empresa para producir los dispositivos que le han sido solicitados. Estos equipos requieren montajes productivos mucho más sencillos. Coexisten grandes empresas multinacionales con empresas pequeñas capaces de proveer productos con características similares. El precio de los productos de las multinacionales es superior al de los pequeños productores en proporciones cercanas al 30%. Este mercado cuenta con un mayor número de empresas, pero especialmente Siemens compite con ABB. La participación en el mercado colombiano de transformadores de distribución se estima entre un 20 y un 30% para Siemens (Universidad de los Andes, 2000, software de consulta). En la Región Andina, Siemens y ABB compiten entre ellos, pero a su vez en cada nación tienen que competir con pequeños productores locales, que incrementan la complejidad de este mercado.

El nivel de ventas agregado para Siemens, junto con indicadores relativos dentro del subsector económico al que pertenece la empresa, se presenta en los **Anexos 3** y **4**.

Evolución de las capacidades tecnológicas y desarrollo estratégico asociado a la innovación

La innovación dentro de la planta de transformadores se ha orientado al fortalecimiento de ventajas competitivas que son determinantes para el logro de las estrategias establecidas por la compañía. En este sentido, se pueden identificar tres etapas evolutivas que poseen características y condiciones diferentes para responder a las condiciones cambiantes del entorno: una etapa previa a la apertura económica, una etapa comprendida entre la apertura y la reestructuración regional en Siemens, y una etapa actual definida a partir de este proceso de cambio organizacional (ver la **Gráfica 3**):

Gráfica 3.
Proceso evolutivo de las capacidades tecnológicas



Fuente: Siemens Colombia

Etapa previa a la apertura económica

Durante esta etapa el direccionamiento estratégico de la compañía tenía como objetivo responder a los proyectos de infraestructura del orden nacional, sin tener mayor preocupación por la satisfacción de mercados internacionales o por la presencia de fuertes competidores extranjeros. Si bien la compañía ABB, competidora directa de Siemens en Colombia, funciona desde los años 60, en esta etapa el mercado se atendía conjuntamente sin mayores confrontaciones entre las empresas. Acuerdos "tácitos" en el cubrimiento de la demanda parecían regir gran parte de la operación en ambas firmas.

Luego de algunos años de funcionamiento se vio la necesidad de separar las líneas de fabricación y diseño para los transformadores de potencia y distribución, aprovechando los volúmenes de operación para obtener economías de escala. La empresa comenzó a importar algunos componentes desde Alemania, a construir los transformadores en las plantas de producción llevando a cabo todas las etapas del proceso y a trabajar con un esfuerzo relativamente bajo en la atención de sus clientes, pero manteniendo ritmos fuertes y constantes en la operación. Tanto el volumen como las márgenes de contribución del negocio toleraban posibles ineficiencias que se pudieran presentar, pues no se tenía una auditoría minuciosa del costo unitario de los productos. Sencillamente era mucho más productivo dedicarse a fabricar mayores cantidades, antes que dar prioridad a la disminución de porcentajes reducidos en los costos.

En la parte de diseño de los equipos se evolucionó paulatinamente de acuerdo a los adelantos tecnológicos de cada momento. Se buscaba mayor velocidad del proceso, reducción de la variabilidad, estandarización de las herramientas utilizadas y menor dependencia de las capacidades individuales de los diseñadores.

Etapa comprendida entre el comienzo de la apertura económica y la reestructuración regional

Una vez el gobierno colombiano inicia el proceso de apertura, las condiciones del mercado para Siemens cambian radicalmente, debido a que las opciones con las que cuentan los clientes incluyen alternativas de diferentes empresas multinacionales y se compite de forma mucho más agresiva. En general, los países latinoamericanos son considerados como mercados muy atractivos para el desarrollo de proyectos de infraestructura y las políticas gubernamentales facilitaron la llegada de nuevos competidores internacionales.

Estas nuevas condiciones del mercado se tradujeron para la empresa en una serie de cambios internos que buscaron hacer mucho más eficiente la operación y enfocarla exclusivamente en aquellas etapas del proceso que constituyen la esencia del negocio. Se buscaba que "el mejor" en cada etapa productiva se especializara, se hiciera muy eficiente y, de esta forma, trasladar los beneficios de estas eficiencias al costo final de los productos.

Los cambios llevaron a la subcontratación de todos los procesos metalmecánicos con empresas que fueron promovidas y orientadas por Siemens. Se les cedió la maquinaria

necesaria para desarrollar el proceso y se efectuaron contratos para el abastecimiento de los requerimientos de la planta. Se subcontrató, de esta manera, la producción de tanques, bobinas y láminas electromagnéticas, logrando reducciones en costos, incremento de la productividad (mayor capacidad de producción), mejora en los estándares de calidad de los productos, así como agilidad y "limpieza" en la planta de ensamble de transformadores.

La necesidad de ofrecer nuevos y mejores servicios a los clientes condujo al fortalecimiento del campo de pruebas de la planta, a la implementación de un *software* de diseño tridimensional y a la ampliación del portafolio de servicios con las reparaciones de transformadores de potencia. En general, al ofrecimiento de servicios integrales de asesoría en montajes eléctricos y al servicio postventa sobre todos los productos del área de transformadores.

Etapa comprendida desde la reestructuración regional

En esta última etapa se reconoce claramente una estrategia de integración y los esfuerzos innovadores se orientan a la búsqueda de este objetivo. La Región Andina dentro de la operación transnacional de Siemens, decide integrar el funcionamiento de las plantas en su territorio, a nivel administrativo, productivo y de estrategia comercial. De esta manera se integran algunas áreas del negocio bajo gerencias unificadas, armonizando las actividades y permitiendo mayor coordinación. Se busca que cada planta cuente con especialidades de productos y abastezca con su producción el mercado regional. La planta de transformadores debe satisfacer los requerimientos de los países de la Región Andina, además de los posibles negocios que sus asesores comerciales pudieran obtener en otros mercados. Con la estrategia de mercadeo APP+ (*Account Plan Process Plus*) se busca integrar la división de transformadores con todas las áreas de Siemens para ofrecer asesorías y soluciones integrales en tecnología a los clientes.

Nuevamente estas condiciones de la operación han implicado competir ofreciendo mejores servicios y exigiendo mejores condiciones en costos. Para conseguir este propósito se ha implementado la metodología *kaizen*[5] para el mejoramiento continuo de los procesos productivos y del negocio en general[6]. Se han desarrollado proyectos con el objetivo de crear una plataforma de diseño parametrizado que opere en el ambiente de *pro-engineer* y

---

[5] El término *kaizen* combina las palabras japonesas *kai*, que significa cambio, y *zen*, que significa bueno, se traduce en mejoramiento continuo. Según el *kaizen*, el progreso se logra menos a través de saltos particulares momentáneos hacia delante que mediante incesantes y pequeños cambios producidos en los cientos de miles de detalles asociados a la generación de productos o servicios, que se originan desde la idea producida, hasta el punto de venta y en el servicio de postventa (Barnes, 1999, pp. 20-21).

[6] La manera como se implementó la metodología *kaizen* en la compañía permite afirmar que significó un proceso de reingeniería, pues condujo al rediseño de gran parte de las actividades adelantadas en el "piso de fábrica" de Siemens, con grandes beneficios en términos de productividad y costos:

reduzca sustancialmente los tiempos de diseño. Se han incorporado igualmente, servicios *on-line* que ofrecen valor agregado a los clientes al momento de verificar las pruebas de funcionamiento de los equipos, ampliando la capacidad de la red informática en la planta. Así mismo, se han utilizado herramientas de vanguardia en telecomunicaciones para permitir posibilidades de trabajo en equipo entre distintos países y aprovechar el conocimiento de la empresa a nivel mundial para beneficio de los clientes.

Procesos y resultados de innovación que soportan capacidades distintivas y tecnológicas

Durante los últimos años la compañía en la Región Andina ha realizado una serie de esfuerzos buscando aprovechar los procesos de integración política y económica entre países y las condiciones propias de cada una de sus economías.

En la producción de transformadores se detectan acciones concretas donde se integran procesos conjuntos de innovación que generan impactos importantes en el fortalecimiento de capacidades distintivas y ventajas competitivas para la planta. La gerencia mundial y las regionales consideran estos procesos de innovación como facilitadores para la implementación de su estrategia y han sido consistentes en el respaldo permanente que han otorgado a la planta colombiana. A través del estudio se detectaron las siguientes innovaciones que soportan capacidades distintivas y tecnológicas.

Innovaciones en el proceso de diseño para el área de potencia utilizando tecnología informática

Dentro de las condiciones que rigen el mercado de los transformadores de potencia los tiempos de entrega son críticos, pues estos equipos hacen parte de proyectos de infraestructura sujetos a cronogramas apretados de ejecución, o de centrales cuyas deficiencias en el suministro eléctrico tienen un fuerte impacto en poblaciones de máxima importancia. La reducción en el tiempo de realización de los proyectos (diseño, producción y pruebas) genera un impacto significativo al momento de ofrecer posibilidades atractivas en los procesos licitatorios. A pesar de que un bajo costo del producto sea criterio de decisión para el cliente, el cumplimiento de los compromisos en términos de tiempo y atributos, junto con los servicios adicionales, hace menos determinante el precio para la elección del producto.

"*...En forma amplia, muchos reconocen que, si bien es cierto que la reingeniería no debe entenderse como un proyecto sino como un proceso en sí mismo, en términos generales puede identificarse como un proceso que tiende a traer beneficios a más corto plazo si se le compara con los programas de planeación estratégica y calidad total.*

...Bajo este enfoque, "la administración de procesos y el proceso de mejoramiento" resultan indispensables antes de comenzar un proyecto de reingeniería y normalmente son adelantados en forma simultánea, por equipos de empleados, siguiendo una metodología tal como PQMI (Process Quality Management and Improvement).

(Martínez, 2001, pp. 187 y 188).

Cada transformador es considerado como un proyecto con características totalmente independientes y el diseño se convierte en el área funcional clave donde se interpretan los requerimientos del cliente y se traducen en atributos físicos del transformador y los servicios que se ofrecen.

Las normas generales de diseño son proporcionadas por la casa matriz, buscando que un transformador Siemens fabricado en cualquier planta se elabore en condiciones relativamente similares e incorpore características distintivas de la marca. En las plantas colombianas, al igual que en otras partes del mundo, se hacen implementaciones particulares o se generan mejoras que luego de ser homologadas son difundidas en el ámbito mundial.

Las posibilidades de estandarización en los parámetros y la generación de prototipos que puedan servir de base a los diferentes proyectos han sido una preocupación de la División de Energía en Colombia desde mediados de los años noventa. En la actualidad se ha llegado al desarrollo de plataformas parametrizadas con las cuales se espera reducir hasta en un 75% los tiempos de diseño[7] y eliminar los errores que se presentan en esta etapa del proceso. Con estos beneficios potenciales, las mejoras del desempeño en el área de diseño han significado una alternativa óptima desde el punto de vista técnico y económico.

Esta situación es la fase más avanzada de un proceso evolutivo que comenzó en 1954 con el diseño de los transformadores en mesas de dibujo, realizados totalmente sobre las ideas provenientes de los diseñadores, quienes a partir de su experiencia concebían la configuración de los equipos y las características de los servicios de acuerdo con los requerimientos del cliente (ver **Gráfica 3**). Debido al crecimiento en las operaciones de la planta, el surgimiento de nuevas tecnologías y la necesidad de reducir los tiempos de realización de los proyectos, se implementó el programa AUTO-CAD, como una herramienta de dibujo para facilitar el proceso y conseguir mayor calidad en la presentación de los proyectos. En una etapa posterior, la compañía incursionó en una herramienta de diseño tridimensional denominada *pro-engineer* que comenzó a facilitar muchas de las operaciones que anteriormente consumían grandes esfuerzos. Sobre esta herramienta computacional se está desarrollando una plataforma de diseño estándar, con la cual se tiene la posibilidad de alimentar bases de datos con los componentes parametrizados del equipo que podrán ser modificados posteriormente, dependiendo de los requerimientos de cada uno de los proyectos. De esta manera no será necesario comenzar de cero cada proyecto, sino que se recurrirá a prototipos preestablecidos que agilizarán el diseño. Vale la pena mencionar que una vez el área de diseño define las características del transformador, entra en enlace directo (*on-line*) con el campo de pruebas, para que al finalizar la fabricación del equipo y al llegar a la etapa de verificación de requerimientos de funcionamiento, se tengan los valores de evaluación en el campo para probar los equipos.

La plataforma de diseño se encuentra en la fase de desarrollo e implementación a través del trabajo colaborativo entre ingenieros de las plantas de Colombia y Brasil. De otra

[7] Reducción del tiempo medio de diseño en proyectos de 400 horas-ingeniero a 100 horas-ingeniero.

parte, los equipos de trabajo desarrollan aplicaciones que pueden ser difundidas rápidamente utilizando la intranet de la compañía, aprovechando el conocimiento de los colaboradores. Este proyecto se encuentra en el segundo de los tres años definidos para su desarrollo e implementación. Para esto fue necesario realizar una serie de cambios en los equipos computacionales e incrementar la capacidad de transmisión de datos en la red nacional.

Dados los altos volúmenes de información que se manejan y los requerimientos en *hardware* de estas aplicaciones, las inversiones requirieron del apoyo de la gerencia regional, y fueron consideradas prioritarias por el impacto potencial que podían tener dentro de la consolidación y creación de ventajas competitivas para la planta. El mejoramiento de la infraestructura tecnológica significó un aumento en la capacidad de procesamiento de información, no sólo para el área de diseño sino para todas las plantas colombianas en su conjunto.

Innovación en artefactos y dispositivos para el mejoramiento de procesos y servicios

En la planta de transformadores conviven los desarrollos tecnológicos de última generación con desarrollos mucho menos sofisticados pero que aportan soluciones creativas a problemas de producción cotidianos en la empresa.

Algunas de las labores de manufactura son totalmente manuales y dependen casi exclusivamente de la habilidad de los operarios para su realización. Estas se ven potenciadas con dispositivos que facilitan la adaptación y manipulación de materiales. De la misma manera que los ingenieros de diseño traducen requerimientos de los clientes en atributos del producto, los operarios del área de manufactura traducen los planos de diseño en los transformadores que el cliente desea. El área de producción debe asegurar que esta traducción sea completamente fiel al diseño, pues las tolerancias se expresan en porcentajes inferiores al 1%.

La planta de transformadores de potencia ha desarrollado, en consecuencia, una serie de dispositivos y mejoras para facilitar las tareas de fabricación, a partir de iniciativas que provienen de los mismos operarios. Utilizando su conocimiento del proceso se articulan propuestas que son evaluadas conjuntamente dentro del área y luego se llevan a pruebas piloto con prototipos que, en caso de tener resultados positivos, son incorporados como recursos formales de la empresa. Vale la pena mencionar los siguientes dispositivos:

- ***Dispositivo para doblar terminaciones de las bobinas de cobre***

  Este dispositivo fue creado para realizar conjuntamente los dobleces de los cables de cobre de calibres superiores a 50 mm. que conforman las bobinas del transformador. Estos dobleces deben ser totalmente simétricos, uniformes y seguros para cumplir las condiciones de operación. El personal de planta, ante los inconvenientes que enfrentaban para ejecutar este proceso, desarrolló prototipos en madera para facilitar esta labor. Una vez evaluada su efectividad uno de los prototipos se construyó en acero de alta resistencia y se incorporó dentro de los estándares del

proceso. De principio a fin, la iniciativa fue apoyada por la empresa y liderada por los creadores de la idea.

- ***Plataforma de soporte para facilitar el recubrimiento aislante de aros metálicos***

Dentro del proceso de fabricación de los transformadores es necesario el recubrimiento de algunos anillos metálicos de diámetros que pueden variar entre 0.5 m. y 1 m., construidos con piezas metálicas de calibres superiores a 10 mm. y cuyo peso dificulta su manipulación. En la planta, por iniciativa de los operarios, se diseñó una plataforma con los mecanismos de sujeción para la pieza. Con la ayuda de cilindros fijos que tienen la posibilidad de girar sobre su eje central, se obtiene maniobrabilidad absoluta para el proceso de recubrimiento del anillo. El nuevo dispositivo redujo el riesgo de accidentalidad de los operarios y las pérdidas de calidad asociadas con las deficiencias en el recubrimiento.

- ***Sistema de filmación de pruebas a los equipos para la transmisión de las mismas a través de la intranet***

El área de Aseguramiento de Calidad en el campo de pruebas ha desarrollado un sistema de filmación con múltiples opciones de grabación de los procedimientos, de tal manera que los clientes ubicados en cualquier lugar del mundo tengan la posibilidad de acceder a la red, y en tiempo real evaluar el desempeño de los equipos que solicitaron. El sistema cuenta con cámaras fijas y móviles que monitorean el equipo en prueba, además de una cámara que hace cubrimiento de los tableros de mando en el centro de control del campo de pruebas. El sistema hace transmisión de la señal de video a través de la intranet de Siemens, a la cual puede acceder el cliente mediante los protocolos y claves de acceso previamente asignados. La transmisión simultánea de voz aún no ha sido desarrollada, por lo que se requiere comunicación telefónica para contar con audio en la comunicación. Los reportes de la pruebas son visualizados por video, pero en caso de que el cliente desee hacer verificación de los mismos, son enviados vía correo electrónico. No se cuenta aún con módulos para hacer transmisión en tiempo real de los reportes, pero es de esperarse que en el futuro se llegue a esta implementación tecnológica. De la misma manera, el campo de pruebas se encuentra enlazado con el área de diseño para que los ingenieros diseñadores puedan verificar el cumpli-miento de los desempeños esperados y realizar los ajustes correspondientes en caso de ser necesario.

El sistema se desarrolló como respuesta a los inconvenientes que manifestaban los clientes de empresas internacionales para ir a la planta a verificar las pruebas y dar la conformidad final del producto antes de ser despachado a su sitio de operación[8]. Nuevamente la presencia de un problema puntual que ponía en peligro la

[8] Los inconvenientes manifestados por los clientes estaban asociados con la seguridad del país y el sistema inicialmente buscó superar este inconveniente.

operación normal de la empresa motivó la generación de ideas novedosas para su solución. La división de Aseguramiento de Calidad incorporó la idea y le dio forma, de manera que fuera compatible con los canales de comunicación establecidos y las plataformas computacionales disponibles. Esta alternativa no sola-mente sirvió para superar este inconveniente puntual, sino que pudo incorporarse dentro de las alternativas de servicio que eran susceptibles de ser ofrecidas a los clientes, aprovechando su potencial para la reducción de costos y el mejoramiento de los niveles de servicio.

- ***Dispositivo para aplanar el alambre de las bobinas en los transformadores de distribución***

  En el proceso productivo de los transformadores de distribución se llevó a cabo un cambio en el proceso que mejoró considerablemente el desempeño de los productos. La modificación en el proceso tuvo que ver con el alistamiento del alambre de cobre utilizado para la fabricación de las bobinas en los transformadores de distribución. La forma transversal del alambre de cobre (el alambre se conoce como "ABG") que se utiliza para los transformadores es redonda y su calibre depende de la potencia del equipo. Dentro de la planta se desarrolló un dispositivo que "aplana" el alambre y permite reducir los espacios vacíos dentro de las bobinas. El producto final resulta más compacto, se reduce el porcentaje de pérdidas de energía en la transformación de la corriente y se minimiza el riesgo de corto circuito en el sitio de funcionamiento. En la **Gráfica 4** se representa la modificación en la configuración del producto y el dispositivo creado para aplanar el alambre.

- ***Desarrollo de un nuevo tipo de tornillo para evitar las fugas de aceite en los tanques***[9]

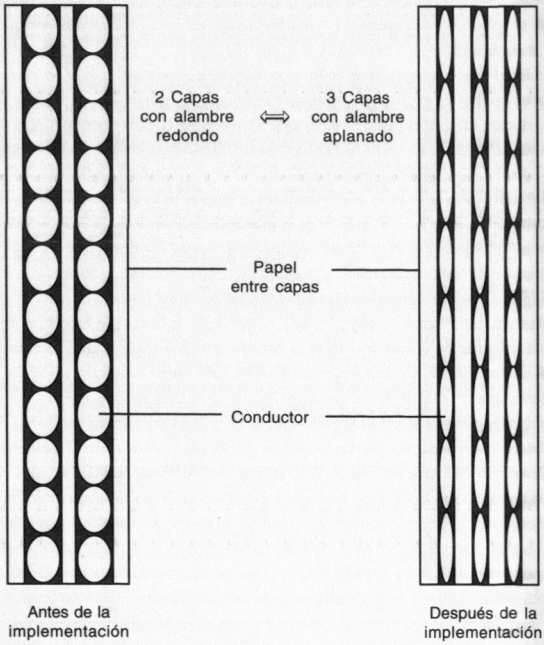
  Como parte de sus innovaciones, en el año 2001 se elaboro un nuevo tipo de tornillos a partir del trabajo de investigación conjunto entre el Departamento de Aseguramiento de Calidad, la Universidad del Valle y un proveedor de la empresa. Ante la recepción de reportes sobre la presencia de fugas de aceite en los transformadores, la empresa inició la búsqueda de alternativas para solucionar el inconveniente. Para la búsqueda de soluciones se conformó un equipo de trabajo entre científicos de la universidad, miembros de una empresa proveedora y personal de Siemens. Utilizando la infraestructura que tiene la empresa en todo lo relacionado con laboratorios técnicos, se adelantó una investigación al respecto, donde Siemens y la universidad se encargaban de los procesos de laboratorio y el proveedor implementaba los desarrollos dentro de un proceso productivo piloto, con el cual se obtenían piezas para someterlas posteriormente a pruebas de desempeño. Luego de varios ciclos de mejora, y mediante ensayos recurrentes, se logró

[9] Este inconveniente generado por las fugas de aceite se conoce en el vocabulario técnico como "llorado de los transformadores en el sitio".

establecer el nuevo tipo de tornillo con características especiales, de carácter exclusivo para la empresa, y que respondió satisfactoriamente al inconveniente de calidad manifestado por los clientes.

Gráfica 4

"Aplanado" del alambre para bobinas y transformadores de distribución



Fuente: Siemens Colombia

En general, las diferentes innovaciones fueron la respuesta que dio el área de producción a las situaciones problemáticas relacionadas con los bienes y servicios, generando capacidades distintivas, respondiendo en un 100% a sus requerimientos funcionales y con importantes impactos en la productividad.

Cabe anotar que Siemens llegó a cuantificar sus costos de no calidad sobre sus exportaciones a México y los Estados Unidos en el año 2000 en la suma de US$140.000.oo (principalmente por reclamos de los clientes). La utilización del nuevo tipo de tornillo y otros ajustes de calidad relacionados dieron como resultado, entre los años 2001 y 2002, una reducción aproximada del 80%[10].

A pesar de los lugares comunes que puedan presentar estas situaciones, el desarrollo de innovaciones en el área de producción responde más a iniciativas particulares que a esfuerzos sistemáticos de la empresa por generar estos resultados. Más que una política estructurada para el desarrollo de dispositivos que aumenten la productividad, se cuenta con un ambiente de generación y evaluación de ideas en todos los niveles de la organización. Si bien estos son procesos con resultados evidentes en innovación, muchas otras ideas no consiguieron una evaluación que favoreciera el paso a la implementación. No obstante, en todos los casos, las situaciones se capitalizaron para el desarrollo del ambiente favorable a la generación de las nuevas ideas y la promoción de las innovaciones.

Innovaciones organizacionales y definición de una estrategia regional

Los años posteriores a la apertura económica, con los correspondientes cambios en las condiciones del país, la presencia de competencia internacional y acuerdos comerciales entre países latinoamericanos, llevaron a la empresa a efectuar transformaciones estructurales, para responder en forma adecuada a las nuevas condiciones. Siemens reorganizó sus estructuras, tanto en el área comercial como de ventas, y adelantó un programa regional para ajustarse a las necesidades de cada país y aprovechar los vínculos entre ellos[11].

Ante la creciente formación de bloques comerciales y la liberación de los mercados en toda Sudamérica, la dirección general de Siemens configuró una estrategia de regionalización en 1995, constituyendo la Región Andina con las empresas de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, cuya sede regional se estableció en Caracas, con la meta de utilizar al máximo el *know-how* disponible en los cuatro países, así como los recursos locales.

En Colombia esta reestructuración se manifestó en la unificación de las gerencias de las plantas productoras de motores, transformadores de potencia y transformadores de distribución. Por otra parte, se realizaron alianzas estratégicas con algunos de los proveedores para adelantar contratos de *out-sourcing* y maquilas, de modo que se aprovecharan las capacidades de estas empresas. Siemens mantuvo las secciones de ensamble, con el propósito de obtener reducciones sustanciales en los costos de fabricación y, por supuesto, el diseño y los servicios de ingeniería, que se consideran el corazón del negocio.

[10] Valor estimado por uno de los principales consultores de la empresa en el tema de mejoramiento continuo y productividad.

[11] Cuando se habla de región se hace referencia a la Región Andina, conformada por las subsidiarias de Colombia, Venezuela, Perú y Ecuador.

En esta etapa la empresa ha hecho uso de sus avanzados desarrollos en telecomunicaciones y aplicado ampliamente las posibilidades de la tecnología informática dentro de su actividad operativa y comercial, tanto en Colombia como en la Región. Los procesos se encuentran doblemente coordinados a partir de estrategias nacionales, donde se establecen mecanismos de reporte y control directos en cada país, y a la vez se tienen mecanismos de reporte y control regionales. De esta forma se busca el desarrollo armónico de la compañía en todos los países y conseguir sinergias en las actividades operativas de las sedes y sus plantas. Se pretende que estas sinergias se reflejen en reducciones sustanciales de costos, aumentos de productividad, mayores flujos de información útil para los procesos de toma de decisiones, mayor adaptabilidad a los procesos de cambio, mayor capacidad para aprender de los aciertos o las deficiencias de las otras sedes y mayor potencial para desarrollar proyectos conjuntos que sean aplicables a las diferentes naciones.

Tales avances no han sido restringidos al entorno específico de Siemens, sino que han sido extendidos a las empresas aliadas con las que han establecido diversos convenios y también con sus clientes y distribuidores. Siemens Colombia trata de consolidar su liderazgo a partir de soluciones *e-Business*, tanto en el ámbito interno como en el desarrollo de la cadena de suministros desde los proveedores hasta los clientes. De esta forma ha desarrollado una elevada dinámica de cambio en la cadena productiva que está manejando en el momento. La cultura del *e-Business* está comenzando a ser implantada en su entorno, ofreciendo resultados en términos de velocidad, calidad, aprendizaje e innovación.

Aprovechamiento de la tecnología informática como estrategia para el aprendizaje organizacional y la innovación

Además de las soluciones *e-Business*, Siemens ha formulado en forma clara y a nivel global una estrategia de desarrollo y apropiación de tecnología informática, desplegada desde los niveles corporativos y retroalimentada a partir de desarrollos y apropiaciones locales que llevan al incremento de la productividad, la reducción de costos y el mejoramiento de las ventas (*Siemens* 2, 2001, pp. 1-5).

El despliegue de su estrategia cubre el desarrollo de aplicaciones locales para el mejoramiento de los tiempos de diseño, el trabajo colaborativo, las aplicaciones comerciales y el rediseño de procesos, así como el desarrollo de la estrategia explicita de *e-Bussines* para la transformación del negocio. Alrededor de esta estrategia se encuentran claramente desarrollados y adaptados a las características del negocio, los conceptos de *e-Comerce, e-Procurement,* B2B, B2C y EDI, entre otros.

En Colombia se llegó a la implementación del *e-Procurement* con resultados en la selección de proveedores, reducción de los costos de compras por liberación del capital de trabajo y eliminación de costos fijos, elaboración de pedidos electrónicos, creación de catálogos de productos, entrega de facturas, pedidos electrónicos, reportes de seguimiento y control, solicitudes de pedido a proveedores y atención personalizada a los usuarios.

De otra parte, el desarrollo e implementación coordinada y simultánea de la plataforma de diseño computarizada ha permitido consolidar una red de aprendizaje en donde se aprovechan al máximo la experiencia y el conocimiento de miembros pertenecientes a la organización localizados en diferentes partes del mundo. Se permite el trabajo colaborativo en tiempo real y de forma paralela. La difusión de los desarrollos se realiza a mayor velocidad y con niveles de costo inferiores a lo que sería la importación de adelantos desarrollados en fuentes externas. En todas las ocasiones los desarrollos no pueden ser implementados de la manera como se establecieron en el trabajo colaborativo y, en consecuencia, se generan ciclos realimentadores sobre los nuevos desarrollos para adaptar las innovaciones a las características particulares de la planta colombiana. El equilibrio entre estandarización y adaptación a las particularidades determina la efectividad de las innovaciones.

Otra de las ventajas ofrecidas por la plataforma de diseño ha sido la generación de una base de datos de los proyectos desarrollados con anterioridad en las diferentes plantas del mundo, que puede ser utilizada posteriormente para nuevos proyectos. Esta base de datos constituye una biblioteca virtual que puede ser accesada desde cualquier planta Siemens en el mundo.

Es importante resaltar que en las etapas iniciales de implementación de la plataforma el tiempo de diseño estaba muy por encima de lo esperado, incluso superaba los estándares del procedimiento anterior. No obstante, a medida que las personas del área se adaptaron a la nueva herramienta, las mejoras sustanciales comenzaron a ser observadas, consiguiendo que la tecnología informática y la estrategia de trabajo colaborativo se constituyeran en factores determinantes del aprendizaje organizacional y la innovación en el diseño.

Innovaciones en el proceso productivo a partir de metodologías de mejoramiento continuo

Los cambios regionales en el periodo posterior a la apertura económica trajeron consigo cambios en las políticas de manufactura en la planta. En primer lugar, por el establecimiento de acuerdos de subcontratación y, en segundo lugar, por la aplicación sistemática de metodologías de mejoramiento continuo, con las que se buscaba encontrar la máxima eficiencia posible en el uso de los recursos. Es así como, a partir de 1998, se comenzó a utilizar la metodología *kaizen*.

Se considera la aplicación del *kaizen* como una precondición para la innovación en procesos, que ha significado para la empresa la incorporación permanente de mejoras originadas en las propuestas de los equipos de trabajo. El propósito de esta aplicación ha sido la consolidación de un Sistema Global de Producción, orientado al manejo eficiente de los recursos a partir de mejoras locales en cada uno de los procesos.

La compañía ha definido la realización de tres niveles de mejora: un primer nivel o fase en la empresa que busca obtener mejoras del 40% en los procesos, un segundo ciclo con mejoras adicionales de un 10%, y un tercer ciclo con mejoras de aproximadamente un 5%.

El primer beneficio de la aplicación de la metodología fue el levantamiento completo de las cartas de operación para todos los procesos (inexistentes o muy precarios en ese momento), generando un resultado alterno que fue la mejora en la planeación de proyectos, y en la construcción de propuestas más ajustadas a los requerimientos particulares de cada licitación.

El segundo y tercer ciclo de aplicación de la metodología buscan mejorar los estándares definidos en las cartas de operación que fueron elaboradas o actualizadas en el primer ciclo.

El proceso de implementación de la metodología ha sido consistente con los principios teóricos que la sustentan (Imai, 1989, pp. 55)[12], pero se efectuaron algunos cambios y adaptaciones para su mejor asimilación dentro de la empresa.

La compañía destina los recursos en tiempo, personal y requerimientos adicionales, para que equipos de trabajo conformados por personas de distintas áreas y niveles dentro de la organización dediquen cada cierto tiempo una semana completa al mejoramiento de una función del proceso. Las semanas asignadas y los equipos de trabajo dedicados al *kaizen* se definen por parte de la gerencia de la planta de acuerdo con el plan de trabajo del año fiscal.

Cada equipo cuenta con una sencilla estructura de coordinación para hacer más efectivas las tareas y está conformado por grupos entre 10 y 12 personas. El tiempo de trabajo asignado al *kaizen* en una semana definida para tal fin es de dedicación total, y es absolutamente respetado por todos los miembros de la empresa. En la semana correspondiente el equipo debe realizar un *kaizen* que tiene nombre propio para mejorar un proceso previamente asignado, y para el cual se establece una meta de reducción en los tiempos de ciclo.

Durante este tiempo el equipo se dirige directamente a los sitios de trabajo, buscando en todas las operaciones aspectos potenciales de mejora (desplazamientos, procedimientos, dispositivos, organización del trabajo, herramientas o maquinaria, distribución física de los espacios, etc.). El proceso del *kaizen* en general comprende: la asignación de diferentes tareas a los miembros del grupo, definición de posibles puntos o procesos críticos, construcción de propuestas de solución y consulta de la viabilidad de las mismas con los especialistas del proceso. En la misma semana se efectúan la mayoría de las modificaciones acordadas, y para las tareas que no puedan ser desarrolladas en forma inmediata se determina un cronograma de trabajo para su futura ejecución. Una vez evaluados los efectos, se documenta el proceso, se difunde la información entre las áreas relacionadas con la operación

---

[12] Los principios del *kaizen* son:

1. Enfoque en el cliente.
2. Hacer mejoramientos en forma continua.
3. Reconocer los problemas abiertamente.
4. Promover la apertura.
5. Crear equipos de trabajo.
6. Manejar proyectos a través de equipos interfuncionales.
7. Estimar los procesos apropiados de relaciones.
8. Desarrollar la autodisciplina.
9. Informar a cada empleado.
10. Habilitar a cada empleado.

y se incorpora en una biblioteca de trabajo de la intranet, que luego puede ser consultada por los miembros de la compañía en cualquier lugar del mundo.

Algunos de los resultados obtenidos en la empresa con la implementación de la metodología se presentan en la **Tabla 1**[13].

Tabla 1
Impacto de la metodología KAIZEN en los procesos

	Resultados cuantitativos	Impacto en la estrategia de la empresa
Kaizen de primer nivel		
KAIZEN en el campo de pruebas, desmontaje y despacho de los transformadores de potencia.	• Reducción de los "Avisos de No Conformidad" –ANC– en un 100%. • Reducción superior al 30% del tiempo de proceso. • Aumento superior al 15% en la productividad. • Implementación de sistemas de seguimiento y control en el campo de pruebas.	Con las mejoras en el campo de pruebas se reduce el tiempo de entrega de los transformadores de potencia, se reducen los costos en la utilización del campo (representados en consumos de energía y costos de personal) y se evitan los reprocesos ocasionados por los ANC.
KAIZEN en servicios de sistemas de telecomunicaciones.	• Eliminación de problemas críticos dentro del proceso. • Implementación de flujograma del proceso. • Implementación de sistemas de seguimiento y control. • Estandarización de procesos. • Disminución en el costo de las ofertas superior al 10%. • Disminución en el tiempo de ciclo superior al 15%. • Incremento del número de ofertas adjudicadas a la planta superior al 15%.	Debido a la red de conocimiento global que es necesario "activar" en cada proyecto, la agilidad de en la comunicación puede enriquecer los ofrecimientos en cada licitación, aprovechando la experiencia de SIEMENS en todas las plantas del mundo. Mejorar la comunicación al interior de la Compañía también contribuye a la coordinación de las actividades y a reducir los tiempos de ciclo de los proyectos .
KAIZEN en la administración de pedidos de transformadores de distribución.	• Implementación de flujogramas del proceso. • Reducciones superiores al 50% en los tiempos de ciclo. • Implementación de los sistemas de seguimiento y control. • Implementación de indicadores de productividad. • Implementación de los tiempos de control (Takt time: se utilizan como "ritmadores" que sirven para estandarizar los procesos a partir de los mapas de flujo y hojas de control de los mismos).	Todas las mejoras dentro del área de transformadores de distribución han significado reducciones de costo que se pueden trasladar a los clientes, haciendo más competitiva la empresa dentro de un mercado con un alto número de pequeños competidores.
KAIZEN en la administración de pedidos de transformadores de potencia.	• Implementación de flujogramas del proceso. • Reducciones superiores al 30% en los tiempos de ciclo. • Implementación de los sistemas de seguimiento y control. • Implementación de los tiempos de control (Takt time)	Las mejoras en el área de potencia adquieren importancia en la medida que pueden contribuir con la disminución en los tiempos de entrega de los productos. El levantamiento de mapas de los procesos permite adelantar mejoras sistemáticas en los todas las etapas de la operación.

[13] Información proporcionada por el consultor de la empresa en el tema de mejoramiento continuo e implementación de la metodología *kaizen*, Dr. Guillermo Alzate.

KAIZEN en el prensado, montaje y encube de los transformadores de potencia.	• Reducciones Superiores al 40% en los tiempos de ciclo. • Implementación de un agilizador de línea con sus respectivos tiempos. • Implementación de los sistemas de seguimiento y control. • Reducción superior al 65% en los Avisos de No Conformidad en los procesos de montaje y prensado.	La agilización de los procesos que se desarrollan en la planta permite ofrecer tiempos de entrega más reducidos. Se cuenta con la posibilidad de realizar nuevas mejoras a partir de los mapas de procesos.
Kaizen de segundo nivel		
KAIZEN en el montaje, obtención de vacío y llenado en transformadores de potencia.	• Auditoria y ajuste del KAIZEN anterior. • Aumento de la productividad superior al 10%. • Eliminación de los ANC	El segundo nivel de la metodología se ha centrado en el área de potencia por ser el negocio que mejores perspectivas tiene en este momento. El mejoramiento en las etapas del proceso, junto con el mantenimiento del balance en la línea de producción ha permitido la reducción en el tiempo de ciclo total de la planta. Se han desarrollado proyectos en tiempo récord que han permitido cumplir con negocios de mayor envergadura, provenientes de otras partes del mundo. Fortalecimiento de la "cultura interna" del mejoramiento continuo a partir de herramientas sistemáticas, con base en metas y resultados medibles y cuantificables en términos del costo final del producto que se ofrece al mercado.
KAIZEN en prensado y encube de transformadores de potencia.	• Auditoria y ajuste del KAIZEN anterior. • Aumento de la productividad superior al 15%. • Reducción de los ANC.	
KAIZEN en la administración de pedidos de transformadores de potencia.	• Auditoria y ajuste del KAIZEN anterior. • Realización de 5'S en oficinas. • Desarrollo del "Project manager". • Reducción adicional en el tiempo de ciclo superior al 10%.	
KAIZEN en premontaje y conexiones de transformadores de potencia.	• Auditoria y ajuste del KAIZEN anterior. • Reducción adicional en el tiempo de ciclo superior al 10%. • Implementación del sistema de eliminación de ANC.	
KAIZEN en bobinas	• Auditoria y ajuste del KAIZEN anterior. • Aumento en la productividad superior al 10%. • Reducción de un 90% en los ANC. • Definición de nuevos tiempos estándar. • Mejoramiento del sistema de seguimiento y control. • Montaje de tablero informativo. • Reducción del trabajo en proceso superior al 20%.	

Fuente: Siemens Colombia

Innovaciones en el proceso de comercialización

El proceso de innovación comercial se ha enmarcado dentro de una estrategia global denominada APP+ (*Account Plan Process Plus*), que busca mantener un crecimiento sostenido en los niveles de ventas de la Compañía, haciendo más eficiente la labor comercial y evitando

las duplicidades que se presentaban en la atención a los clientes por ser abordados simultáneamente desde diferentes divisiones.

En Colombia la implementación de APP+ implicó la creación del área de mercadeo y el rediseño de muchos de los procedimientos. Exigió que las personas relacionadas con esta área adquirieran un conocimiento global del negocio y pudieran pasar de ser agentes comerciales a asesores integrales en soluciones tecnológicas. Se han desarrollado equipos de trabajo interdivisionales que buscan ofrecer soluciones integrales a clientes estratégicos para la compañía. La visión de esta estrategia es conseguir que Siemens se convierta en socio estratégico de sus clientes y sea mucho más que un proveedor ocasional (Siemens 3, 2002, p. 5). Esta estrategia también pretende buscar nuevos clientes con volúmenes de operación interesantes a los que se les puedan ofrecer soluciones integrales, aprovechando los múltiples productos que la compañía fabrica en las plantas nacionales o en otros países.

En general, la estrategia apunta al desarrollo de un proceso conversacional permanente entre la empresa y los clientes para conseguir la traducción de sus requerimientos en soluciones integrales y, a la vez, aprovechar las ventajas competitivas de la empresa.

Evaluación de las capacidades tecnológicas en Siemens División Transformadores

Para realizar este proceso de evaluación se van a utilizar tres herramientas complementarias que permiten realizar este proceso: la Matriz de Likert, la Escalera Tecnológica y la Matriz Producto-Proceso.

En la construcción de la Matriz de Likert se encontró la siguiente valoración (ver **Tabla 2**):

Considerando de manera global las actividades tecnológicas evaluadas en la Matriz de Likert, la empresa obtiene un resultado del 83%, que en promedio da una calificación cualitativa considerada entre alta y muy alta.

Los procesos de actualización tecnológica están claramente enfocados hacia la parte de diseño y la línea de fabricación de transformadores, puesto que los dispositivos en los últimos años no han tenido mayores variaciones y las diferencias entre los productos de distintos fabricantes son casi imperceptibles. A pesar de esto, la calificación para actualización tecnológica es alta (4), ya que en el área de diseño se han ido incorporando los desarrollos tecnológicos de cada época.

Tabla 2
Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas

Actividades tecnológicas	Muy bajo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Alto (4)	Muy alto (5)
Actualización tecnológica				X	
Formalización del manejo tecnológico				X	
Las decisiones de inversión tecnológica				X	
Incorporación de tecnología					
Vigilancia e identificación de tecnología					X
Selección de la tecnología					X
Negociación y transferencia tecnológica					X
Uso y explotación de la tecnología					X
Investigación y desarrollo				X	
Innovación				X	
Salvaguardia tecnológica					X
Capacitación tecnológica					X
Eslabonamiento tecnológico				X	
Puntaje máximo alcanzable: 60	12	24	36	48	48
Puntaje alcanzado: 52			6	16	30

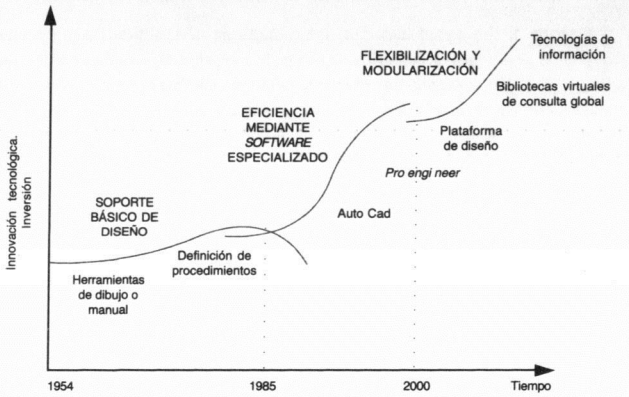
Fuente: Elaboración propia con base en información de la empresa.

La inclusión de "una curva S" (ver **Gráfica 5**) para plasmar la evolución de esta etapa del proceso puede orientar la comprensión de la manera como se ha llevado a cabo la actualización tecnológica: en las etapas iniciales de operación en la planta, cuando el diseño era realizado manualmente, se contó con los dispositivos, herramientas e implementos que facilitaban la realización de este trabajo altamente técnico y preciso, pero manual. En la segunda etapa, se buscó incorporar programas de computador enfocados hacia el diseño en dos y tres dimensiones. La incorporación de estas herramientas computarizadas buscaba hacer mucho más eficiente el proceso de diseño y reducir la posibilidad de incurrir en errores. La última etapa corresponde a un período con desarrollos propios de los ingenieros de la empresa para crear plataformas que faciliten el trabajo en equipo, tanto al interior de la planta como con otras plantas del mundo, aprovechando el *know-how* de toda la organización. La búsqueda de flexibilidad (reflejada en la posibilidad de desarrollar nuevos proyectos con base en proyectos anteriores) y la modularización (reflejada por la manipulación de parámetros de diseño en vez del diseño en sí mismo), permiten la creación de nuevas ventajas competitivas para el desarrollo de proyectos con tiempos de entrega más cortos y costos más competitivos.

El manejo tecnológico ha estado sujeto a procesos de formalización y definición de procedimientos claros y verificables, pero los lineamientos generales provienen de la casa matriz. Por esta razón no se considera como una característica enteramente local y la calificación en este sentido no es muy alta. Los procesos de Investigación y Desarrollo formales no se adelantan en Colombia, y cuando se presentan corresponden más a un mecanismo de solu-

ción de problemas que a una política planificada de investigación. Se resalta el ambiente de generación de ideas, evaluación e implementación de las mismas en todos los niveles de la organización, además de la inclusión de conocimiento proveniente de otras partes del mundo: capacitación, visitas a otras plantas, comunicación directa vía intranet, etc.

Gráfica 5
Curva S para el proceso de diseño



Fuente: Siemens Colombia

Las decisiones de inversión tecnológica se toman de acuerdo con evaluaciones rigurosas para medir el impacto de la misma, aunque en los últimos años se ha buscado el manejo eficiente de los recursos tecnológicos disponibles, antes que la adquisición de nuevos equipos. Se considera la tecnología como una herramienta fundamental al momento de ofrecer mejores servicios a los clientes, por lo que se han hecho importantes esfuerzos en el mejoramiento de las plataformas informáticas y la infraestructura computacional disponible. Por estas razones la calificación asignada se estimó en 4.

En cuanto al tema de incorporación de tecnología, la planta tiene la posibilidad de realizar indagaciones en el ámbito internacional o puede recibir recomendaciones avaladas por personas expertas de los centros de I&D en el mundo. El conocimiento de las tecnologías de punta es muy rápido y la planta evalúa la conveniencia de su incorporación, de acuerdo a las necesidades en cada momento. La pertenencia a una red global de innovación permite una calificación de 5 para la vigilancia e identificación de tecnología. Los procesos de selección de tecnología se evalúan de acuerdo a los estándares mundiales, pero no se califican con el máximo puntaje, porque en los últimos años el enfoque ha sido la utilización más eficiente posible de los recursos disponibles.

Tabla 2
Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas

Actividades tecnológicas	Muy bajo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Alto (4)	Muy alto (5)
Actualización tecnológica				X	
Formalización del manejo tecnológico				X	
Las decisiones de inversión tecnológica				X	
Incorporación de tecnología					
Vigilancia e identificación de tecnología					X
Selección de la tecnología					X
Negociación y transferencia tecnológica					X
Uso y explotación de la tecnología					X
Investigación y desarrollo				X	
Innovación				X	
Salvaguardia tecnológica					X
Capacitación tecnológica					X
Eslabonamiento tecnológico				X	
Puntaje máximo alcanzable: 60	12	24	36	48	48
Puntaje alcanzado: 52			6	16	30

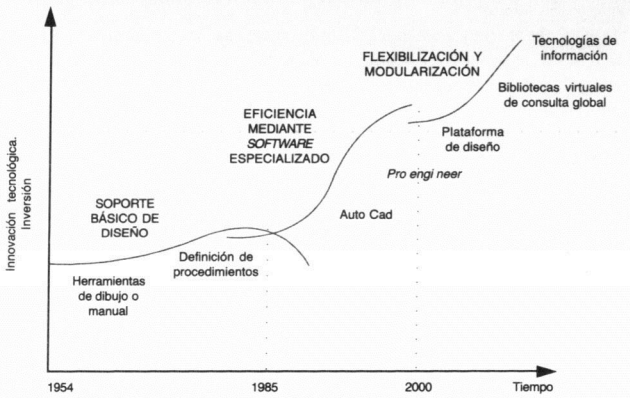
Fuente: Elaboración propia con base en información de la empresa.

La inclusión de "una curva S" (ver **Gráfica 5**) para plasmar la evolución de esta etapa del proceso puede orientar la comprensión de la manera como se ha llevado a cabo la actualización tecnológica: en las etapas iniciales de operación en la planta, cuando el diseño era realizado manualmente, se contó con los dispositivos, herramientas e implementos que facilitaban la realización de este trabajo altamente técnico y preciso, pero manual. En la segunda etapa, se buscó incorporar programas de computador enfocados hacia el diseño en dos y tres dimensiones. La incorporación de estas herramientas computarizadas buscaba hacer mucho más eficiente el proceso de diseño y reducir la posibilidad de incurrir en errores. La última etapa corresponde a un período con desarrollos propios de los ingenieros de la empresa para crear plataformas que faciliten el trabajo en equipo, tanto al interior de la planta como con otras plantas del mundo, aprovechando el *know-how* de toda la organización. La búsqueda de flexibilidad (reflejada en la posibilidad de desarrollar nuevos proyectos con base en proyectos anteriores) y la modularización (reflejada por la manipulación de parámetros de diseño en vez del diseño en sí mismo), permiten la creación de nuevas ventajas competitivas para el desarrollo de proyectos con tiempos de entrega más cortos y costos más competitivos.

El manejo tecnológico ha estado sujeto a procesos de formalización y definición de procedimientos claros y verificables, pero los lineamientos generales provienen de la casa matriz. Por esta razón no se considera como una característica enteramente local y la calificación en este sentido no es muy alta. Los procesos de Investigación y Desarrollo formales no se adelantan en Colombia, y cuando se presentan corresponden más a un mecanismo de solu-

ción de problemas que a una política planificada de investigación. Se resalta el ambiente de generación de ideas, evaluación e implementación de las mismas en todos los niveles de la organización, además de la inclusión de conocimiento proveniente de otras partes del mundo: capacitación, visitas a otras plantas, comunicación directa vía intranet, etc.

Gráfica 5
Curva S para el proceso de diseño



Fuente: Siemens Colombia

Las decisiones de inversión tecnológica se toman de acuerdo con evaluaciones rigurosas para medir el impacto de la misma, aunque en los últimos años se ha buscado el manejo eficiente de los recursos tecnológicos disponibles, antes que la adquisición de nuevos equipos. Se considera la tecnología como una herramienta fundamental al momento de ofrecer mejores servicios a los clientes, por lo que se han hecho importantes esfuerzos en el mejoramiento de las plataformas informáticas y la infraestructura computacional disponible. Por estas razones la calificación asignada se estimó en 4.

En cuanto al tema de incorporación de tecnología, la planta tiene la posibilidad de realizar indagaciones en el ámbito internacional o puede recibir recomendaciones avaladas por personas expertas de los centros de I&D en el mundo. El conocimiento de las tecnologías de punta es muy rápido y la planta evalúa la conveniencia de su incorporación, de acuerdo a las necesidades en cada momento. La pertenencia a una red global de innovación permite una calificación de 5 para la vigilancia e identificación de tecnología. Los procesos de selección de tecnología se evalúan de acuerdo a los estándares mundiales, pero no se califican con el máximo puntaje, porque en los últimos años el enfoque ha sido la utilización más eficiente posible de los recursos disponibles.

La negociación y transferencia tecnológica se realiza desde otras instituciones hacia Siemens y desde ésta hacia sus proveedores y aliados estratégicos. Gran parte de los contratos de *out-sourcing* se establecieron con empresas cuya tecnología básica hacía parte de Siemens y les fue transferida para poder aprovechar el conocimiento conjunto de los procesos y las posibilidades de especialización que de esta forma se obtenía. En el mismo sentido, la integración de la empresa con instituciones académicas ha permitido la solución de problemas específicos de sus productos y procesos. Por esta razón, la evaluación de este criterio fue la máxima posible (cinco).

La parte de uso y explotación de la tecnología ha sido calificada con 5 porque muchos de los desarrollos tecnológicos que posee la compañía, especialmente en el área de Diseño, han sido generados internamente como aplicaciones propias que utilizan tecnologías que son de libre acceso para cualquier empresa. De esta manera se pueden consolidar ventajas sostenibles en el tiempo y de difícil adquisición por parte de empresas competidoras.

La calificación de 3 en Investigación y Desarrollo se define porque a pesar de que la empresa cuenta con los beneficios de las actividades de I&D desarrolladas en los centros de investigación de Siemens en el mundo, en Colombia no existe un proceso formal de investigación. Aunque se han realizado desarrollos importantes, no corresponden a un proceso sistemático sino que son respuestas a necesidades puntuales en momentos de dificultades de distinta índole en la empresa.

En la parte de innovación se hace referencia a las mejoras en todo lo relacionado con los procesos productivos y de ofrecimiento de soluciones integrales de ingeniería para proyectos energéticos. Los productos que fabrica la empresa se encuentran en etapas maduras de su desarrollo en donde las innovaciones se dirigen a la consecución de procesos mucho más eficientes en términos de personal, costos, maquinaria y tiempos de ciclo. Se asigna una evaluación de 4, puesto que todos los procesos de mejoramiento continuo, fortalecimiento del diseño, utilización de tecnología informática, implementación de nuevos y mejores servicios integrales para los clientes, han servido para consolidar un portafolio de opciones con las que se está concursando en procesos licitatorios dentro del mercado de la Región Andina.

La salvaguardia tecnológica se califica con 4, ya que la empresa utiliza tres tipos de conocimientos tecnológicos que tiene claramente diferenciados y para los cuales realiza un manejo totalmente ajustado: 1) conocimiento que es de dominio común dentro del sector y no requiere ningún tipo de protección, 2) conocimiento proveniente de la casa matriz, pero que ha sido patentado a nivel internacional, cuya protección está fuera del alcance de la compañía y, 3) conocimiento desarrollado al interior de la planta, pero que no cuenta con protección legal y que es celosamente reservado.

Para la capacitación tecnológica se adjudica la calificación más alta, debido a que los procesos de difusión de conocimiento se consideran como un aspecto muy importante dentro de la empresa. Con frecuencia las personas son enviadas a recibir entrenamiento en

las plantas que tienen los mejores desempeños en todo lo relacionado con las competencias que se espera desarrollar en el funcionario. De la misma manera, por el reconocimiento mundial que tiene la planta en muchos aspectos (éxito en la implementación de metodologías de mejoramiento continuo, alta calidad y exactitud en los diseños, alto desempeño en los programas de Aseguramiento de Calidad, entre otros), en ocasiones sirve como planta difusora de capacitación para miembros de la empresa provenientes de otras partes del mundo y que necesitan mejorar en los aspectos donde la planta colombiana presenta desempeños especialmente sobresalientes.

Finalmente, en lo relacionado con eslabonamiento tecnológico, es interesante ver los procesos de integración entre Siemens y sus proveedores de bienes y servicios. Para el caso de muchos insumos y procesos, los proveedores adoptan los lineamientos ofrecidos por Siemens para sus procesos de producción, al igual que las metodologías de mejoramiento desarrolladas al interior de la planta. El eslabonamiento se presenta también con los acuerdos para el manejo de inventarios en consignación que mantienen los proveedores y que significan reducciones importantes en los costos de la empresa por la disminución de las cantidades de dinero invertidas en inventarios. En ciertas ocasiones la integración con algunas instituciones académicas y la conformación de grupos interinstitucionales (Siemens, universidades y proveedores) para la solución de problemas, ha permitido el desarrollo de mejoras en los productos y los procesos.

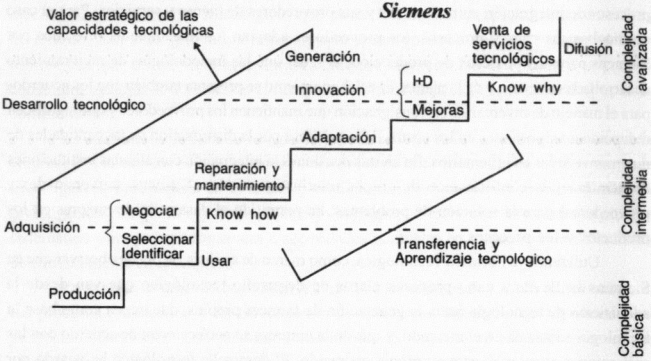
Utilizando la Escalera Tecnológica, como marco de análisis, se puede observar que en Siemens se llevan a cabo procesos claros de desarrollo tecnológico que van desde la adquisición de tecnología hasta la generación de avances propios, que tienen como base la tecnología adquirida en el mercado, y que en la empresa se perfeccionan de acuerdo con las aplicaciones necesarias para su propia operación. El desarrollo tecnológico ha pasado por varias etapas que no son simultáneas en las diferentes áreas de la empresa (ver **Gráfica 6**).

Desde el punto de vista de la transferencia y el aprendizaje tecnológico se percibe la importancia de las herramientas tecnológicas y los sistemas de información en los mecanismos de difusión de conocimiento presentes en Siemens. Vale la pena resaltar la conexión permanente con plantas de transformadores en el mundo, con quienes se comparte información que agiliza la solución de problemas y la toma de decisiones. Los programas de capacitación a nivel nacional, regional y mundial promueven la implementación de desarrollos de vanguardia generados en cualquier parte del mundo, siempre y cuando demuestren su grado de impacto positivo en el desempeño del negocio.

Se observa que cada una de las áreas tiene su propio ritmo en el desarrollo tecnológico y por lo tanto su ubicación en esta herramienta puede variar entre ellas. Pero desde el punto de vista agregado, Siemens se encuentra en el estadio más alto de la escalera tecnológica, calificado como de complejidad avanzada. Se evidencia que su negocio corresponde a la venta de asesorías integrales en servicios de ingeniería para proyectos de infraestructura eléctrica durante las etapas de definición de requerimientos, diseño, fabricación, pruebas de funcionamiento, transporte, montaje, garantía postventa y reparación de equipos propios o

de otros fabricantes. En esta instancia se utiliza el *know how* y el *know why* de toda una red global de innovación que se encuentra potencialmente disponible para el desarrollo de proyectos de cualquier dimensión, utilizando herramientas tecnológicas de vanguardia y sistemas efectivos de comunicación que facilitan ambientes de trabajo colaborativo, en algunos casos de naturaleza virtual.

Gráfica 6
Escalera tecnológica



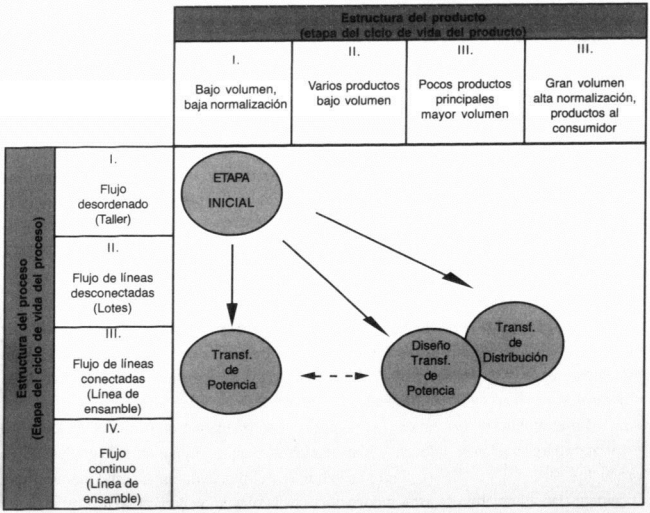
Fuente: Malaver (2002)

Debido al grado de madurez de la tecnología asociada con los transformadores, los productos de todas las empresas fabricantes no presentan mayores modificaciones en su estructura, materiales o principios de funcionamiento. Es por esta razón que los esfuerzos en materia de innovación han estado asociados con los procesos productivos, el diseño y los servicios adicionales que puedan proveer mayor valor agregado a los clientes. Se resalta la evolución desde procesos menos sofisticados, con tecnologías relativamente sencillas, sin mayor grado de especialización en las funciones y con la ausencia de servicios adicionales, a los esquemas integrales de negocio que se ofrecen actualmente. En este sentido, la Matriz Producto-Proceso que se presenta orienta la comprensión de esta evolución en el negocio de los transformadores Siemens (Hayes, 1976).

En los negocios de potencia y distribución se han tenido procesos evolutivos diferentes, a pesar de tener un inicio común como planta de transformadores tipo taller en 1954 (ver **Gráfica 7**). Para el caso de los transformadores de potencia, los volúmenes de producción siempre han sido bajos y cuentan con muy pocas opciones de normalización, dadas las especificidades de cada uno de los proyectos. Se ha pasado de una disposición

productiva de "taller de manufactura" a un flujo productivo que cuenta con la capacidad tecnológica y humana para poder construir transformadores de potencia con procedimientos de calidad certificados por la casa matriz y cumpliendo con las especificaciones de los planos de diseño. El análisis de la Matriz Producto-Proceso permite observar que, si bien es cierto que los transformadores de potencia implican la producción de una unidad de cada tipo, el diseño puede considerarse como un producto con tendencia a la masificación a partir de la plataforma parametrizada, y puede visualizarse como un proceso de flujo conectado. Esta visión permite el acercamiento del producto "transformadores de potencia" a la diagonal principal de la matriz y, con ello, el fortalecimiento de la posición estratégica de la empresa. En otras palabras, podría afirmarse que el diseño parametrizado es el que permitirá al negocio de transformadores de potencia fortalecer su posición competitiva.

Gráfica 7
Matriz-proceso



Fuente: Siemens Colombia

La capacidad instalada, tanto de la línea de producción como del campo de pruebas, posee un alto nivel de sofisticación, acorde con la tecnología de punta para el sector, ajustada a las condiciones propias de la planta y mejorada según las metodologías que han sido implementadas para tal fin.

En cuanto a los transformadores de distribución, el sistema productivo ha evolucionado hacia la configuración de un portafolio de productos que sin ser extremadamente amplio cumple con los requerimientos del mercado. En esta sección se cuenta con líneas de ensamble estandarizadas capaces de elaborar volúmenes medios de transformadores, pero que en ningún momento sobrepasan lotes de fabricación de 400 unidades de un mismo tipo.

De esta forma, se plantea la diferencia en los ritmos de evolución y los objetivos de las políticas de la compañía en cada familia de productos, con el fin de buscar las ventajas competitivas determinantes en cada mercado.

Determinantes e impacto de la innovación en Siemens

Dirección estratégica orientada a la innovación

Hacer parte de una empresa multinacional y más específicamente de una red global de innovación (*Global network of innovation)*, condiciona todos los esfuerzos en innovación a los lineamientos dados por la casa matriz e indiscutiblemente los pone al servicio de unos desempeños coordinados dentro de su operación mundial.

Siemens se considera a sí misma como una empresa innovadora y cuenta con centros de I&D en diferentes partes del mundo, pero centraliza los resultados formales en Alemania para proporcionar a las demás plantas los productos de la innovación una vez han sido homologados y estandarizados.

Los lineamientos de la casa matriz no son una "camisa de fuerza" y, por lo tanto, las actividades al interior de cada una de las plantas locales se orientan a adaptar las políticas globales a las condiciones particulares de cada planta. Los lineamientos no entran al detalle de la operación ni a la definición de los atributos específicos de los productos y servicios que se ofrecen en cada una de las sedes locales.

Se observa que los esfuerzos en innovación de la compañía en el plano internacional responden a programas estructurados con fuertes inversiones en I&D[14], buscando obtener mejoras sustanciales en sus productos y procesos: desarrollo de nuevos productos en las diferentes áreas de negocio, incursión en nuevas tecnologías, desarrollo de nuevos materiales y desarrollo de tecnologías de avanzada en comunicaciones, entre otros.

En el ámbito de los países que no cuentan formalmente con centros de I&D, los esfuerzos en innovación se enfocan fundamentalmente hacia el mejoramiento gradual de los productos, servicios y procesos, dentro de lo que se podrían denominar como innovaciones incrementales. El objetivo de estas innovaciones es la obtención de las máximas eficiencias posibles para el aprovechamiento de los recursos disponibles y la generación de nuevos servicios que ofrezcan valor agregado para el cliente.

---

[14] Las inversiones en I&D para el año fiscal 2001 ascendió a los 6.750 millones de euros (datos de la compañía).

La casa matriz busca que en cada subsidiaria se desarrollen esfuerzos tendientes a mejorar productos y procesos que en caso de tener un alto impacto, en términos de costos o productividad de las plantas, son homologados e incorporados a los estándares internacionales de la compañía.

Siemens homologa y certifica proveedores que, bajo los estándares de la casa matriz, puedan garantizar la obtención de productos con la calidad que espera la empresa. El "desarrollo" de nuevos proveedores, buscando reducir costos y mejorar la calidad, es otra área de impacto que pueden fortalecer las plantas locales que, como en Colombia, han realizado importantes esfuerzos con proveedores de porcelanas aislantes, ruedas para el desplazamiento de los equipos y algunos aisladores. Estos insumos que antes se importaban ahora son obtenidos en el mercado nacional, gracias a la política de desarrollo de proveedores.

Si bien estos nuevos proveedores no cuentan con la capacidad para suministrar sus productos a otras plantas del mundo (es posible que tampoco sea rentable por los costos de transporte y trámites de exportación), a nivel local significan reducción en los tiempos de cumplimiento de las órdenes y disminuciones importantes en costos.

En la actualidad, y a partir de los años posteriores a la apertura, los países latinoamericanos tienen mercados con proyecciones de crecimiento atractivas que pueden ser abastecidos por Siemens u otras empresas competidoras. Es a este reto que la estrategia interna de Siemens Colombia, bajo las orientaciones de la casa matriz y en coordinación con las subsidiarias regionales, ha buscado dar una respuesta efectiva.

Los cambios regionales y el redireccionamiento estratégico de la empresa para convertirse en uno de los principales proveedores de infraestructura y tecnología en Latinoamérica han requerido esfuerzos importantes en innovación. La consolidación de ventajas competitivas soportadas en herramientas de tecnología informática; la creación de tecnologías propias de la compañía con dispositivos para el mejoramiento de procesos; la búsqueda de mejoras en productos, procesos y tiempos de entrega; el ofrecimiento de servicios y soluciones integrales a clientes estratégicos; la consolidación de redes de conocimiento y aprendizaje con otras plantas del mundo, clientes y proveedores, entre muchos otros factores, hacen que la innovación, entendida como resultado o como proceso, se constituya en herramienta estratégica fundamental para alcanzar los objetivos de la compañía en Colombia.

Es importante reiterar que los enfoques estratégicos de las plantas de distribución y de potencia son diferentes, ya que los mercados que atienden y las competencias con las que se enfrentan funcionan bajo parámetros distintos. Sin embargo, la estrategia global de Siemens está constituida como una combinación entre:

1. Una estrategia de diferenciación en sus productos, pero no desde el punto de vista de atributos y características físicas, sino desde el punto de vista del mejoramiento de los tiempos de entrega, la definición de parámetros de diseño estandarizados y la posibilidad de prestar servicios integrales. De acuerdo con el concepto de los miembros de la organización, los transformadores Siemens y los de la competencia presentan rasgos

muy similares en su configuración, por lo que las diferencias en los demás factores adicionales son definitivos para la estrategia de la empresa.

2. Una estrategia orientada hacia el liderazgo en costos, ya que los clientes tienen en cuenta los valores agregados mencionados anteriormente, pero no a cualquier precio. Estarían dispuestos a sacrificar estos ofrecimientos adicionales en caso de que signifiquen incrementos fuertes en sus presupuestos de compra. Ofrecer las mayores ventajas al menor costo es la dinámica competitiva de estos mercados.

Siemens está buscando la consolidación de ventajas competitivas que sean sostenibles a largo plazo, y la manera de obtener esa "sostenibilidad" es innovando y desarrollando por sus propios medios los recursos, capacidades y tecnologías que permitan hacer mucho más eficiente su operación.

Ventajas competitivas a partir de los procesos de innovación

Las ventajas competitivas de la empresa no sólo provienen de la innovación sino de los diferentes procesos que se articulan y relacionan con esta. Así, los procesos se despliegan y enlazan de manera sistemática a partir de las estrategias de la empresa para consolidar sus capacidades tecnológicas y las innovaciones para el logro de las ventajas competitivas. Una visión general de las ventajas competitivas identificadas permite apreciar esta característica y valorar en consecuencia el papel de la innovación en la estrategia de la empresa.

Para la planta de transformadores las ventajas competitivas se pueden sintetizar así:

1. *Posicionamiento de marca en el mercado*. Proviene del respaldo de una marca reconocida internacionalmente y que, además, está en condiciones de ofrecer soluciones integrales en todo lo relacionado con sus áreas de negocio. Es importante debido a que genera confianza en la calidad de sus productos y es percibida como una garantía para sus clientes. La compañía ha velado para que a nivel internacional se tenga un reconocimiento en cuanto a la calidad de sus productos y procesos, así como de su carácter innovador para dar respuestas ajustadas a los requerimientos de los clientes.
2. *Calidad en diseño*. Los diseños y soluciones son reconocidos a nivel mundial por su alta calidad, cumplimiento de requerimientos y precisión en las especificaciones. El área de diseño ha sido entrenada internacionalmente y sus desarrollos han servido también para capacitar a miembros de Siemens en otras partes del mundo. Inclusive, en algunos casos, la precisión en los diseños ha generado retrasos en el cumplimiento de los tiempos de entrega, ya que "sobre-diseñar" y llegar a elevadas especificaciones en los más mínimos detalles de los componentes, puede ocasionar inconvenientes en la lectura de los planos o restar la flexibilidad que podría resultar necesaria en algunas etapas del proceso de producción. No obstante, el desarrollo de la plataforma computacional en *pro-engineer* y la utilización de proyectos previamente diseñados en cualquier parte del mundo, constituyen una innovación que ha permitido agilizar el tiempo de entrega

teniendo en cuenta productos de referencia y características similares de productos elaborados en otras plantas de la compañía.

3. *Oferta de servicios.* Esta ventaja proviene de la capacidad de la empresa para otorgar asesorías completas, no solo en el diseño de los transformadores sino también de los montajes correspondientes. La empresa pone a disposición de los clientes todo el conocimiento técnico de sus ingenieros en el mundo para definir los requerimientos que el cliente necesita en sus montajes. La red global de innovación está permanentemente al servicio de los clientes. Los servicios de instalación en el sitio de funcionamiento, la alternativa de realizar diferentes pruebas de calidad a los equipos, el servicio postventa, la garantía y la posibilidad de realizar en el futuro mantenimiento y reparaciones a los equipos, son valores agregados a los que pueden acceder los clientes. Particularmente, todas las pruebas de calidad se realizan con base en procedimientos ajustados a los estándares nacionales[15] y a los de la empresa en el ámbito mundial. De la misma manera, todos los procesos de calidad involucran tanto a los miembros de la empresa como a proveedores de insumos y materias primas.
4. *La calidad de los materiales.* Esta ventaja proviene de la estrategia de desarrollo de proveedores, de la definición de estándares por parte de la casa matriz y el logro de certificaciones de calidad nacionales e internacionales.
5. *Portafolio extendido de productos.* A través de las últimas estrategias comerciales y las posibilidades del portafolio de productos constituido por otras líneas de la compañía, el área de energía ha alcanzado una ventaja competitiva basada en la extensión y cobertura para ofrecer soluciones integrales a sus clientes, quienes comienzan a ver a Siemens como un verdadero aliado estratégico.

Como se mencionó anteriormente, si bien es cierto la innovación de productos físicos no es el factor más determinante en la obtención de estas ventajas competitivas, sí lo es el carácter innovador de la empresa, sus actividades innovadoras y el despliegue de su estrategia como red global de innovación. Estas se traducen al final en el excelente diseño, la mejora constante de los servicios de ingeniería y en la garantía de calidad que le otorgan sus principales ventajas competitivas.

Conclusiones

Desde una perspectiva amplia pueden apreciarse dos grandes cosmovisiones sobre la innovación en Siemens. Si se observa la empresa dentro de una red global de innovación, puede decirse que Siemens se esfuerza por desarrollar innovaciones radicales relacionadas con productos, procesos, tecnologías, materiales, estructuras organizacionales y sistemas de comercialización. En el ámbito de las plantas colombianas, en cambio, los esfuerzos de

[15] La empresa cuenta con el certificado de Aseguramiento de la Calidad ISO-9000, las normas ambientales ISO 14000 y otras certificaciones internacionales.

innovación se orientan a mejoras incrementales para obtener niveles de eficiencia que aprovechen al máximo los recursos disponibles en la empresa y el desarrollo de herramientas que apoyan o facilitan los procesos de producción.

Siemens Colombia en la planta de transformadores presenta rasgos que la caracterizan como una organización innovadora en procesos y productos. De manera más clara, la innovación en productos se observa al considerar que el corazón del negocio se encuentra tanto en la elaboración de los transformadores como en la prestación de servicios de ingeniería y las pruebas asociadas que constituyen un paquete integral con valor agregado para el cliente. La innovación en procesos puede considerarse de tipo incremental y tiene como base para su desarrollo la implementación de la estrategia *kaizen*.

A través del estudio se encontraron innovaciones en el desarrollo informático para la estandarización de una plataforma de diseño. Estas han permitido mejorar los tiempos de entrega, agilizar la coordinación interna de los proyectos y aprovechar las experiencias anteriores en el diseño del producto. Así mismo, aprovechando las ventajas de la tecnología informática más avanzada, se ha innovado en la prestación de servicios de prueba a través de internet, el desarrollo de *e-Procurement*, bibliotecas virtuales de proyectos, B2B, B2C, EDI y estrategias *e-Business* en general.

En el ámbito de las herramientas de soporte para el proceso de producción y el mejoramiento del desempeño de los transformadores, la innovación se ha observado en dispositivos como la plataforma de soporte para facilitar el recubrimiento aislante de aros metálicos, un artefacto para doblar terminaciones de las bobinas de cobre, una máquina para aplanar el alambre de las bobinas de los transformadores de distribución y un nuevo tipo de tornillos en acero inoxidable.

Las innovaciones en proceso han sido el resultado de una estrategia sistemática de mejoramiento continuo. Como resultado de los eventos *kaizen* se han definido tres niveles de logro con horizontes esperados de mejoramiento en tiempos de ciclo, productividad, rendimiento de los recursos, alistamiento de equipos y disminuciones en costos. En todos los casos se han tenido diferentes impactos en toda la organización. Por ejemplo, el *kaizen* en el campo de pruebas ha permitido una reducción de los avisos de no conformidad en un 100% y una superior al 30% en el tiempo de proceso, un aumento superior al 15% en la productividad y la implementación de nuevos sistemas de seguimiento y control en el campo.

Otra evidencia del carácter innovador de Siemens se percibe en el despliegue de su cultura innovadora en las diferentes filiales del mundo, que puede apreciarse desde su declaración de principios hasta sus vivencias más recientes e hitos históricos observados en el tiempo. A pesar de presentar rasgos que la caracterizan como una organización jerárquica, rigurosa y eminentemente racional, en la División de Energía se ha detectado la presencia de un clima propicio para el ensayo, el cambio y el pensamiento innovador.

De otra parte, Siemens ha utilizado los procesos de innovación como soporte fundamental para concretar sus estrategias empresariales en respuesta a los diferentes cambios económicos y tecnológicos de los últimos tiempos. Así, la evolución de sus

capacidades tecnológicas y las innovaciones observadas, están fuertemente asociadas con el advenimiento de la competencia internacional, posterior a la apertura económica, y al desarrollo de una etapa de reestructuración regional que se ha orientado a la búsqueda de eficiencia y la diferenciación, el aprovechamiento de las posibilidades de los negocios electrónicos (*e-Business*) y la gestión del conocimiento (*knowledge*). Esta última etapa ha llevado a una verdadera innovación organizacional en la Región Andina, orientada a la integración de las plantas y la coordinación en el nivel administrativo, los procesos productivos y la estrategia comercial. Se reconoce, en consecuencia, que los objetivos de posicionamiento en el mercado regional, como proveedor de proyectos de infraestructura y soluciones tecnológicas, únicamente pueden ser logrados con procesos de innovación compartidos, y el despliegue del conocimiento en todas las áreas de la organización.

Como puede apreciarse a través de todo el estudio, en la División de Energía de Siemens Colombia y, en particular en su planta de transformadores, no resulta fácil diferenciar los procesos de innovación, sus determinantes e impacto, sin encontrar algún vinculo con las políticas y acciones de la casa matriz pero, lo que si es claro, es la presencia de actividades innovadoras propias de la división, con resultados directos en los productos, los procesos y la estructura de la organización en general.

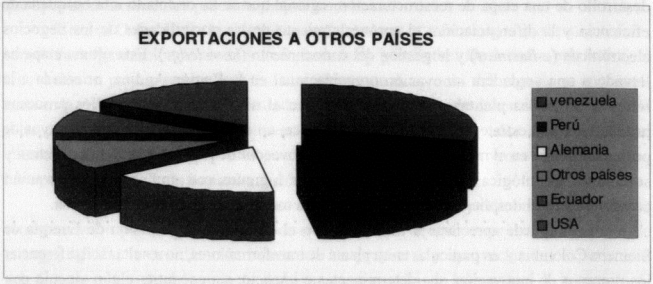
Anexos

Anexo 1

Mercados de exportación

La operación internacional de la planta de transformadores se dirige hacia Venezuela, Perú, Ecuador, Estados Unidos, Alemania, entre otros. Más del 50% de la producción se destina a abastecer estos mercados de exportación, por lo que la generación de ventajas competitivas traducidas en mejores servicios y menores costos se convierte en prioridad para la empresa al momento de establecer una estrategia de posicionamiento regional. **(Ver Gráfica 8).** La atención de estos mercados se realiza directamente por el área de mercadeo de transformadores o a través de los representantes de Siemens en cada uno de los países.

Gráfica 8
Niveles de exportación a mercados internacionales



Fuente: Informe resultados. SIEMENS COLOMBIA 2000

Anexo 2

Instrumento para la determinación de carácter organizacional

Los resultados de la encuesta organizacional aplicada (promedio de los resultados de las encuestas) se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3
Encuesta organizacional

Pregunta	Rta.	Pregunta	Rta.	Pregunta	Rta.	Pregunta	Rta.
1	2.00	2	1.67	3	2.67	4	2.00
5	2.67	6	2.00	7	2.33	8	2.00
9	2.33	10	2.33	11	1.00	12	3.00
13	2.00	14	3.00	15	2.33	16	2.67
17	2.33	18	1.67	19	3.00	20	2.67
21	1.67	22	2.33	23	2.00	24	2.33
25	1.67	26	2.33	27	2.33	28	2.33
29	2.00	30	2.00	31	3.33	32	2.67
33	1.00	34	2.00	35	2.67	36	1.67
Total	**17.67**	**Total**	**19.33**	**Total**	**21.66**	**Total**	**21.34**

Fuente: Bridges (2000).

Anexo 3

Nivel de ventas agregado para Siemens Colombia

A pesar de la crisis económica, los efectos de la apertura en el sector donde se desempeña la compañía y los procesos profundos de cambio que se han adelantado internamente, los resultados de Siemens muestran un alto nivel de actividad en la operación, con un crecimiento sostenido en las ventas durante los últimos tres años. A pesar de esto, sus utilidades (superávit del ejercicio) han permanecido en un 2%. Se observan los fuertes requerimientos de capital que exige el negocio en períodos que coinciden con las etapas de reestructuración en la empresa y que de alguna manera significaron el apoyo de la casa matriz a la subsidiaria colombiana (particularmente en 1999, donde las inversiones en activos fijos superaron los 5.400 millones de pesos). Adicionalmente, se observa que los gastos en personal, como un porcentaje de las ventas, han ido disminuyendo paulatinamente en los últimos años, reflejando los esfuerzos por incrementar la productividad en la empresa. Gran parte del funcionamiento de la Compañía depende directamente del conocimiento técnico de sus colaboradores: incrementos en la productividad tienen un alto impacto en reducción de costos (se pasa del 26% en 1999 a 19% en el 2000 y 2001). El análisis conjunto de las cifras de inversión en activos y los incrementos en productividad del personal demuestran la efectividad de estos procesos que corresponden a actualización de la tecnología básica y fortalecimiento de las ventajas competitivas. Ver **Tabla 4**.

Tabla 4
Indicadores comerciales de Siemens

Cifras expresadas en millones de pesos.

Siemens	2001	2000	1999
Ventas netas	240.027	203.139	191.086
Inversiones en activo fijo	3.580	2.461	5.424
Superávit del ejercicio	5.469	4.169	5.123
Gastos de personal	46.013	48.728	49.856
Colaboradores	1.215	1.244	1.385

Fuente: Informe de resultados Siemens Colombia, años 2000 y 2001

Anexo 4

Ubicación dentro de un subsector industrial

Para efectos de comparación con empresas relativamente similares a Siemens en su actividad económica, se realiza la comparación dentro del subsector de Equipos Hidráulicos y Eléctricos, del cual se posee información de 144 empresas colombianas[16]. Ver **Tabla 5**.

Tabla 5

Ubicación de Siemens dentro del subsector de equipos hidráulicos y eléctricos

EMPRESA:	SIEMENS SOCIEDAD ANONIMA							
SECTOR	Equipos Hidráulicos y Eléctricos							
No. De Empresas en el Sector :	144							
	2,001		2,000		1,999		1,998	
	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Valor	Pos.
Tamaño								
Ventas (millones)	243,503	1	208,155	2	193,790	1	234,839	1
Activos (millones)	208,221	2	241,736	2	193,191	2	180,110	2
Utilidad (millones)	5,489	3	4,169	3	5,123	2	5,772	1
Patrimonio (millones)	102,536	2	107,036	1	101,415	2	94,253	2
Posicion Promedio		2		2		2		2
Dinámica								
Crecimiento en Ventas (porcentaje)	17	37	7	64	-17	55	40	17
Crecimiento en Activos (porcentaje)	-14	60	25	25	7	37	3	74
Crecimiento en Utilidades (porcentaje)	31	40	-19	75	-11	33	19	44
Crecimiento del Patrimonio (porcentaje)	-4	60	6	58	8	53	21	41
Posicion Promedio		49		56		45		44
Rentabilidad								
Rentabilidad sobre Ventas (porcentaje)	2	42	2	54	3	33	2	45
Rentabilidad sobre Activos (porcentaje)	3	41	2	58	3	33	3	38
Rentabilidad sobre Patrimonio (porcentaje)	5	39	4	63	5	38	6	51
Utilidad Operativa / Ventas (porcentaje)	7	32	1	72	6	43	5	47
Posicion Promedio		39		62		37		45
Endeudamiento								
Endeudamiento (porcentaje)	51	42	56	73	48	60	48	48
Apalancamiento (porcentaje)	103	49	126	82	90	64	91	55
Pasivo Total / Ventas (porcentaje)	43	40	65	71	47	50	37	38
Pasivo Corriente/Pasivo Total (porcentaje)	94	30	97	53	96	63	95	60
Posicion Promedio		40		70		59		50
Eficiencia								
Rotación de Cartera (días)	69	31	83	68	82	67	70	65
Rotación de Inventarios (días)	64	29	79	33	65	21	59	18
Rotación de Proveedores (días)	117	65	130	93	105	91	66	72
Ciclo Operativo (días)	15	7	32	18	42	44	62	25
Posicion Promedio		33		53		56		45
Liquidez								
Razón Corriente (razon)	2	39	1	64	2	59	2	60
Prueba Acida (razon)	1	31	1	31	1	33	1	30
Capital de Trabajo (millones)	57,600	1	59,242	1	51,435	1	44,534	1
Posicion Promedio		24		32		31		30
Otros								
Rentabilidad Bruta (porcentaje)	25	34	23	78	26	63	22	59
Otros Ingresos/Utilidad Neta (porcentaje)	48	36	408	112	177	94	168	88
Correccion Monetaria/Utilidad Neta (porcentaje)	-78	65	-101	103	-78	98	1	58
Posicion Promedio		45		98		85		68
Posicion Promedio		33		53		45		41

Fuente: "Berchmark". Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

[16] Base de datos programa "Benchmark", Biblioteca virtual, Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

La ubicación relativa de la empresa, teniendo como parámetro de referencia los criterios de tamaño, dinámica, rentabilidad, endeudamiento, eficiencia, liquidez y otros, ha venido mejorando, hasta ubicarse en la posición 33. Se observan desempeños excepcionales dentro del subsector en los indicadores de tamaño (monto de ventas, activos, utilidad y patrimonio). En los demás ítems presenta un comportamiento similar al del subsector, ubicándose dentro del 40% de las empresas con mejores resultados. Los indicadores relacionados con la "dinámica" de la empresa presentan deterioro en la posición que posiblemente pueden atribuirse a la crisis de la construcción y los correspondientes cambios en los mercados relacionados con los productos de la empresa.

Glosario

Transformador:

Un transformador es un equipo eléctrico que toma un nivel energía de una fuente y modifica su intensidad de corriente y su voltaje para permitir su transmisión a través de diferentes distancias.

Bobina:

Alambre de cobre que se dispone en forma de espiral (embobina) alrededor de un núcleo metálico, por donde pasa una corriente eléctrica que está sufriendo un proceso de elevación o reducción de voltaje. Estas bobinas se encuentran recubiertas por papel aislante para evitar cortos circuitos. El calibre de las bobinas y el diámetro del embobinado determinan desempeños técnicos de los transformadores.

Núcleo:

Estructura metálica sobre la cual se realiza el embobinado. Los núcleos se conforman por piezas de lámina metálica que se cortan en trozos y se unen uno sobre otro para dar forma a estructuras compactas.

Mega-Volti-Amperio:

Medida de potencia de los transformadores. De acuerdo a la relación P=VI, los Mega-Volti-Amperios es la potencia (energía por unidad de tiempo) que proporciona el paso de una corriente de una cantidad determinada de amperios a un voltaje determinado.

SDP. Standard Design Platform:

Nombre específico con el que se conoce la plataforma de diseño parametrizada que está desarrollando la planta.

Ritmador:

Hoja de operaciones para los procesos que determina los estándares de operación que rigen el funcionamiento de la planta. Son herramientas empleados en la metodología *kaizen*.

Tiempo TAK:

Tiempo establecido para la realización de una operación. Es un concepto utilizado en *kaizen*.

Bibliografía

BARNES, Tony, 1999, *Cómo lograr un liderazgo exitoso: lo mejor de las estrategias kaizen, guíe su organización hacia el mejor futuro,* Bogotá, Editorial McGraw-Hill Interamericana.

BRIDGES, W, 2000, *The character of organizations: using jungian type in organizational development,* Davies Black Publishing.

IMAI, Masaaki, 1989, *La clave de la ventaja competitiva japonesa,* México, Compañía Editorial Continental.

HAYES, Robert; WHEELWRIGHT, Steven, Relacione el proceso de fabricación con el ciclo de vida del producto, en *Harvard Business School*, edición noviembre-diciembre, pp. 47-54.

MARTÍNEZ AVELLA, Mario Ernesto, 2001, *Ideas para el cambio y el aprendizaje en la organización. "Una perspectiva sistémica",* Chía, Universidad de la Sabana, pp. 172-197.

SIEMENS 1, 1998, *Siemens: Global network of innovation.*

SIEMENS 2, 2001, Preparándonos para el cambio cultural, en *Vistazo*, edición No. 1, octubre.

SIEMENS 3, 2002, Proyecto APP+ en Colombia (Account Plan Process), en *Vistazo*, edición No. 1.

Montana

Alberto García Arango

Yaned Correcha Ramírez

Montana es una empresa reconocida por distribuidores de maquinaria agrícola como pionera en fabricación de implementos agrícolas en Colombia, con un producto innovador en el mercado nacional. A través de este estudio de caso se espera obtener elementos que describan la forma como Montana logra obtener una innovación y los resultados de dicho proceso. Para lograr tal objetivo, el estudio de caso se construye siguiendo los conceptos planteados en el marco teórico.

Antecedentes de la empresa

Montana inició operaciones en 1981 con el nombre de Intall, como una empresa familiar dedicada a la producción de máquinas empacadoras, pero las difíciles condiciones del mercado de esos productos condujeron al ingeniero Aurelio Mutis, su fundador y gerente general, a tomar la decisión de cambiar de objeto de producción y buscar nuevas alternativas. Intall incursiona entonces en el sector de fabricación y comercialización de maquinaria agrícola en general, apoyándose en la experiencia previa de su propietario, quien se había desempeñado durante 10 años como gerente de la primer empresa en el sector [Mutis, 1992].

El ingeniero Aurelio Mutis [Mutis, 2001] afirma que ese cambio requirió interiorizar conocimiento tecnológico del proceso de fabricación de los nuevos productos para poder evaluar la capacidad física, tecnológica y de recursos presentes y proyectar las necesidades al respecto; dado que las líneas seleccionadas se podían hacer en equipos no especializados que se encontraban en la línea de proceso anterior, el cambio no tuvo mayores traumatismos. El cambio en el producto exigió un mayor esfuerzo en diseño, ya que se debían considerar nuevos conocimientos de componentes y estructuras de productos; sin embargo la experiencia previa del gerente y su formación en ingeniería mecánica complementada con un MSc del MIT, facilitaron la transición.

En 1990 Intall estaba completamente dedicada a la producción y comercialización de implementos agrícolas, los cuales se definen como máquinas herramientas movidas por un tractor en las actividades de labranza y de mantenimiento de suelos. Este cambio de línea de producción se originó después de un estudio de competitividad en respuesta a las políticas adoptadas en el sector agropecuario en materia de impuestos, y a circunstancias generadas por la apertura económica, ya que los productos de fabricación extranjera pasaron a libre importación con aranceles muy bajos, del orden del 10%, lo que demandaba de los fabricantes nacionales una producción en alto volumen y con tecnología más especializada para poder competir. Entre la lista de implementos fabricados se encuentra el picapastos, arado de cincel vibratorio, rastra de discos, rastrillo pulidor, renovador de praderas, arado de cincel rígido, cortamalezas, desbrozadora, rotovator y cultivadora rotativa [Mutis, 1992].

Poco después Intall se fusionó con Interagro, su principal competidor durante años anteriores, convirtiéndose en lo que hasta diciembre del 2001 se conoció como Intall Interagro, logrando así consolidarse en el mercado gracias a que las dos marcas tenían reconocimiento en el sector agropecuario. La nueva empresa siguió bajo la dirección del ingeniero Mutis, predominando la cultura y capacidad tecnológica que Intall había construido desde su inicio por los resultados obtenidos y por responder mejor a la estrategia definida para la nueva organización [Mutis, 2001].

A partir de enero del 2002 Intall Interagro cambió su razón social por la actual de Montana. En su catálogo de ventas adiciona el pulidor vibratorio y la cultivadora vibratoria, y elimina el rotovator y el picapastos. El rotovator fue descontinuado porque no era competitivo, no se tenían el volumen ni los equipos de producción adecuados y se carecía de incentivo para hacer una inversión, porque se generaba mayor ganancia con la importación que con la fabricación. El picapastos desaparece porque el mercado se saturó y el producto no generaba ingresos significativos, además de ser un producto muy fácil de copiar y producir en pequeños talleres con mínima capacidad tecnológica [Mutis, 2002].

Productos

A nivel internacional la lista de bienes producidos en el sector de implementos agrícolas comprende entre otros: cortamalezas, retroexcavadoras, zanjadoras, surcadoras, rolos, palas niveladoras, rastra-arados, rastras, rastrillos, caballoneadores, aporcadores, rotocultivadores, arados de cincel, arados subsoladores, sembradoras, voleadoras, cultivadoras, remolques, cargadores, discos, molinos, mezcladoras, desgranadoras, picapastos, ensiladoras, trapiches, cultivadoras y desbrozadoras, cubriendo los tres niveles tecnológicos mencionados.

Según un estudio de la Universidad de Sucre los implementos agrícolas se pueden clasificar por [Universidad de Sucre, 2002]:

La forma de funcionamiento

- **No accionados:** a esta clase pertenecen todos aquellos equipos que no reciben potencia del toma de fuerza del tractor; entre ellos tenemos: los arados de vertedera, los arados de discos, las rastras de tiro y alce hidráulico, etc. (**Figura 1**).
- **Accionados:** Reciben movimiento del toma de fuerza, se acoplan en el tractor en la barra de tiro o en el alce hidráulico; entre estos tenemos: cortamalezas, fresadoras, azadas mecánicas y gradas de púas oscilantes (**Figura 2**).

Figura 1
Arado de cincel vibratorio

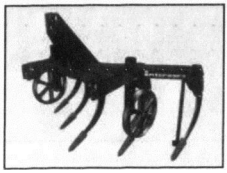
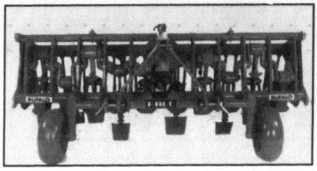


Figura 2
Azada mecánica



Fuente: Figuras tomadas de la Universidad de Sucre, 2002

El acoplamiento al tractor

- **Arrastrados o remolcados.** Se acoplan al tractor en un solo punto, quedando el implemento independizado de los movimientos del tractor y realizándose rápidamente las operaciones de enganche y desenganche. Tiene como desventaja que la velocidad de transporte es reducida, la transferencia de carga sobre el eje trasero del tractor es mínima y requiere de mayor espacio para realizar las maniobras (**Figura 3**).
- **Semi-suspendidos.** Son básicamente equipos suspendidos pero con apoyo en la parte trasera, permitiendo pesos mucho mayores con relación a los suspendidos. Se enganchan al tractor por medio de una barra de acoplamiento horizontal, siendo parcialmente soportados por el tractor y respondiendo directamente a la dirección del tractor (**Figura 4**).
- **Suspendidos.** Son aperos acoplados al tractor en el enganche en tres puntos, de tal forma que son completamente soportados por el tractor en su posición más elevada. La guía y profundidad de trabajo son controlados por el alce hidráulico del tractor, presentan facilidad de maniobra y transporte y transfieren mayor carga y peso al eje trasero con relación a los dos anteriores (**Figura 5**).

Figura 3
Rastra de discos



Figura 4
Arado de disco reversible

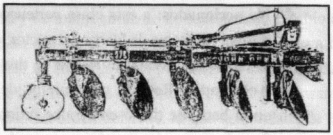


Figura 5
Pulidor vibratorio

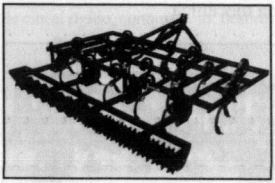


Figura 6
Arado de azadón

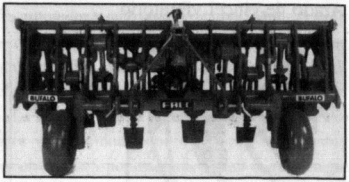
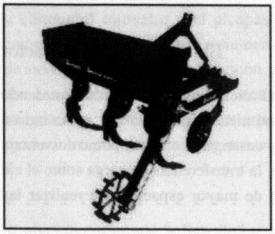


Figura 7
Renovador de praderas



Fuente: Figuras tomadas de la Universidad de Sucre, 2002

La labor que realizan

- **Aperos de alzar o primarios.** Realizan labores cuya profundidad de trabajo es superior a los 20 centímetros. Se emplean en la preparación de suelos para la siembra, incluyen arados de vertedera, arados de discos, arados escarificadores, arados de cincel, rastra-arados, y subsoladores **(Figura 6).**
- **Aperos especiales.** Comprenden los arados subsoladores, cuando la profundidad de trabajo es superior a los 40 centímetros, las zanjadoras y las caballoneadoras, **(Figura 7).**

Para el ingeniero Mutis la maquinaria agrícola puede clasificarse en tres niveles tecnológicos [Mutis, 2002]:

- Nivel Bajo: implementos de labranza que pueden definirse como una o varias herramientas de labranza unidas a una estructura rígida, empleados en la preparación de suelos para la siembra. Por ejemplo los arados, las rastras, etc.
- Nivel Medio: implementos de labranza no autopropulsados, empleados en las actividades de siembra siguientes a la preparación del suelo, como las sembradoras y cosechadoras movidas por tractor.
- Nivel Alto: implementos de labranza y maquinaria agrícola autopropulsados, como los tractores y las cosechadoras movidas por tractor.

Montana está iniciando una transición del nivel tecnológico bajo al medio, al incursionar en el desarrollo de prototipos de sembradoras directas mecánicas y neumáticas. Antes de la apertura económica del país la empresa trabajó en el nivel medio con un prototipo de cosechadora movida por tractor, proyecto abandonado porque estas máquinas tienen un alto costo de mantenimiento y servicio al cliente, ya que fácilmente pueden sufrir averías por las malas condiciones de limpieza de suelos en Colombia, y porque el volumen de venta es muy bajo, siendo más atractivo importar que fabricar. Por ahora no existe interés de pasar al nivel alto, ya que se requiere de una mayor capacidad tecnológica pues involucra mecánica automotriz [Mutis, 2001].

Según Ana María Mutis [Mutis, 1992], en Colombia la industria productora de implementos agrícolas ha tenido un crecimiento gradual de asimilación de conocimiento tecnológico, debido en parte a que las empresas del sector han comprado productos importados para copiar los modelos, y a través del proceso de reparación de estos productos ha introducido adaptaciones para las condiciones del agro colombiano; sin embargo, los productos fabricados no respondían fielmente a las necesidades tecnológicas de los usuarios finales dado que su distribución, realizada a través de intermediarios, impedía el contacto directo con el usuario y la capacitación en la utilización eficiente del equipo, lo que influyó negativamente en la identificación de mejoras en los diseños. En el caso de Montana, esta situación ha cambiado con la introducción de la política de establecer contacto proactivo con usuarios finales, a través de su departamento de ventas y servicios al cliente, de forma que la empresa tenga conocimiento de sus necesidades y así pueda fabricar productos que respondan a las condiciones reales del agro.

Entre los productos que actualmente produce Montana se puede citar [Mutis, 2002]:

Cultivadora rotativa

Es un producto diseñado para eliminar malezas entre surcos, a través del uso de arañas distribuidas uniformemente por paquetes. El comportamiento de ventas de este producto durante los primeros cinco años fue el siguiente:

Año	1984	1985	1986	1987	1988
Unidades vendidas	5	18	16	18	13

Arado de cincel vibratorio

Este equipo surgió como estrategia para desplazar el arado de disco y así contribuir al cambio de tipo de labranza, garantizando profundidad de trabajo y mejoramiento en la productividad de los suelos. Sin embargo, dado el auge del arado de disco en el sector agropecuario, se continuó fabricando los dos tipos.

El producto que hoy se fabrica se diferencia de su modelo inicial por tener un cincel más grande y 15 cm más de longitud, lo que permite mayor profundidad de trabajo; además la estructura del producto actual usa tubo estructural en reemplazo del ángulo usado anteriormente. Finalmente, se logró dar al cincel una curvatura especial para mejorar su eficiencia en el trabajo, y el proceso de elaboración del cincel se ha optimizado reduciendo costos de producción. El comportamiento en ventas en los primeros cuatro años fue el siguiente:

Año	1988	1989	1990	1991
Unidades vendidas	3	61	52	89

Desbrozadora

Este producto hizo uso de la capacidad de producción liberada con la salida del rotovator. Dado su parecido estructural con el producto saliente, se facilita la introducción en la línea de producción; así como la apertura económica tuvo su efecto negativo sobre la fabricación de unos productos, también permitió importar componentes y materia prima a precios de mercado internacional razonables, como en el caso de las transmisiones usadas para la desbrozadora. Estas condiciones permitieron fabricar un producto competitivo en cuanto a precio.

Otra consideración que impulsó la producción de la desbrozadora fue el hecho de identificar un mercado potencial amplio ya que, aun cuando estaba inicialmente diseñada para convertir en abono las socas de los cultivos de algodón, también pudo utilizarse en la conversión de socas de cultivos como maíz, sorgo y arroz.

Las máquinas similares a nivel mundial poseen chumacera interna porque fueron diseñadas para unas condiciones de suelo diferentes a las de Colombia. La empresa decidió usar chumaceras externas para evitar atascamientos y otras fallas mecánicas, dado que los suelos son más arcillosos que en Europa, y además porque no existe la disponibilidad de

herramientas adecuadas para realizar el mantenimiento si las chumaceras estuvieran ubicadas internamente[1].

Las ideas básicas para el diseño de este producto las tomó el ingeniero Aurelio Mutis de una feria internacional a la que asistió, y en la cual pudo observar productos con funciones similares a las requeridas [Mutis, 2002]. Un avance tecnológico de importancia, respecto al diseño y fabricación de productos anteriores como los arados, es la técnica de balanceo del eje, la cual se apoya en la utilización de *software* especializado. Según el ingeniero Puentes, profesor de la Universidad Nacional, en la desbrozadora se hace evidente un mayor nivel de aprendizaje tecnológico que en el caso de los arados [Puentes, 2001]. El comportamiento en ventas de este producto ha sido el siguiente:

Año	1992	1993	1995	1997	1998	1999	2000	2001
Unidades vendidas	14	3	14	43	24	23	32	30

Renovador de praderas

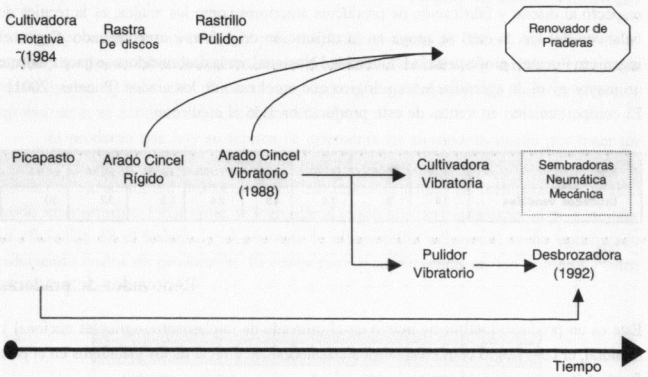
Este es un producto totalmente nuevo en el mercado de implementos agrícolas nacional y mundial, el cual surgió como respuesta a una necesidad directa de los ganaderos en el país frente a la producción de pastos.

Como narra el ingeniero Mutis [Mutis, 2001], cada producto en Montana toma como referencia el diseño, conocimiento de estructura o conocimiento de componentes de productos anteriores fabricados en la empresa y de productos de la competencia, y surge para dar respuesta a cambios en políticas de conservación y uso de suelos o para responder directamente a necesidades del mercado (ver **Figura 8**).

En el mercado agrícola a nivel mundial el uso de implementos para labranza profunda fue sustituyendo los de labranza convencional. La empresa, por sugerencia de una persona del sector de maquinaria, introduce en Colombia la tecnología del cincel rígido, la cual da respuesta a los requerimientos de labranza profunda, sin dejar de producir los implementos de disco. En esta etapa, la empresa adapta la estructura de sus implementos de fabricación para poder usar los cinceles rígidos que fueron inicialmente comprados a un proveedor, pero que más adelante aprenden a fabricar y a diseñar, dando a los cinceles una curvatura que sólo maneja la empresa.

[1] Esta situación aumentaría los tiempos de mantenimiento y por lo tanto los costos del mismo.

Figura 8
Evolución de los productos en Montana
como consecuencia de los procesos de aprendizaje



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Montana

Después el paso de la labranza profunda a la labranza mínima, impulsó la introducción de implementos con cincel vibratorio, siendo nuevamente Intall Interagro pionera en su fabricación a nivel nacional. En este caso el proceso de diseño y elaboración del producto fue mucho más rápido, ya que la estructura básica de los implementos con cincel rígido se conservaba para la elaboración de los nuevos implementos. Con la introducción del cincel vibratorio surgen otras herramientas que utilizan el mismo principio para descompactar el suelo, como la cultivadora vibratoria y el pulidor vibratorio, el cual dentro de su estructura posee un eje con ganchos soldados para destruir terrones, principio que es usado posteriormente por la desbrozadora para destruir socas; por su parecido estructural con el rotovator, la desbrozadora absorbe la capacidad liberada con la salida de este producto de la línea de producción y en su proceso de diseño y fabricación se hace más evidente el aprendizaje tecnológico de producto y de proceso, comparado con los implementos que ya se fabricaban, dado que la empresa logra desarrollar el proceso de balanceo del eje y soldadura de desterronadores en el eje, que garantiza mejor desempeño del producto y mayor vida útil [Puentes, 2001].

Finalmente el renovador de praderas, el primer implemento completamente nuevo en el mercado nacional y mundial, se diseña y elabora motivados por la seguridad de

responder directamente a una necesidad del mercado, además de representar para la empresa una oportunidad para desarrollar nuevas competencias a nivel tecnológico y diferenciarse de sus competidores.

Esta innovación se origina porque los ganaderos consultan directamente a Intall Interagro su necesidad de mejorar la producción de pastos; la empresa en un trabajo conjunto con el ICA y los mismos ganaderos, diseña el renovador de praderas, para el cual aporta su conocimiento en la tecnología del cincel vibratorio y el ICA aporta la tecnología de disco de corte para la capa de pasto; en las pruebas el cincel vibratorio no da los resultados esperados y el implemento es rediseñado incorporando esta vez un cincel rígido y un abonador. Una vez el implemento es aprobado por los ganaderos, Intall inicia su fabricación y comercialización [Mutis, 2001]. Evidentemente con esta innovación la empresa adquiere capacidad innovadora, reflejada en la habilidad que tienen para extender sus competencias en la generación de un nuevo producto y al mismo tiempo adquiere nuevas competencias como el diseño y elaboración de sistemas mecánicos diferentes a los habitualmente usados, el diseño y elaboración de abonadores y la introducción de discos de corte; a nivel organizacional la empresa refuerza la habilidad de trabajo en grupo y de vinculación con agentes externos.

Actualmente a nivel mundial el uso de labranza cero ha desplazado la labranza mínima, lo que ha impulsado el uso de sembradoras directas en el sector agrícola. La empresa, consciente de que este será igualmente un cambio que toque el mercado nacional, inició un proyecto para diseñar y fabricar sembradoras directas que respondan a las condiciones locales de suelos, y que actualmente ninguna empresa de la competencia nacional fabrica.

Las sembradoras que están en etapa de elaboración de prototipo son:

1. Sembradora de grano fino: esta sembradora es completamente mecánica y su uso se realiza en la siembra de granos finos como sorgo, trigo, arroz, y otros, los cuales requieren distancias menores entre surcos y dentro de la fila de siembra. Para el caso colombiano, una de las modificaciones de importancia es la graduación de la distancia de siembra que se requiere para los cultivos, dadas las condiciones de trópico del país. Varias de las partes que se utilizarán en el modelo, como los dosificadores, serán importados de una empresa que visitó el ingeniero Mutis en Estados Unidos (un 20% de la máquina se adquiere con exclusividad en el mercado externo y el resto se fabrica en planta). Otro número mayor de partes como la tolva, la estructura, el sistema de transporte y otros, serán de fabricación propia. Esta máquina está provista de una tolva de almacenamiento grande, ya que se maneja un volumen alto de semilla.
2. Sembradora de grano grueso: este modelo, a diferencia del anterior, requiere una capacidad tecnológica mayor, ya que está provisto de un sistema neumático con disco que permite tomar el grano grueso de la tolva y expulsarlo al surco,

calibrando para cada caso la distancia requerida de siembra. Esta sembradora tiene una mayor precisión que las convencionales en la distribución de la semilla. La siembra de grano grueso tiene mayores distancias entre surcos y entre semillas en la fila de siembra; la sembradora, por lo tanto, está provista de una tolva de menor capacidad de almacenamiento. Otro aporte está en la adaptación de la caja de cambios (engranaje) que permite graduar la velocidad de los discos que depositan la semilla.

Para su desarrollo, el ingeniero Mutis habló directamente con agricultores, distribuidores de maquinaria y con los gremios para identificar las características que se debían tener en cuenta en el diseño de los dos tipos de sembradoras a producir, para grano grueso y para grano fino, y paralelamente proyectar cuánto puede el mercado pagar por estas máquinas. El equipo de diseño estudió sembradoras mecánicas, utilizadas en siembra directa de grano fino y sembradoras neumáticas, utilizadas para siembra de grano grueso. Una vez identificados e integrados los requisitos de diseño, el ingeniero Mutis hace contacto con los fabricantes de sembradoras de grano grueso y de grano fino, logrando acuerdos de comercialización de partes e insumos directos que servirán para las sembradoras fabricadas en la empresa. (Los resultados de los prototipos de prueba serán el respaldo a la decisión de iniciar la fabricación, dando prelación a la sembradora mecánica) [Mutis, 2002].

Este nuevo producto es tecnológicamente más exigente que los anteriores, usando conocimiento de mecánica y de sistemas de abono que ya existía en la empresa y desarrollando aprendizaje en tecnologías nuevas, como el sistema neumático para la sembradora de grano grueso. Todo el proceso se ha basado en ingeniería reversa de productos importados y la adaptación del producto haciendo uso del conocimiento de mercado y tecnológico que se tiene.

Proceso de producción

En concepto del ingeniero Aurelio Mutis [Mutis, 2001], actualmente los procesos de fabricación en la empresa son menos exigentes tecnológicamente que al inicio de operaciones. Su explicación es que las máquinas empacadoras y posteriormente el rotovator, requirieron mayor esfuerzo en tecnología que lo que se requiere hoy día para fabricar los implementos; con el diseño de producto se han estandarizado piezas y con el diseño del proceso se han dejado en planta las operaciones que le dan valor agregado al producto y para las cuales se cuenta con la capacidad, subcontratando las demás operaciones del proceso, tales como corte y doblado de lámina, fundición y tratamientos térmicos, y comprando repuestos y otros componentes para ensamble. De esta forma la empresa se concentra en labores de ingeniería como el diseño y mejoramiento de productos, y en operaciones de corte de chapas de acero, forja de cinceles, doblado de estructuras de acero, mecanizado de piezas, rectificación de ejes, soldadura autógena de partes y estructura, pintura, ensamble final y pruebas a prototipos, como las desarrolladas

actualmente con el dosificador de las sembradoras, reduciendo costos y garantizando la calidad final del producto.

Los principales grupos de insumos utilizados en el proceso son [Mutis, 1992]:

- Aceros (láminas, chapas, estructuras), con preferencia por aceros venezolanos.
- Piezas fundidas en hierro y acero, elaboradas bajo especificaciones entregadas por la empresa.
- Componentes y repuestos importados como rodamientos, reductores de velocidades, engranajes, cinceles vibratorios y otros.
- Tornillería: suministro local según especificaciones.
- Soldadura: suministro nacional.
- Pintura de agua: suministro nacional.

Para los proveedores de materiales laminados de acero, piezas fundidas o materiales importados, no es atractivo entrar a competir en la fabricación de implementos agrícolas, porque se requeriría gran esfuerzo dado el nivel de ingeniería necesario para el diseño y fabricación de los implementos, además de la barrera impuesta por el tradicionalismo en el sector de maquinaria a nivel nacional, referida a la preferencia por usar marcas reconocidas. Igualmente para los productores de implementos tampoco resulta atractivo producir los productos que compran a sus proveedores, ya que el volumen de producción de implementos es bajo, lo que aumentaría los costos de producción o de inventario de producto en proceso [Mutis, 1992].

Entorno colombiano

Las condiciones del entorno son parte fundamental en un proceso de innovación, ya que se constituyen en factores que afectan la capacidad científica y tecnológica de una organización, además de proveer fuentes externas de conocimiento tecnológico o de conocimiento de nuevos mercados para la organización.

Sector de fabricación de maquinaria

En 1988 pertenecían al sector aproximadamente de 20 a 25 empresas, de tipo familiar, con grandes diferencias en tamaño y con un esquema de producción sobre pedido; las empresas tenían en promedio 21 años de fundación y sin participación de capital extranjero, y el número de productos diferentes producidos por una misma empresa oscilaba entre 3 y 17 [Zuleta, 1988].

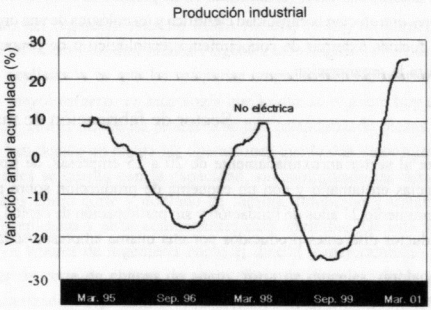
[2] Incluye electrodomésticos.

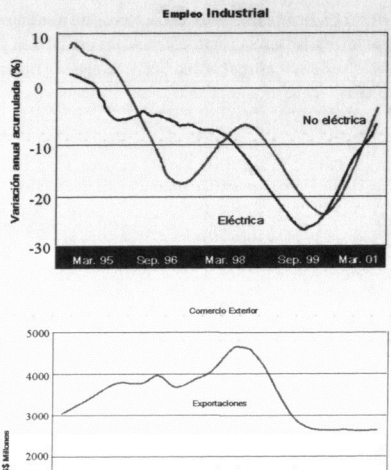
Durante el primer semestre de 2001, el sector de maquinaria[2] presentó un crecimiento a tasas altas y buscó mercados de exportación (ver **Figura 9**). La producción de bienes de capital, limitada en Colombia, tiene un importante potencial en exportaciones de maquinaria mecánica como lo refleja el caso de Super Brix, una firma dedicada a la producción de maquinaria para la industria del arroz, que ha logrado desarrollar mercados en América Latina, Estados Unidos y Europa, y cuya estrategia se ha enfocado a la innovación y la calidad, produciendo a la medida de las necesidades de los clientes [revista *Dinero*, 2001].

Ese mismo semestre un conjunto de empresas dedicadas a la producción para el sector agroindustrial pasaron por un buen momento, debido a la reactivación de las ventas gracias a la recuperación del sector agrícola y por la reducción de las tasas de interés, tal como sucedió con las firmas que desarrollan máquinas especializadas que se utilizan en palma, café y caña de azúcar; sin embargo la escasez de financiación a largo plazo hacen muy difícil la producción de bienes de capital en Colombia, además los productores compiten internacionalmente con aquellos que tienen protección y subsidios de sus gobiernos [revista *Dinero*, 2001].

Entre las barreras de entrada al sector se cuenta el tradicionalismo imperante en el mercado y la baja demanda de productos. Los agricultores que han llegado a tecnificar sus procesos generalmente son muy conservadores, prefiriendo utilizar marcas ampliamente reconocidas en el sector, lo que dificulta para un fabricante nuevo cualquier intento de entrar a competir. No ocurre igual con las barreras de salida, ya que las inversiones hechas no son altas debido en parte a que las máquinas requeridas para la producción son universales [Mutis, 2001].

Figura 9
Indicadores sector maquinaria





Fuente: Revista *Dinero,* 2001.

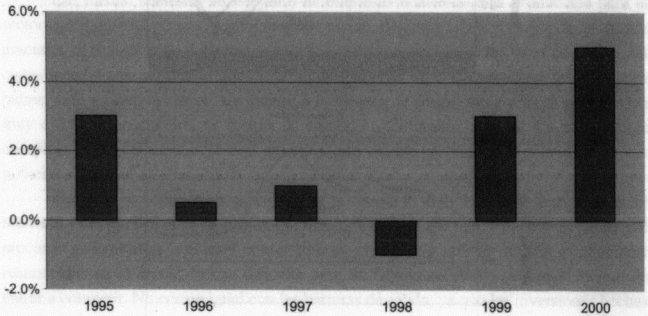
Mercado de implementos agrícolas

Según el documento de evaluación del programa de oferta agropecuaria que realizó el Consejo Nacional de Política Económica y Social en el primer semestre de 2001, el agro fue uno de los pocos sectores que mostró síntomas alentadores. Mientras en el 2000 el PIB aumentó en 2.8%, el PIB agropecuario sin café lo hizo en el 2000 el PIB aumentó en 2.8%, el PIB agropecuario sin café lo hizo en 5.1%, como consecuencia del aumento de la producción agrícola que alcanzó 7%. Ver **Figura 10.**

Gracias al impulso que se dio durante el año 2000 a las cadenas productivas, a través del programa de Oferta Agropecuaria Proagro, créditos asociativos que alcanzaron $100.000 millones, la superficie de cultivos transitorios entre 1999 y el 2000 aumentó en 42.568 hectáreas, impulsado por el crecimiento en maíz tecnificado (34.1%), arroz (15.4%) y soya (13%). En tanto el área sembrada con cultivos permanentes, sin contar café, aumentó en 67.000 hectáreas, impulsado por la cadena de caña de azúcar (13.2%),

plátano (10.5%), frutales (5.6%) y palma africana. Un factor negativo de impacto es la violencia manifestada con mayor intensidad en el campo, afectando la producción y las caídas de los precios internacionales, como en el caso de banano, aceite de palma y flores [revista *Cambio*, 2001; revista *Dinero*, 2001].

Figura 10
PIB agropecuario sin café 1995-2000



Fuente: Revista *Dinero*, 2001.

La devaluación del peso permitió favorecer las exportaciones y sustituir las importaciones de algunos alimentos; también el desarrollo de nuevas tecnologías y la investigación en sanidad vegetal y animal llevaron a una reducción de costos, aumentos en la productividad y una mayor competitividad del sector, como en el caso de la evolución de la siembra de la soya, que de 10.000 hectáreas que se sembraron en el 2000, 7.000 se hicieron sin labranza en los Llanos, usando una semilla certificada que permite disminuir los costos por hectárea en un 11% [revista *Cambio*, 2001]; desde 1998 hasta noviembre de 2001, se ha invertido en investigación y transferencia de tecnología más de $229.000 millones [revista *Dinero*, 2001].

El mercado de implementos agrícolas puede describirse a través de la identificación de las zonas mecanizadas a nivel nacional, del total del área mecanizable que se estimó en cerca de 4.300.000 hectáreas, diferenciando los siguientes niveles de mecanización [Mutis, 1992]:

- Alta mecanización: cultivos que tienen mecanizado casi todo el proceso, desde la adecuación del suelo hasta la cosecha

- Mediana mecanización: se trabaja mecánicamente la adecuación y la preparación de suelo
- Baja mecanización: se trabaja mecánicamente la adecuación o la preparación de suelo. Ver **Tabla 1.**

Tabla 1
Superficie mecanizada en hectáreas

Año	Alta Mecanización	Mediana Mecanización	Baja Mecanización	Total
1978	813,728	121,498	251,923	1,187,149
1979	773,792	126,365	235,558	1,135,715
1980	765,900	117,104	235,672	1,118,675
1981	775,260	105,707	240,892	1,121,858
1982	747,125	106,483	238,609	1,092,607
1983	696,544	92,505	222,824	1,011,873
1984	658,213	86,614	233,154	977,981
1985	667,205	97,382	214,880	979,467
1986	681,689	106,483	230,594	1,018,765
1987	753,808	115,695	232,974	1,102,478
1988	810,964	115,365	255,370	1,181,699

Fuente: Ministerio de Agricultura, 1991.

Los implementos agrícolas usados en las zonas mecanizadas han evolucionado paralelamente a los cambios en la labranza, los cuales emergen en respuesta a necesidades de productividad y conservación de suelos [Mutis, 1992; Mutis, 2001]:

1. Labranza convencional: se voltea la tierra con el uso de implementos con disco (por ejemplo, rastras de disco). Según Alfaro [Alfaro, 1995] y Corpoica [Corpoica, 2001], una labranza convencional puede traer consecuencias negativas en términos de conservación de suelos, en especial problemas relacionados con encostramiento en la superficie, encharcamiento, altos índices de erosión y de compactación. Los patrones de mecanización desarrollados en los sistemas convencionales de labranza, sobre todo las rastras de discos, provocan la desagregación del suelo y aceleran la oxidación de la materia orgánica, ocasionan además la aparición de capas de suelo pulverizado en la superficie para procurar una «cama apropiada» para las semillas y capas endurecidas en niveles más profundos, principalmente por la presión que ejercen los implementos. Estas capas contribuyen a aumentar la degradación del suelo, limitando la penetración de las raíces y del agua, restringen la zona de nutrición de las plantas y por ende,

disminuyen la capacidad productiva de los suelos e incrementan los requerimientos de potencia de las máquinas encargadas de preparar los suelos, lo que se traduce en altos costos de producción, y adicionalmente con una aplicación excesiva de agroquímicos.

2. Labranza profunda: la tierra se descompacta con el uso de cincel rígido a mayor profundidad, como el caso del arado de cincel. El uso de labranza profunda en suelos con limitaciones físicas presentó disminución de la densidad aparente, aumento en el porcentaje de porosidad total, almacenamiento de humedad con relación a la labranza convencional y mayor incremento en la producción [Bonilla, citado por Corpoica, 2001].
3. Labranza mínima: la tierra se descompacta por efecto vibratorio a través del uso de implementos con cincel (arado de cincel vibratorio).
4. Labranza cero: la siembra se puede realizar directamente sin preparación del suelo con implementos. Este tipo de labranza ha ganado importancia a nivel mundial en los últimos años como un medio para proteger los recursos naturales y recuperar aquellos que han sido degradados, principalmente el suelo y el agua.

Otras actividades de mantenimientos de suelos o labores de cultivo incluyen:

- Producción de pastos: para lo cual se requiere no solo airear las capas del subsuelo, sino también crear surcos para hidratación y abonar el terreno.
- Reutilización de socas y residuos de la cosecha: requerido para evitar las quemas en las zonas cultivadas y permitir la conservación de propiedades del subsuelo.

El Ministerio de Agricultura [Ministerio de Agricultura, 1991], estimó que hay un promedio de 3,9 implementos por tractor para potencias superiores a 30 hp, con una vida útil promedio de 10 años[3]. En total, se estimó en aproximadamente 79.000 las unidades de implementos con la siguiente distribución: 32% corresponde a implementos de labranza primaria, 32% a implementos de labranza secundaria, 5% a equipos para siembra, 16% a equipo para labores culturales o de mantenimiento, y un poco más de 6% a equipos de transporte.

Ana María Mutis [Mutis, 1992], comparando las estimaciones hechas por el Ministerio y el nivel de ventas de Intall en 1990, afirma que la participación de la empresa fue del 9.1% en el mercado nacional total de implementos y del 12.7% en el mercado nacional de implementos de labranza y labores culturales, pasando en 1991 a un 15.7% en el primer caso. Según Fedearroz [Fedearroz, 2001], la empresa cuenta con mercado en Colombia, Centroamérica, Ecuador y Venezuela.

[3] Estos datos no incluyen implementos asociados a la siembra ni a labores de cultivo.

Se pueden diferenciar dos tipos de clientes en el sector: el consumidor final, con un nivel de mecanización de su proceso de producción y que por lo tanto usa tractor e implementos agrícolas, y el cliente intermedio o distribuidor de maquinaria, que se encarga de comprar los implementos para luego acompañar la venta del tractor con la del implemento. Los consumidores finales, en el año 1992, sumaron en promedio 28.000 unidades, cifra equivalente al parque de tractores en el país [Ministerio de Agricultura, 1991].

Respecto a los consumidores finales, para Jorge Burgos [Burgos, 2002], coordinador nacional de mercadeo línea agrícola en Gecolsa, la participación de agricultores en el mercado ha crecido, como por ejemplo en el caso de los ganaderos, que han tomado conciencia sobre su papel agricultor como un factor de importancia en la productividad de su negocio, iniciando actividades para el manejo de forrajes y praderas e incorporando dentro de sus recursos de producción los implementos agrícolas requeridos para tales actividades.

Dentro de los distribuidores actuales de maquinaria agrícola se encuentra Gecolsa, empresa con 80 años de presencia en el país, con cubrimiento nacional y más del 30% de participación en el mercado, pero que solo a partir de noviembre de 1999 incorpora en sus líneas de ventas la línea agrícola, acompañando la venta de tractores Caterpillar y New Holland con implementos agrícolas Baldan, importados de Brasil. Dado que algunos implementos Baldan no cumplen con determinados requisitos funcionales para el mercado colombiano, como dimensiones del implemento y del tractor requerido para su uso, Gecolsa distribuye adicionalmente otras marcas de implementos importados y nacionales tales como Montana y el cortamalezas que ensambla Agrotec [Burgos, 2002]. Otros distribuidores de importancia a nivel nacional son Casa Toro S.A. y Disnissan, quienes son representantes de John Deere en Colombia, tomando cada casa distribuidora la zona norte o sur del país. John Deere no solamente vende tractores sino que además tiene una línea completa de implementos agrícolas.

Gremios como Fedearroz [Fedearroz, 2001] tienen también un papel importante en la distribución de los productos, ya que a través de sus programas de financiación, ferias y otros, incentiva la compra de tractores e implementos agrícolas como cortamalezas rotativas, desbrozadoras, esparcidoras de abonos centrífugas, distribuidoras de abonos pendular, ahoyadores, cardanes para uso agrícola y partes de recambio, importados de Italia, España, Argentina y Estados Unidos por la firma Agrotec, empresa creada en 1958 bajo la razón social de Coldim; también se puede adquirir la línea de fumigación, máquinas para la producción de forraje, bombas accionadas con energía hidráulica, sembradoras abonadoras de labranza mínima, desgranadoras de maíz y fríjol importadas por Cime Agrícola Ltda., que además importa otros productos agroindustriales, máquinas y equipos. Finalmente, Fedearroz incluye en sus catálogos los productos de Montana, refiriéndose a ellos como productos innovadores y con el respaldo de la experiencia de una empresa resultado de la fusión de dos firmas de reconocimiento nacional.

Los criterios con los cuales los implementos agrícolas son evaluados en el mercado son, en orden de importancia [Mutis, 1992]:

1. Efectividad: que haga bien la función que realiza.
2. Eficiencia: que consuma el mínimo de tiempo y de energía.
3. Resistencia: resistente al uso y al abuso.
4. Manejo y mantenimiento: facilidad en su manejo, acceso a repuestos y mínimo tiempo de mantenimiento.
5. Marca: que sea de marca ampliamente conocida en el sector.
6. Precio: que sea de bajo precio.

Las marcas nacionales más reconocidas por los usuarios a finales de 1992 fueron en su orden: Interagro, Apolo, Intall y Enciso. En la evaluación hecha para cada una de las empresas referente a los seis criterios citados, Intall obtuvo la mejor calificación en los cuatro primeros e Interagro en los dos últimos. Sin embargo las diferencias entre las calificaciones del primer y segundo lugar, disputadas por Intall y por Interagro, no fueron muy significativas. En el caso de los distribuidores se presentó una variación en la valoración de cada marca respecto a los mismos seis criterios, en la que Intall solamente ocupó el primer lugar en efectividad, eficiencia y precio, Apolo en resistencia e Interagro en marca, manejo y mantenimiento [Mutis, 1992].

Para el ingeniero Aurelio Mutis, actualmente no podría afirmarse que Montana tenga competidores nacionales en cuanto a la fabricación de implementos, aun cuando es considerable el número de talleres pequeños que fabrican implementos, quienes no tienen el nivel tecnológico para competir con el nivel alcanzado por la empresa, pero que cuentan con algunas ventajas como menor pago de impuestos, menor costo de producción, menores costos administrativos, etc., lo que les permite vender más barato [Mutis, 2002]. Igual opina el ingeniero Jorge Enrique Burgos [Burgos, 2002], coordinador nacional de mercadeo línea agrícola en Gecolsa quien, con base en su conocimiento del mercado nacional, considera que Montana es líder en la producción de implementos agrícolas y que en la actualidad tiene un reconocimiento valioso en el sector agropecuario. Considera que la actitud emprendedora, proactiva y pujante, no sólo del ingeniero Mutis sino del gerente de ventas, además de la estructura de servicio al cliente que se ha ido construyendo, son factores que han influido en la obtención de este reconocimiento y en su consolidación como pionera a nivel nacional en la fabricación de implementos, ajustados a los requerimientos del mercado.

En Agrotec, el más inmediato competidor nacional de Montana, no es tan evidente o perceptible este tipo de actitudes, aun cuando su gerente es una persona preocupada por estar constantemente informada de la tendencia de los productos en el mercado, visitando ferias a nivel mundial y consultando otras fuentes de información. Finalmente el ingeniero

Burgos considera que la competencia de Montana son los productos importados, que con su robustez tecnológica y calidad disminuirían la probabilidad de subsistencia de las empresas nacionales si las políticas de importación permitieran el ingreso de los productos a precios competitivos en el mercado.

Fabricación de nuevos productos

La empresa, bajo el liderazgo del ingeniero Mutis, fue pionera en la fabricación en Colombia de los arados de cincel vibratorio, el renovador de praderas, la cultivadora rotativa y la desbrozadora. A pesar de que los productos mencionados, a excepción del renovador de praderas, no son nuevos en el mercado mundial, sí son productos que se diseñan y fabrican por primer vez a nivel nacional, pensando en satisfacer las condiciones locales del mercado y contribuir con la reducción de costos por hectárea cultivada. En opinión del ingeniero Mutis [Mutis, 2002], la creencia difundida en los fabricantes del sector es que las empresas "grandes" son las que pueden invertir en investigación y desarrollo, mientras las "pequeñas" se deben limitar a copiar a las grandes; esta falsa creencia le ha dado a la empresa ventaja sobre las demás empresas del sector que esperan copiar los productos nuevos que Montana saca al mercado.

El ingeniero Mutis [Mutis, 2001] considera que las principales fuentes de información utilizadas para generar nuevos productos son:

1. Los distribuidores de maquinaria, quienes tienen contacto con el mercado en general y pueden identificar necesidades inmediatas del sector en cuanto a operación y productividad del producto.
2. Ganaderos y agricultores que poseen más de 50 Ha. de tierra cultivable y por lo tanto poseen tractor, quienes en algunos casos exponen directamente sus necesidades al fabricante (caso renovador de praderas).
3. Gremios agropecuarios, quienes sirven como intermediarios entre fabricantes y clientes a través de actividades de financiación para la compra de maquinaria e implementos o a través de ferias, y cuyo aporte se concentra en el direccionamiento de necesidades enmarcadas en nichos específicos del mercado.
4. Instituciones con programas de investigación, en las que la obtención de información y de resultados surge en un proceso de intercambio de conocimiento con la empresa fabricante. Por ejemplo, Corpoica o la Universidad Nacional.
5. Personas externas de la empresa que desarrollan alguna actividad en el gremio o en el sector, como en el caso de los implementos de cincel.
6. El personal interno de la empresa, que cumple diversos papeles en el proceso de diseño y fabricación de nuevos productos, como se muestra a continuación:

- Gerente: es la persona que ha liderado todos los proyectos en Montana desde su inicio. Constantemente está visitando ferias internacionales, de donde extrae ideas para materializar en productos, crea y mantiene contacto con empresas extranjeras que lideran la producción de implementos, investiga constantemente en revistas u otros medios sobre nuevos desarrollos o tendencias de productos en el mercado, tiene conocimiento sobre normas técnicas ISO aplicables a los productos y se preocupa por establecer contacto con los usuarios finales de implementos propios o de otras marcas para evaluar el desempeño de los productos. Finalmente, es quien decide la ejecución del proyecto y lidera la etapa de diseño del producto, realizando la mayor parte de los aportes de ingeniería requeridos.
- Director de ventas: es la persona que establece el contacto directo entre la empresa y los clientes intermedios y usuarios finales. Entre sus principales roles está traer información sobre necesidades específicas de los clientes, valorar los productos propios y de otras marcas como fuente de información para hacer comparaciones y las mejoras que tengan lugar, participar en la etapa de prueba de prototipos para evaluar el desempeño y medir la aceptación, y finalmente dar la información de mercado requerida para tomar la decisión de innovar.
- Servicio al cliente: canaliza la información respectiva sobre desempeño de productos y conformidad del cliente.
- Jefe de producción: cargo ocupado por ingeniero Juan Guillermo Mutis, quien tiene bajo su responsabilidad la dirección y optimización de los recursos productivos de la empresa, aportando su conocimiento en la ingeniería de proceso principalmente. Por su manejo de *software* especializado y otras herramientas computacionales, tiene una importante contribución en la etapa de diseño del producto, razones por las cuales tiene a cargo el grupo de dibujantes de la empresa.
- Jefe de taller: dado el conocimiento técnico que tiene sobre cada operación del proceso productivo, es la persona consultada para valorar la fabricación de piezas, partes o subensambles del nuevo producto y para diseñar el proceso de producción.
- Dibujantes: su aporte se hace evidente en mejoras estéticas al diseño del nuevo producto. El conocimiento técnico de piezas o componentes existentes en las líneas actuales les permite hacer sugerencias de inclusión de nuevas piezas o la exclusión de algunas, en el producto diseñado.
- Subcontratistas: generalmente dan sugerencias sobre los planos que les son entregados para la elaboración de la pieza subcontratada. Están en capacidad de sugerir mejoras a los diseños en aras a obtener un producto

más eficiente y de mejor calidad. Estas sugerencias pueden ir desde modificaciones al diseño hecho en un plano hasta la identificación de mejores materiales de fabricación.

Según el ingeniero Aurelio Mutis [Mutis, 2001], cada producto nuevo se obtuvo bajo un proceso particular, dependiendo de circunstancias como acceso a fuentes de información, recursos, claridad del nuevo diseño requerido, entre otros, pero en términos generales se dieron los siguientes pasos:

- Identificación de la necesidad: que proviene de algunas de las fuentes ya citadas.
- Identificación de opciones adecuadas para responder a las necesidades encontradas; esta identificación se hace igualmente a través de las fuentes de información citadas, actividades de investigación e ingeniería desarrolladas por personal interno de la empresa o en menor medida con institutos de investigación.
- Estudio y análisis de ideas generadas tanto para el producto como para el proceso.
- Elaboración de prototipo para pruebas y ensayos. Es importante que las piezas o repuestos seleccionados para hacer parte del nuevo producto tengan a futuro disponibilidad en el mercado como estrategia para generar satisfacción en el cliente y que el precio de compra no afecte considerablemente el costo del producto, y consecuentemente su precio de venta.
- Lanzamiento al mercado del producto aprobado.
- Mejoramiento continuo del proceso, apoyado en actividades de retroalimentación con el mercado.

Para tomar la decisión de fabricar o no un nuevo producto se tiene en cuenta el mercado actual o potencial del producto, la capacidad tecnológica real instalada, la disponibilidad de recurso humano, físico, económico, etc., el volumen de producción requerido, la disponibilidad de materia prima, partes e insumos, a un precio competitivo y el comportamiento y tendencias del mercado. Adicionalmente el ingeniero Mutis [Mutis, 2001] opina que en los procesos de toma de decisión toma parte cierta subjetividad y aptitudes personales de quien lidera el proceso, formadas por la acumulación de experiencia o conocimientos previos.

Una situación identificada en los procesos de diseño y fabricación de nuevos productos, que se dio antes de la llegada del ingeniero Juan Guillermo Mutis, fue la alta rotación de los ingenieros que ocupaban el cargo de director de producción, generada porque una vez ellos alcanzaban la posición más alta posible en la estructura, decidían salir y establecer su propio taller de fabricación o buscar organizaciones donde tuvieran la posibilidad de ascender a mayores niveles, dificultando finalmente la acumulación de conocimiento alrededor de cada proceso de mejoramiento y fabricación de productos [Mutis, 2002; Puentes, 2001].

Las empresas que toman la decisión de innovar corren el riesgo de fracaso del proceso y de no aceptación del producto por parte del mercado, con las correspondientes consecuencias de tipo económico. Esto se suma al hecho de que los rendimientos, en caso de éxito del proyecto, se obtendrán a largo plazo. Adicionalmente existe un temor originado en las cambiantes políticas del Estado relacionadas con el desarrollo del sector y en lo que los empresarios denominan desigualdad de condiciones respecto a importadores. Esta incertidumbre en cierta manera minimiza el interés por realizar innovaciones, ya que no saben cuál va a ser la situación del sector en el plazo sobre el cual la innovación esté siendo desarrollada, implementada y comercializada en el mercado [Mutis, 2001].

Los mecanismos de cooperación y financiación de procesos de innovación para el sector no son estimulantes, ya que el empresario evalúa el riesgo de asumir una deuda de alta magnitud sin saber en qué condiciones el sector se moverá y cuál será el resultado de dicha innovación. En este sentido, la incertidumbre actúa frenando el proceso o induciendo formas alternativas de desarrollarlo, sin comprometer recursos de la organización en la adquisición de deudas con las entidades financiadoras.

Finalmente, el sector de fabricación de maquinaria y equipos para agricultura se encuentra permanentemente a la expectativa del comportamiento de los sectores metalúrgico y agropecuario, para los cuales son cliente y proveedor respectivamente. Las variaciones en el comportamiento de estos sectores afectan directamente el desempeño propio y por lo tanto aumentan el nivel de incertidumbre sobre la decisión de innovar o no, dado el riesgo económico.

En concepto del ingeniero Puentes [Puentes, 2001], algunas limitaciones a nivel de fabricantes para desarrollar innovaciones, es la carencia de laboratorios y equipos de medición con los cuales hacer pruebas rigurosas sobre materiales, estructuras y equipos principalmente, lo que les permitiría generar y mejorar el nivel de investigaciones. Otro factor muy usual, es la escasez de ingenieros que realicen aportes tecnológicos al producto.

Bibliografía

AFUAH, Allan, *La dinámica de la innovación organizacional*, México, Oxford University Press, 1999.

ALFARO, R. R. y otros, "Respuesta de un suelo compactado a cuatro tratamientos de labranza en el valle del Alto Magdalena. Suelos ecuatoriales", en *Revista de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo,* 1995, Vol. 25, pp. 56-76.

AYAS, Karen, "Proyect design for learning and innovation: lessons learned from action research in an aircraft manufacturing company", en *Organizational learning and the learning organizations,* London, Sage Publications, 1999, pp. 176-193.

BENCHMARKING, Universidad de los Andes, 2000, Sala virtual, Facultad de Administración.

BURGOS, Jorge Enrique, coordinador nacional de Mercadeo Línea Agrícola, en Gecolsa, entrevista de abril 4 de 2002.

BURTON, John, "Innovation, entrepreneurship and the firm: a post-Schumpeterian approach", en *International Journal of Technology Management*, Vol. 17, No. 1/2, 1999, pp. 16-33.

"¿Listo el sancocho?", en Revista *Cambio*, 6 de agosto de 2001.

Catálogo de productos Intall Interagro, a diciembre de 2001.

Catálogo de productos Industria de Estufas Continental Ltda., a diciembre de 2001.

COLCIENCIAS, "La innovación tecnológica como factor de desarrollo", en *Colombia, Ciencia y Tecnología*, Vol. 15, No. 4, Oct.-Dic. 1997, pp. 6-7.

CORONA, Juan Manuel, "Organización, aprendizaje e innovación en la empresa: un estudio de caso", en *Comercio Exterior,* México, Vol. 46, No.10, Oct. 1996, pp. 785-794.

CORPORACIÓN CALIDAD, *Innovación y cultura de las organizaciones en tres regiones de Colombia,* Bogotá, Corporación Calidad, 2000.

CORPOICA, Plan de desarrollo y transferencia de tecnología en labranza y conservación de suelos, en www.corpoica.org.co/html/planes/labranza/texto/suelos.html, Bogotá, 2001.

"Sector agrícola crece, a pesar de todo", en revista *Dinero*, febrero 16 de 2001.

"Potencial que despierta", en revista *Dinero*, junio 22 de 2001, p. 172.

"Paso a la tecnología", en revista *Dinero*, noviembre 9 de 2001.

DRUCKER, Peter, *La innovación y el empresario innovador*, México, Editorial Hermes, 1988.

Estados Financieros 2000, Industria de Estufas Continental Ltda.

EVERETT M., Rogers, *Diffusion of innovations*, 4 ed., New York, The Free Press, 1983.

FEDEARROZ, Productos, www.fedearroz.com.co

GALLIVAN, Michael, *Organizational adoption and assimilation of complex technological innovations: Development and application of a new framework,* New York, 2001, Vol. 32, No. 3, pp. 51-85.

GERVASE R., Bushe, *Estructuras paralelas de aprendizaje*, Washington, Addison Wesley, 1993.

GMARCH, James y otros, "Learning from samples of one or fewer", en *Organizational Learning. Organization Science,* Thousand Oaks, California, Sage Publications, Sproull

Editores, 1995, pp. 1-19.

HENDERSON, Rebecca M., "Technological Change and the management of architectural knowledge", en *Organizational Learning. Organizational Science*, Thousand Oaks, California, Sage Publications, Sproull Editores, 1995, pp. 359-375.

HUBER, George P., "Organizational Learning: the contributing processes and the literatures", en *Organizational Learning. Organization Science*, Thousand Oaks, California, Sage Publications, Sproull editores, 1995, pp. 124-162.

Industria de Estufas Continental Ltda., Manual de procesos 2001.

JARAMILLO, Hernán y otros, *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá,* Bogotá, Tres Culturas Editores, 2000.

KERSSENS, van Drongelen y otros, "Describing the issues of knowledge management in R&D: towards a comunication and analysis tool", en *R&D Management*, Vol. 26, No. 3, 1996, pp. 213-229.

KOTHA, Sures, "Mass-customization: a strategy for knowledge creation and organizational learning", en *International Journal of Technology Management*, Vol. 11, No. 7/8, 1996, pp. 846-858.

L.G., Thomas, "Spare the rod and spoil the industry: vigorous competition and vigorous regulation promote global competitive advantage", Documento de trabajo, Columbia Business School, 1989.

LEI, D.T., "Competence building, technology fusion and competitive advantage: the key roles of organizational learning and strategic alliances", en *International Journal of Technology Management*, 1997, Vol. 14, No. 2/3/4, pp. 208-237.

LEVITT, Bárbara y GMARCH, James, "Organizational Learning", en *Organizational Learning. Organizational Science*, Thousand Oaks, California, Sage Publications, Sproull editores, 1995, pp. 516-540.

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela, "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá, 2003.

MAJCHRZAK, Ann y otros, "Technology adaptation: The case of a computer-Supported Inter-organizational Virtual Team", en *MIS Quarterly,* Vol. 24, No. 4, Dic. 2000, pp. 569-600.

MANGEMATIN, Vincent y NESTA, Lionel, "What kind of knowledge can a firm absorb?", en

International Journal of Technology Management, Vol. 18, No. 3/4, 1999, pp. 149-172.

MARÍN M., Henry, *Organización de aprendizaje, cultura organizacional, gerencia del cambio*, Medellín, Impregón S.A., 1998.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, *Problemática actual de mecanización agrícola en Colombia y algunas alternativas de solución*, Bogotá, febrero de 1991.

MING-JI, James Lin, "The research on the measurement of corporate technology capability", en *International Journal of Technology Management*, Vol. 13, No. 2, 1997, pp. 133-139.

MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR, BACEX, www.mincomex.gov.co/bacex.asp, Bogotá, marzo de 2001.

MONTERROSA Q., Claudia L., "Modelo de estudio para casos en gestión de tecnología en las empresas colombianas", Tesis Ingeniería Industrial, Bogotá, Universidad de los Andes, 1997.

MORENO LÓPEZ, Arnulfo, socio Industria de Estufas Continental Ltda. y jefe de Despachos, entrevista personal, junio de 2001.

MORENO LÓPEZ, Fabio, socio Industria de Estufas Continental Ltda. y jefe de Producción, entrevista personal, octubre de 2002.

MUTIS SERRANO, Ana María, Estrategia de mercadeo para una empresa de maquinaria agrícola, Bogotá, Tesis Ingeniería Industrial, Bogotá, Universidad de los Andes, 1992.

MUTIS, Aurelio, gerente general Intall Interagro, entrevista, diciembre 4 de 2001.

MUTIS, Aurelio, gerente general Intall Interagro, entrevista, febrero 4 de 2002.

MUTIS, Aurelio, gerente general Intall Interagro, entrevista, noviembre de 2002.

NONAKA, Ikujiro y TAKEUCHI, Hirotaka, "A theory of organizational knowledge creation", en *International Journal of Technolgy Management*, Vol. 11, No. 7/8, 1996, pp. 833–845.

PERE, Escorsa y JAUME, Valls, *Manual de gestión e innovación tecnológica en la empresa*, Santiago, Cinda, 1997.

PORTER, Michael E., *The competitive advantage of nations*, New York, Free Press, 1990.

PROEXPORT, "Inteligencia de mercados", www.proexport.gov.co, Bogotá, marzo de 2001.

PUENTES, Luis Hernando, profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Agrícola, entrevista de diciembre 20 de 2001.

REYES, Alfonso y ZARAMA, Roberto, The Process of Embodying Distinctions – A Re-

construtión of the Process of Learning, en Cybernetics & Human Knowing, Vol. 5, No. 3, 1998, pp. 19-33.

ROLF STERNBERG, Olaf Arndt, "The firm or the region: What determines the innovation behavior of European firms?", en Economic Geography, Worcester, Oct. 2001, Vol. 77, No. 4, pp. 364-382.

SALAZAR ACOSTA, Mónica, "Panorama de la innovación tecnológica en la industria colombiana", en revista ANDI, No. 151, marzo-abril de 1998, pp. 66-74.

SCARSO, E. y BOLISANI, E., "Technology transfer to supplier-dominated sectors. Lessons from the difussion of CAD in the fashion industry", en International Journal of Technology Management, Vol. 12, No. 4, 1996, pp. 421- 437.

SEELY BROWN, John y DUGUID, Paul, "Organizational learning and communities of practice: toward a unified view of working, learning and innovation", en Organizational Learning. Organization Science, Sproull Editores, 1995, pp. 58-82.

SENGE, Peter, La danza del cambio: los retos de sostener el impulso en organizaciones abiertas al aprendizaje, Bogotá, Edit. Norma, 2000.

SIMON, Helbert A., "Bounded rationality and organizational learning", en Organizational Learning. Organization Science, Sproull Editores, 1995, pp. 175-194.

Sistema Información Comercial de Industria de Estufas Continental, 2001.

SLAPPENDEL, Carol, "Perspectives on innovation in organizations", en Organization Studies, Berlin, 1996, Vol.17, No. 1, pp. 107-114.

TIDD, Joe, and TREWHELLA, Martin J., "Organizational and technological antecedents for knowledge acquisition and learning", en R&D Management, Vol. 27, No. 4, 1997, pp. 359-375.

UNIVERSIDAD DE SUCRE, Equipos de labranza primaria, en www.unisucre.edu.co/maquinariaIngAgr/E_lab_prim/

WREN, Daniel A. y GREENWORD, Ronald G., Los innovadores de las grandes organizaciones, México, Edit. Oxford, 1999.

ZULETA, Alberto y COCK, Jorge Eduardo, "El sector productor de implementos agrícolas para tractores en Colombia", en revista ANDI, Bogotá, julio de 1988.

Grupo Diaco S.A., Planta Tuta

Dolly Yazmín Camacho Corredor
Jorge Humberto Saavedra

Nota aclaratoria:

La información sobre el Grupo Siderúrgico Diaco S.A. corresponde a la existente a finales de 2001; igualmente, la información puede contener algunas imprecisiones y desactualizaciones debido a las dificultades normales de una investigación de este tipo.

Adicional, se precisa que Sidelpa no forma parte del Grupo Siderúrgico Diaco S.A.; cuando se dice Simesa, se está refiriendo a la Planta Medellín de Diaco, y cuando se menciona a Sidemuña, se está hablando de la Planta Muña-Bogotá de Diaco.

Introducción

Esta investigación forma parte del proyecto "Estudios de caso sobre el proceso de innovación, sus determinantes e impacto en la industria manufacturera colombiana", dirigido por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología –OCyT–, con el respaldo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC, y tiene como propósito específico el estudio de dos casos del sector metalúrgico en Boyacá.

Realizado por los profesores investigadores de la UPTC: Jorge Humberto Saavedra de la Escuela de Metalurgia, y Dolly Yazmín Camacho C., de la Escuela de Administración de Empresas, con la participación de Sandra Nadyuri Acevedo Ávila, ingeniera metalúrgica, y Jenny Edith Parada Camargo, administradora de empresa, como auxiliares de investigación.

La investigación está apoyada en los marcos teórico y metodológico determinados para este proyecto por el grupo investigador del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

En el departamento de Boyacá se escogieron inicialmente tres empresas representativas de este sector: Grupo Diaco S.A., específicamente la planta productiva del municipio de Tuta, Boyacá; Laminados Andinos S.A. de Duitama, y Aceros Sogamoso Ltda., ubicada en la ciudad de Sogamoso. El estudio de caso de Laminados Andinos no fue posible terminarlo por la carencia de información para analizar el impacto que la empresa ha tenido en el sector.

Este trabajo corresponde a la Planta Tuta del Grupo Siderúrgico Diaco S.A., está dividido en 6 puntos, el primero representa la caracterización de la empresa desde su fundación hasta el momento actual; el segundo punto presenta un análisis del mercado a nivel global, regional y local; el tercer punto corresponde al comportamiento competitivo

de la empresa; el cuarto punto determina cómo ha sido el manejo de la tecnología y la innovación en la última década y primeros años; el quinto presenta el análisis de la innovación, haciendo énfasis en las etapas de desarrollo tecnológico que se han dado en la empresa, las principales tecnologías que se han adaptado y los equipos mejorados e innovados por la empresa. El sexto punto analiza el impacto que el desarrollo tecnológico y la innovación ha representado para la empresa; finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Igualmente, se ha incluido un breve glosario de conceptos metalúrgicos con el propósito de orientar al lector.

Presentación de la Empresa

Nombre: GRUPO Diaco S.A., Planta Tuta.
Dirección: Carretera Central del Norte Km. 27, Tuta (Boyacá).
Productos que vende o servicios que ofrece: barras corrugadas o sismorresistentes, barras lisas, ángulos, Tees, canal U, cuadrados.
Productos que compra o servicios que utiliza: chatarra, ferroaleantes, electrodos, refractarios, caliza, energía, entre otros.
Producción actual: 250. 000 toneladas/año.
Número de operarios en planta: 186 en Tuta (producción) y 87 en Bogotá (gerencial).
Nombre del gerente: Armando Garrido Otoya.
Teléfono: (0987) 403393- 403383.

Caracterización de la empresa

Reseña histórica

La actual Planta Tuta[1] (Integrante del Grupo Diaco S.A.) es una empresa siderúrgica semiintegrada de carácter privado. Adquiere existencia jurídica en mayo de 1961, por iniciativa de un grupo de empresarios boyacenses y españoles bajo el nombre de Metalúrgica Boyacá S.A.

En el mismo año de su fundación, la empresa inicia operaciones con la instalación de un tren de laminación para transformar despuntes de palanquilla suministrados por Acerías Paz del Río S.A.

En febrero de 1965 pone en funcionamiento un segundo tren de laminación, con un horno de precalentamiento incorporado. Después de 10 años de vida productiva monta el tercer tren.

[1] La empresa anteriormente conocida como Siderúrgica Boyacá actualmente hace parte del Grupo siderúrgico Diaco, bajo el nombre de "Planta Tuta" y dentro del grupo está encargada de producir toda la palanquilla de acero estructural que se utiliza como materia prima en todas las empresas del grupo. Este estudio de caso de innovación se refiere únicamente a la "Planta Tuta".

El primer avance de desarrollo tecnológico se hizo en el año de 1974. La empresa adquiere e instala la planta de acería con un horno eléctrico de 14 toneladas, 10 MVA, para fabricar lingotes de 115 mm X 115 mm, mediante el sistema de colada reina y un tren desbastador.

En 1978 se instaló la máquina de colada continua para la acería con el fin de sustituir la colada reina, dicha unidad permite trabajar con dos hilos de 70 X 70 mm y 115 X 115 mm; simultáneamente se instala la mesa de enfriamiento en el tren No. 1, y se implementa el servicio del espectrómetro que permite agilizar los análisis de control de calidad.

En 1980 se produjo el acoplamiento de los trenes (380 mm y No. 3), para alimentar directamente con palanquilla de 115 X 115 mm. Por está misma época, entró en servicio el sistema de válvulas deslizantes, para el control del flujo de acero de la cuchara al tundish, de la máquina de colada continua.

En 1981 se inicia el proceso de optimización de la planta, con la aprobación de la licencia global de importación de equipos, destinados a ampliar la capacidad instalada, automatizar los procesos de acería y laminación y establecer nuevos laboratorios para análisis metalográficos y ensayos físicos.

El 12 de marzo de 1983 se cambia la razón social de la empresa a Siderúrgica de Boyacá S.A. (Sideboyacá). En el primer semestre de 1983, la planta se complementa con los siguientes equipos: un nuevo tren de desbaste de 450 mm para la palanquilla de 115 X 115 mm, la cizalla compactadora de chatarra, el controlador de demanda máxima, la mesa de enfriamiento en el tren No. 3 y el laboratorio metalográfico.

Paralelamente se establecen talleres de mantenimiento, máquinas, herramientas, almacenes de suministros y materias primas (chatarra de acero a granel, calizas, electrodos, ferroaleaciones, refractarios, cilindros de laminación y carburantes en general), bodegas para productos terminados y toda la infraestructura de apoyo necesario.

En 1986 se cambia la cuba del horno eléctrico por una nueva de 30 toneladas, con piquera excéntrica de colada por el fondo, paredes refrigeradas y páneles de cobre. Entra en funcionamiento un transformador de 22 MVA en el horno eléctrico. Se instala un nuevo horno de precalentamiento de la palanquilla en el tren No. 2.

En 1987 entra en servicio la tercera línea de la máquina de colada continua y la prensa de chatarra, inicia operación el sistema de afino de cuchara.

En 1989 la empresa compra un horno OBT de 40 toneladas y pone a funcionar los siguientes equipos: dos puente-grúas de 75 toneladas de capacidad, cada uno en la nave de colada de acería, un transformador de 50 MVA en escalonamiento para el horno eléctrico, tren continuo No. 2, enfriamiento controlado para producción de barras de refuerzo para concreto en el tren No. 2, sistema de producción en Slitting para redondos de baja sección en el tren No. 2 y laminación de perfiles semiprensados en el tren No. 3.

En 1990 entran en funcionamiento la cuarta línea de la máquina de colada continua y el sistema depurador de humos para el control de emisiones atmosféricas.

En la década de los años noventa, la apertura económica obligó a la empresa a cambiar las estrategias empresariales, desarrollar políticas de mejoramiento continuo y actualizar las tecnologías de los procesos, para poder mantenerse en el mercado nacional e internacional.

En la década de los años noventa la empresa desarrolla importantes proyectos de adaptación y mejoramiento de equipos, como el transformador de 43 MVA en el horno, la repotenciación de la cizalla, repotenciación de MCC, Tundish Delta y el montaje de los equipos de oxi-corte. Igualmente, inicia el montaje, mantenimiento y certificación del programa de aseguramiento de la calidad, norma ISO 9002 y los sellos de calidad ICONTEC y un importante programa de depuradores de humos para control del medio ambiente. Actualmente la empresa ha construido los siguientes perfiles de Visión y Misión:

Visión: "Ser la marca preferida en el negocio del acero a nivel nacional, con proyección internacional, comprometidos con la excelencia". [2]

Misión: "Entregar al mercado aceros de calidad para la construcción y la industria, con servicio y condiciones comerciales competitivas, garantizando una rentabilidad adecuada a los accionistas, aportando nuestro talento y recursos al bienestar económico y social del país".[3]

Con el propósito de mejorar, implementar, desarrollar y tener un mejor manejo de la tecnología, la empresa creó la Vicepresidencia de Mantenimiento y Proyectos.

Estructura organizacional

Actualmente, la Planta Tuta es la empresa principal del Grupo Siderúrgico Diaco S.A., la cual fabrica el acero para las empresas del grupo y realiza labores de laminación. Las otras empresas que conforman este consorcio son: Siderúrgica del Pacífico S.A. (SIDELPA), que elabora aceros especiales, Siderúrgica de Medellín S.A. (SIMESA) y Siderúrgica del Muña S.A. (SIDEMUÑA), que tiene labores de laminación y trefilación. Diaco es la encargada de la comercialización de toda la producción del grupo.

Diaco es una organización conformada a través de la fusión de plantas siderúrgicas. Esta alianza le da a la Planta Tuta y al grupo, un fortalecimiento estratégico dentro del mercado nacional del acero y la posiciona favorablemente frente a los requerimientos competitivos actuales.

En la actualidad el grupo cuenta con las más importantes empresas productoras y comercializadoras de acero, organizadas para distribuir de una manera óptima el material producido por las siderúrgicas del grupo.

Esta red de distribución se encuentra estratégicamente ubicada en las principales ciudades del país para garantizar la colocación oportuna y completa de la canasta de productos.

---

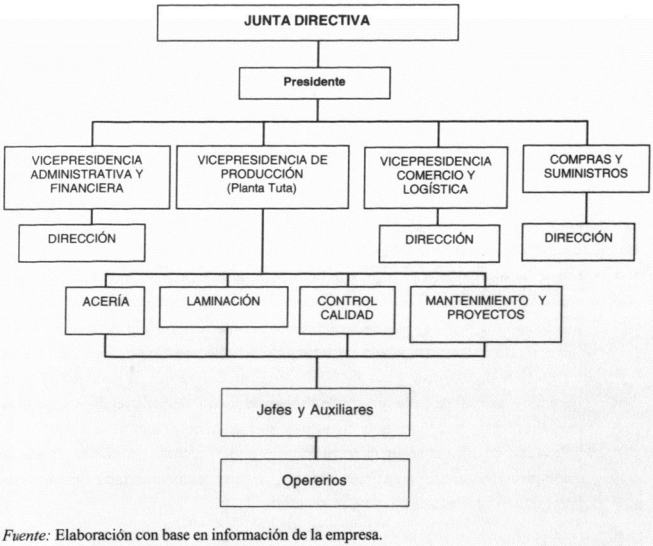
[2] Grupo de investigación en innovación UPTC, con base en encuestas a Planta Tuta.
[3] *Ídem.*

Con el propósito de evitar esfuerzos múltiples y competencias entre las empresas Diaco S.A. tiene como estrategia de organización asignar partes del proceso productivo a cada planta del grupo. La producción del acero le corresponde a la Planta Tuta (antigua Sideboyacá).

La estructura organizacional de la empresa conserva siete niveles jerárquicos, como se muestra en el **Diagrama 1**, los cuales mantienen constante comunicación a través de reuniones diarias para detectar las necesidades, evaluarlas y dar soluciones. La estructura organizacional de la Planta Tuta depende de la Vicepresidencia de Producción que opera en Bogotá. En la Planta Tuta se tienen cuatro Superintendentes (Laminación, Acería, Control de Calidad y Mantenimiento y Proyectos) al mismo nivel, lo que le confiere un carácter de organización casi plana. El análisis de la situación y necesidades de la empresa se realiza de manera concertada y consultada entre los superintendentes y demás trabajadores de la planta, logrando así conformar propuestas objetivas, con alto grado de viabilidad, para que sean definidas en las instancias superiores del Grupo Diaco.

Diagrama 1

Estructura Organizacional Grupo Diaco.

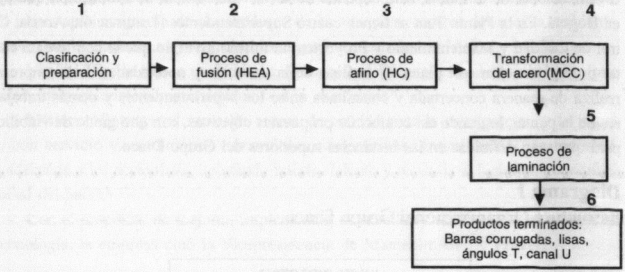


Fuente: Elaboración con base en información de la empresa.

Proceso productivo

La Planta Tuta del Grupo Diaco S.A. es una siderúrgica semi-integrada, que produce acero y posteriormente fabrica perfiles y varillas, a partir de chatarra. El **Diagrama 2** ilustra este proceso.

Diagrama 2
Proceso Productivo



Fuente: Grupo de Investigación Innovación, UPTC.

- **Clasificación y preparación de la chatarra**: la chatarra utilizada para la fabricación de acero es de origen nacional; esta es llevada por los chatarreros a los patios de recolección, donde se selecciona y clasifica de acuerdo a su tamaño y composición. Debido a que la chatarra llega con dimensiones muy irregulares, se utiliza la fragmentadora para homogeneizarla en partes, luego se lleva una porción a la compactadora, y finalmente se organiza para llevarla al horno. Esta preparación y acomodación de la chatarra, disminuye consumos de energía y evita hacer varios recargues al horno.
- **Proceso de fusión**: se lleva a cabo en el Horno Eléctrico de Arco tipo OBT, de paredes refrigeradas y colada por el fondo, con capacidad de 45t, donde se funde la chatarra a 1.650°C hasta obtener acero líquido. Para este proceso de fusión, la empresa ha implementado un sistema robotizado de Co-jets, que permite la inyección de oxígeno y carbón fino o grafito, con el que se produce energía química, la cual se combina con la energía eléctrica, disminuyendo los tiempos en el proceso de fusión de la chatarra y ahorrando consumos de energía.
- **Proceso de afino**: se lleva a cabo en el horno cuchara, donde se ajusta la composición química para obtener las propiedades deseadas, principalmente control de azufre, fósforo, silicio y manganeso.

- **Transformación del acero**: el proceso de transformación del acero líquido en sólido se realiza en la máquina de colada. Para lograr la solidificación el acero es vertido en moldes de cobre refrigerados, al final de los cuales se obtiene el acero sólido de sección cuadrada, llamado palanquilla. La palanquilla se constituye en materia prima en el proceso de laminación.
- **Laminación**: para este proceso se tienen habilitados dos trenes de laminación, donde se realizan las etapas de adelgazamiento del acero hasta lograr los diámetros deseados, de acuerdo con las especificaciones del producto.
  Adicional a este proceso y con el fin de darle al acero propiedades de dureza y resistencia, se lleva a cabo el tratamiento de **termotratado,** que consiste en hacer pasar el acero laminado por duchas de agua a una presión determinada. El acero al que se le hace este tratamiento, es destinado a la fabricación de barras sismorresistentes.
- **Productos terminados:** Los productos que tiene actualmente en el mercado la Planta Tuta y que dentro de la alianza estratégica son distribuidos y comercializados por el Grupo Diaco S.A. son:

  - Canal U
  - Cuadrados
  - Platinas
  - Redondos lisos
  - Sismorresistentes o varilla corrugada
  - Ángulos de alas iguales
  - T y doble T

Análisis del mercado

El sector siderúrgico es considerado como un sector básico para el desarrollo económico. El acero es un material importante, estratégico e indispensable en el desarrollo de los países, de su industria y su capacidad económica, ya que constituye el primer eslabón de importantes cadenas productivas, como son la metalmecánica y la construcción, las cuales han mostrado buenos desempeños económicos y tecnológicos, tal como lo determina el capítulo de caracterización de la cadena metalúrgica-metalmecánica.

Una de las características más importantes del sector metalúrgico es la de ser productor de la industria básica del hierro y acero, que a la vez es materia prima de industrias dinámicas con altos requerimientos tecnológicos. Lo anterior implica que el sector metalúrgico para su proceso productivo debe tener importante inversión económica, personal calificado, capacitación permanente y alto grado de desarrollo. Igualmente, este tipo de industrias se caracteriza por tener productos muy determinados, de allí que los cambios e innovaciones se den principalmente en los procesos productivos, más que en el desarrollo de nuevos

productos o en los sistemas de comercialización. La inversión en maquinaria y equipo está destinada principalmente al aumento de la capacidad instalada y de la productividad.[4]

Las condiciones de la industria siderúrgica, la llevan a constituirse en un mercado de tipo oligopólico.

La producción mundial de acero en el año 2000 alcanzó un total de 847 millones de toneladas, de las cuales América Latina contribuyó con un total de 56 millones, lo que representó el 6.6% de la producción global. Del total de acero producido en América Latina, Colombia contribuye con 0.7 millones de toneladas, aproximadamente el 1.3% de la producción latinoamericana.

Boyacá es el departamento que produce la mayor cantidad de acero en Colombia, aproximadamente el 87%. La producción de acero en la empresa —Grupo Diaco— es de 290.000 toneladas año, cifra que representa el 42% de la producción nacional; la Planta Tuta aporta un total de 250.000 toneladas año de producción.

La elaboración del acero en Colombia se realiza en dos tipos de industria básicamente: la industria de clase integrada, representada por Acerías Paz del Río, empresa que actualmente, debido a una infraestructura no actualizada, al bajo rendimiento del mineral de hierro y a algunas dificultades administrativas, la tienen en difícil situación económica. De otra parte, las industrias semi-integradas (caso Grupo Diaco) han logrado un desarrollo económico importante, un manejo competitivo de costos y un aumento en su capacidad productiva, que les ha permitido permanecer con solvencia en el mercado nacional y estar preparadas para el mercado internacional.

Los sectores siderúrgico y metalmecánico totalizaron en el período[5] 96-99 el 17.0% de la producción bruta nacional, de igual manera, participaron en el 17.7% del empleo nacional y generaron el 15.7% del valor agregado de la nación; constituyéndose esta cadena, en una de las bases del actual desarrollo industrial colombiano. La apertura realizada durante los últimos años, ha medido y equilibrado la capacidad de estas industrias, al competir de forma directa con los productos importados. Pese a ello, se ha incrementado la producción industrial debido a la entrada de bienes del exterior, que marcan pautas muy altas de calidad a los fabricantes nacionales; de igual forma este hecho ha originado numerosas prácticas desleales de comercio, tales como el contrabando y el *dumping* de importaciones.

El sector siderúrgico se puede considerar como punto de partida del proceso de producción de otros sectores, por ser el acero la materia prima básica de muchas industrias del país; esto muestra la importancia que cumple en la cadena productiva, su participación en el conjunto de la actividad económica, por los crecientes coeficientes de inversión y

---

[4] Durán, Xavier y otros, *Innovación tecnológica en Colombia,* Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Colciencias, Bogotá, Departamento Nacional de Planeación, 2000.

[5] Para ampliar esta información ver Vargas y Malaver (2003).

por la generación final del empleo. De acuerdo a la Encuesta Anual Manufacturera, los sectores metalúrgico y metalmecánico contaban para 1999 con 1.512 establecimientos industriales entre pequeñas y grandes empresas.

Es de resaltar que en Boyacá, la industria cuenta con tres tipos de sectores de relativa importancia: la siderúrgica, los materiales de construcción y las bebidas, los cuales generan el 81% del empleo industrial de Boyacá. Ver **Cuadro 1**.

Las cifras anteriores muestran que del total de la producción nacional de acero, en la Planta Tuta se produce el 36% aproximadamente; el mayor competidor es la empresa Acerías Paz del Río, cuya producción representa el 35% del mercado nacional. Los otros competidores importantes corresponden a Aceros Sogamoso y Laminados Andinos, empresas que igualmente son objeto de estudio por parte de este grupo investigador. Según el informe presentado en el Primer Congreso Latinoamericano del Acero, Boyacá produce 580.000 toneladas año de acero, lo que representa el 87.88% de la producción nacional.

Es importante resaltar que las empresas del sector metalúrgico seleccionadas para estos estudios de caso, sacan los mismos productos al mercado, con presentaciones y características de calidad muy similares, lo que permite concluir que sus procesos productivos y comerciales son similares.

Cuadro 1

Consumo nacional de acero

Total consumo nacional	1.500.000 Ton./Año
Producción nacional	700.000 Ton./Año
Importaciones	800.000 Ton./Año

Producción nacional

Acerías Paz del Rio	240.000
Grupo Diaco*	290.000
Aceros Sogamoso	70.000
Laminados Andino	60.000
Otros	40.000

Fuente: Ramírez (2002).

* De este total la Planta Tuta produce aproximadamente 250.000 toneladas año, la producción restante corresponde a aceros especiales de la Planta Sidelpa.

Comportamiento competitivo de la empresa

Dadas las características propias del producto que se elabora en las empresas siderúrgicas, cuyo principal uso es el mercado de la construcción y el metalmecánico, así como las condiciones de mercado oligopólico de su comercialización, este sector productivo se ve abocado a explorar permanentemente los avances tecnológicos que se originan en el mercado mundial. Lo anterior obliga a que las empresas conozcan, incorporen, adapten y mejoren los adelantos tecnológicos que se van dando para la producción del sector. Es importante recordar que en el sector productivo en el cual se desempeña esta empresa sólo es posible que se presente innovación de procesos y en casos especiales innovación de mercado, en razón a que las características del producto están dadas por estándares de calidad predeterminados que hacen limitada la variedad en la presentación del mismo.

En este sentido, la Planta Tuta del Grupo Diaco, permanentemente está desarrollando proyectos para la optimización de la acería y la laminación, mediante la implementación de tecnología con nuevo *software* de procesos y ciclos de mejoramiento continuo. La meta que se tiene es disminuir tiempos y costos de producción para competir, permanecer y ampliar el mercado.

Las estrategias que adelanta la empresa en estudio, están representadas en el permanente ejercicio de conocer los adelantos, desarrollos y avances que se dan en los principales países productores de acero, y en la capacidad que presenta el recurso humano tanto en los conocimientos y destrezas que posee, como en la capacitación permanente que estos reciben para lograr implementar, adaptar y mejorar las tecnologías adquiridas, logrando innovaciones importantes. Estas ventajas le han permitido desarrollar frente a la competencia fortalezas competitivas en el posicionamiento del mercado.

Las estrategias competitivas, señaladas en el párrafo anterior, han estado apoyadas por los vínculos que la empresa estableció con la acería de Bandeu, Alemania y otras empresas asesoras internacionales mediante las siguientes acciones:

- Contratación de asesorías con firmas nacionales y extranjeras.
- Viajes y visitas técnicas a empresas del exterior.
- Capacitación con estudios no formales a ingenieros.
- Alianzas estratégicas.
- Convenios.

- **Contratación de asesorías con firmas nacionales y extranjeras:** con el propósito de conocer los adelantos tecnológicos y buscar una capacitación para los empleados, la empresa tiene programas de capacitación interna y asesorías externas en los procesos de producción y administración para desarrollar programas estratégicos que le permitan mejorar el proceso productivo.

Así, la asesoría de la firma Mackenzie, mediante capacitaciones de adecuación, mejoramiento continuo y reingeniería, le permitieron conocer los puntos críticos de la planta y actuar sobre ellos.

El programa "táctica japonés" o de las "cinco S", que consiste en iniciar bien el día, cero desorden, eficiente gestión administrativa para cumplir con los objetivos financieros de la empresa, plan de capacitación estratégico donde exista buena salud mental y se eliminen las deficiencias; que cada trabajador descubra el orden, el aseo, la salud y la autodisciplina para desarrollar sus propias conductas y características que le permitan identificarse en el trabajo como un ser único.

La estrategia anterior le permite a la empresa desarrollar políticas de menores errores y cero tiempos muertos, impulsar programas de valores mediante los cuales se pretende que el trabajador aproveche mejor el tiempo y se pueda desempeñar como gerente de su propio cargo.

- **Viajes y visitas técnicas a empresas del exterior:** el Grupo Diaco S.A. realiza visitas a empresas del exterior para desarrollar investigaciones basadas en datos históricos, estadísticos y de mejoramiento; estas investigaciones les permiten comparar los resultados de su empresa con las extranjeras, especialmente en lo relacionado con los consumos de energía y materias primas; el propósito es buscar que los procesos productivos y los costos se acerquen y sean más competitivos.
- **Capacitación continuada y estudios de postgrados a ingenieros:** la empresa apoya la formación de los ingenieros en estudios de postgrados en Colombia y en el exterior, así como cursos de educación continua.
- **Alianzas estratégicas:** varias empresas del sector se fusionaron y adoptaron estrategias empresariales, como cierre de plantas, redistribución de mercados, desarrollos tecnológicos. Así nace el **Grupo Siderúrgico Diaco S.A.,** integrado, como se anotó anteriormente, por las siguientes empresas subespecializadas en la producción: Sidelpa, que es la empresa encargada de la fabricación de aceros especiales; Sidemuña y Simesa de realizar la laminación de aceros para la construcción; Planta Tuta (antigua Sideboyacá), de producir la palanquilla y realizar el proceso de laminación, y Diaco, dedicada a la distribución del acero.

  Actualmente se desarrolla una nueva alianza estratégica con la empresa Laminados Andinos para la producción de perfiles figurados, en la cual la Planta Tuta suministra la materia prima (palanquilla).

  La alianza de estas empresas permite unir fortalezas y salvar el sector metalúrgico en el país, ya que este grupo produce y comercializa aproximadamente el 60 % de la producción total de acero.

- **Convenios:** la empresa genera investigación y desarrollo mediante convenios con universidades e instituciones nacionales. El Grupo Diaco S.A., mantiene un convenio con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Colciencias, a través del cual ejecuta proyectos de investigación para mejorar la tecnología de la empresa.

  De igual manera, los proveedores de tecnología dan la capacitación necesaria cuando la empresa adquiere equipos, los proveedores de materias primas suministran capacitación y soporte, no sólo para el proceso productivo, sino también para la implementación de *software* y repuestos de equipos.

Capacidades distintivas

El perfil competitivo que caracteriza a la empresa y que le permite desempeños superiores frente a la competencia es el resultado de las políticas de capacitación permanente a técnicos e ingenieros, del estudio de las necesidades de nuevas tecnologías, así como de la posibilidad de que el personal de la empresa esté buscando nuevas necesidades y nuevas soluciones que permitan en la empresa el mejoramiento continuo. Lo anterior, constituyen fortalezas competitivas de la empresa caracterizadas, principalmente, en el hecho de que los trabajadores estén en permanente búsqueda de proyectos de ingeniería para diseñar, implementar, adaptar y generar cambios permanentes que mejoren el proceso de producción.

Los recursos tecnológicos que la empresa ha adquirido, unidos a las adaptaciones y mejoras que permanentemente se hace a equipos y maquinaria, permiten que la empresa mantenga fortalezas competitivas representadas en los recursos y capacidades; específicamente en el talento humano, el desarrollo de adaptaciones, las políticas internas de capacitación y el mejoramiento continuo que permiten altos niveles de producción, alta calidad y costos competitivos frente a la competencia nacional e internacional.

Análisis funcional del manejo de la tecnología y la innovación

En la década de los noventa, frente a los cambios que se generaron en la economía nacional y mundial, la empresa debió asumir transformaciones para permanecer en el mercado. Este hecho la obligó a desarrollar nuevas capacidades tecnológicas, mediante adaptaciones y mejoras propias que le han permitido conocer y generar tecnologías esenciales.

El estudio y análisis de las capacidades tecnológicas de la Planta Tuta, permiten conocer cómo ha sido la actualización y manejo de la tecnología, así como el conjunto de actividades que han permitido la puesta en marcha de la tecnología mediante la selección, las decisiones de inversión, la negociación y la vigilancia de la tecnología, principalmente. De igual manera, se analiza la unión de la empresa y la tecnología con el entorno.

La matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas, siguiendo la escala de evaluación cualitativa planteada por Likert, permite la valoración del análisis planteado anteriormente. Ver **Cuadro 2.**

Cuadro 2
Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica				X	
Formalización del manejo tecnológico			X		
Las decisiones de inversión tecnológica				X	
Incorporación de la tecnología					
• Vigilancia e identificación de la tecnología				X	
• Selección de la tecnología			X		
• Negociación y transferencia tecnológica		X			
• Uso y explotación de la tecnología					X
Investigación y desarrollo			X		
Eslabonamiento tecnológico			X		
Innovación				X	
Salvaguardia tecnológica		X			
Capacitación y difusión tecnológica			X		
Puntaje máximo alcanzable = **60**	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = **40**		4	15	16	5

Fuente: Grupo de Investigación Innovación, UPTC, con base en entrevistas en Planta Tuta y Malaver (2002).

La evaluación de las capacidades tecnológicas, mediante el análisis de la matriz de Likert, determina que la empresa tiene capacidades para actualizar permanentemente la tecnología de acuerdo a los estándares internacionales, destacando que la empresa misma realiza actividades de reparación y mantenimiento de las tecnologías que compra. Igualmente tiene capacidad para desarrollar adaptaciones, mejoras e innovaciones incrementales, a partir de estudios de la tecnología que adquiere. El análisis anterior permite clasificar, de acuerdo a la escalera tecnológica[6], a la empresa en un nivel de complejidad intermedia cercana a la complejidad avanzada.

Un análisis de las calificaciones otorgadas a la matriz anterior, nos muestra cómo la empresa logra desarrollos altos y muy altos en el adecuado uso y explotación de la tecnología incorporada. La búsqueda de los desarrollos y avances tecnológicos a nivel mundial y la capacidad competitiva que presenta el talento humano han permitido la toma adecuada de decisiones de inversión y una identificación correcta de la tecnología apropiada.

[6] Fuente: Malaver (2002).

Sin embargo, es necesario que la empresa fortalezca las labores de investigación y desarrollo que generen un eslabonamiento tecnológico que le permita hacer difusión de tecnología.

Igual esfuerzo se requiere que en las áreas de negociación, transferencia y salvaguardia tecnológica se inviertan y recursos.

Los desarrollos anteriores han sido posibles mediante la asesoría de firmas extranjeras, la capacitación permanente a ingenieros y personal en general, visitas y viajes que realizan funcionarios al exterior, así como por el trabajo continuo que desarrolla el área de mantenimiento y proyectos.

Análisis de la innovación

La empresa tiene como uno de los principales objetivos realizar continua y permanentemente labores de innovación que le posibilite permanecer en la vanguardia de las empresas del sector siderúrgico del país. Se trabaja en actividades que permitan investigar y mejorar los procesos de producción con nuevas tecnologías, con el propósito de aumentar niveles de producción, disminuir tiempos en el proceso y reducir los costos finales del producto. Durante los cuarenta años de labores, la Planta Tuta del Grupo Diaco S.A. ha elevado su nivel de producción de 15.000 a 250.000 t/año, mediante permanentes adaptaciones y mejoras en el proceso de producción.

Los cambios que se han generado a nivel mundial, han incidido en el desarrollo de la empresa. Así por ejemplo, la apertura económica del país abrió la posibilidad de que el acero importado llegara a Colombia con menores precios, frente a los que en ese momento tenía la producción nacional, generando una amenaza para la industria metalúrgica.

Sin embargo, desde los años ochenta los técnicos e ingenieros de la empresa inician estudios de ingeniería con el propósito de potencializar y mejorar la maquinaria y los recursos existentes, que permitan aumentar los niveles de producción, disminuir costos y mantenerse en el mercado nacional.

En los años noventa la empresa se trazó el propósito de adoptar los estándares internacionales de calidad, esto llevó a aumentar las inversiones en tecnología y propiciar mayores inversiones en la capacitación del personal para realizar adaptaciones y mejoras en los equipos y maquinarias.

La empresa a partir del conocimiento de los desarrollos tecnológicos que se han dado en la producción del acero, en países como Estados Unidos, Japón y Alemania principalmente, y del conocimiento de las necesidades internas, ha adquirido maquinaria, equipos y capacitación al personal, que le ha permitido asimilar nuevas tecnologías y responder a las necesidades de la empresa; además realiza estudios de ingeniería para diseñar, mejorar y adaptar equipos. Las mejoras y las innovaciones de esta empresa han estado relacionadas

principalmente con cambios en el proceso productivo a partir de adaptaciones y mejoras a la tecnología adquirida[7].

El área de mantenimiento y proyectos tiene a cargo el estudio y manejo de la innovación y la tecnología. Los proyectos de mejoramiento son concebidos y planteados por todos los empleados de la planta, los cuales son canalizados a través de los superintendentes de laminación y acería. Los proyectos son llevados al comité de superintendentes, donde se clasifican de acuerdo a las necesidades, tiempos y costos para reconocer su viabilidad y prioridad. Los proyectos viables son remitidos al presidente de la empresa, quien es la persona encargada de tomar la decisión final (ver **Diagrama 3**).

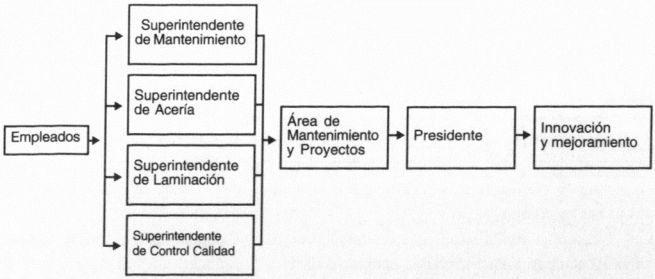
El área de mantenimiento y proyectos está integrada por 4 personas, formadas en la disciplina de la ingeniería, con especialidades en mecánica, electricidad y metalurgia; cada una dedica una intensidad de 30 horas semanales para la revisión, valoración, continuidad y mantenimiento de los proyectos. De sus integrantes, uno es designado superintendente del área.

En general, en la empresa toda idea que surge del personal es tenida en cuenta, evaluada, valorada, y de acuerdo a la viabilidad, desarrollada. La empresa motiva la búsqueda permanente de nuevas ideas para mejorar la tecnología existente, ampliar la capacidad productiva y disminuir costos en el proceso productivo.

Al interior de la organización la toma de decisiones se efectúa teniendo en cuenta el Diagrama 3.

Diagrama 3

Proceso de toma de deciciones de I+D



Fuente: Grupo de Investigación Innovación, UPTC, con base en información dada en Planta Tuta.

[7] Como se ilustra en Vargas y Malaver (2003), la innovación de las industrias básicas de hierro y acero han estado relacionadas principalmente con mejoras tecnológicas de procesos, mejora tecnológica de productos e innovación de productos asociada con procesos.

La empresa desarrolla para toda la organización programas de mejoramiento continuo, donde los trabajadores determinan las necesidades existentes en las diferentes áreas de la empresa y proponen ideas para generar proyectos. Estas ideas las estudia el área de mantenimiento y proyectos, quien es la encargada de clasificarlas de acuerdo a las necesidades, orden de importancia, tiempo y costos para realizar los proyectos. Estas son evaluadas por los superintendentes de área, que de acuerdo a la viabilidad y magnitud la llevan a la presidencia, donde se toma la decisión final.

El análisis de la cultura organizacional permite ver que la organización ha realizado cambios positivos en las formas de producción y capacitación del recurso humano, logrando actitudes de cambio, mentalidad positiva y cultura del ahorro y la eficiencia. Existe el pensamiento de que si la empresa gana, ganan todos los empleados.

De acuerdo con los resultados de la aplicación del estudio de cultura organizacional la empresa mantiene políticas y desempeños propios y es celosa con la información frente al mundo externo. Esta característica de la cultura de la empresa se notó en la dificultad que se tuvo para acceder a cierta información.

Dada la complejidad de la empresa esta requiere de estructuras demasiado sólidas y sistemáticas. Sin embargo, la política de administración permite que siempre se cuente con personas capaces de analizar y estudiar las necesidades y poder ayudar a plantear soluciones.

Los miembros de la empresa se esfuerzan por hacer las cosas bien y ser leales con esta; señalan que de las dificultades siempre se aprende y que estas deben ser tomadas como nuevas oportunidades para solidificar el desempeño y desarrollar las capacidades de empleados y trabajadores; así las dificultades se convierten en una virtud.

En la organización se tienen en cuenta los potenciales humanos y se resalta la necesidad de que el personal sea altamente calificado. Es una organización adaptable que evita pérdidas aumentando los esfuerzos y haciendo las cosas bien. En este sentido, la empresa permanentemente está investigando los adelantos que se producen en el sector para que el recurso humano se capacite y pueda acceder a las últimas tecnologías.

En forma permanente está en la búsqueda de cambios tecnológicos y sistemáticos, implementando normas sociales y de defensa del medio ambiente, posee muchas alianzas *Joint Venture*. Se realizan proyectos para mejorar la calidad de vida de cada trabajador y del grupo en general.

La organización refleja alta calidad, optimismo y esperanza de mantenerse competitiva de acuerdo a los estándares internacionales.

Etapas del desarrollo tecnológico

Los desarrollos que han posibilitado mejoras tecnológicas e innovaciones en la empresa, pueden resumirse en las siguientes etapas de desarrollo tecnológico.

Etapa de desarrollo básico (1961-1973)

Esta etapa se caracterizó por el montaje de un tren de laminación de palanquilla de baja capacidad que implicaba alto uso de mano de obra, baja producción y rendimientos pocos significativos. Puede decirse que en esta época la empresa tenía la maquinaria básica para llevar a cabo el proceso productivo. Sin embargo, es importante resaltar que desde el inicio la empresa creó políticas de capacitación del recurso humano, mediante viajes y visitas técnicas al exterior con el propósito de conocer los más altos desarrollos tecnológicos en países como Japón, Estados Unidos y Alemania.

La capacitación del personal técnico, permitió desarrollar labores de mantenimiento e implementación de pequeñas mejoras en el proceso, tales como ampliar el proceso productivo y tecnológico a la elaboración de su propia materia prima (palanquilla).

Etapa de desarrollo tecnológico básico (1974-1988)

Comienza con el montaje de un horno eléctrico de arco con capacidad de 14 toneladas de acero líquido y la implementación de un tren desbastador de palanquilla. Lo que le permite a la empresa tener la maquinaria necesaria para producir y transformar su propia materia prima, dejando de depender de Acerías Paz del Río.

Este salto tecnológico conllevó a adoptar sistemas estrictos y permanentes de capacitación, control de calidad, mantenimiento y mejoras a los equipos instalados. Igualmente, obligó a que el equipo técnico estudiara las necesidades de desarrollo de la empresa para implementar proyectos de ingeniería como repotenciación del horno eléctrico de 14 a 30 toneladas de acero, la construcción y puesta en servicio de la tercera línea de la máquina de colada continua y la implementación del sistema de afino en horno cuchara con el propósito de aumentar los niveles de calidad y productividad.

Esta etapa permitió el inicio del desarrollo tecnológico, con una complejidad intermedia mediante la adaptación y mejoras tecnológicas en la empresa.

Etapa de desarrollo tecnológico de complejidad intermedia (1989-2002)

La búsqueda de niveles competitivos internacionales en la producción y transformación del acero, unido a los desarrollos que hasta ese momento tenía la empresa, llevó a un salto tecnológico relevante mediante la compra de un horno eléctrico de arco tipo OBT (colada por debajo) de páneles de cobre refrigerados con capacidad de 45 toneladas de acero[8]. La tecnología y el aumento de la capacidad del horno obligó al equipo técnico a diseñar e implementar

[8] Este horno eléctrico de tecnología de punta era el cuarto en el mundo. La empresa compró la tecnología para su implementación.

la cuarta línea de máquina de colada continua y el desarrollo del estudio para la repotenciación del transformador.

En esta etapa la empresa inicia la política de estructuración, montaje y mantenimiento del programa de aseguramiento de la calidad (Norma ISO 9002), y la implementación de los sistemas de mejoramiento continuo con el propósito de aplicar en el proceso productivo las tecnologías limpias. Al mismo tiempo se inicia el proceso de mejorar los niveles administrativos, de comercialización y servicio al cliente.

El equipo técnico se dedicó a estudiar la necesidad de mejorar los tiempos de corte de la palanquilla, para lo cual rediseña y pone en marcha el sistema la repotenciación de la cizalla. En este mismo sentido, se reacondicionan los fosos de colado y escoriado para aumentar su profundización y se instala un sistema automático de regulación de agua en la máquina de colada continua.

En el año 2000 la empresa adquiere el sistema de inyección de chorro coherente de oxígeno, para reemplazar consumos de 50 Kwh./t de energía eléctrica por química. La implementación de esta tecnología requirió estudios de ingeniería y diseño para adaptarla a las condiciones del horno OBT.

Los cambios anteriores, especialmente en su última etapa, se han constituido en recursos y capacidades críticas, que le dan oportunidades tecnológicas con ventajas competitivas y desempeños superiores frente a la competencia. Es de destacar los estudios de ingeniería que el equipo técnico ha diseñado para mejorar los recursos existentes y adaptarlos a las tecnologías de punta que la empresa ha adquirido.

En conjunto los recursos de la empresa le han permitido la automatización del proceso en cerca de un 90%; lo que significa mayores niveles de rendimiento, reducción de costos y tiempos, así como mejoras en la calidad del producto. La empresa hoy es competitiva frente al mercado nacional e internacional del acero.

Los cambios en la organización de la producción con políticas de mejoramiento continuo y el uso de nuevos conocimientos, constituyen un mayor valor estratégico y competitivo frente a otras empresas del sector.

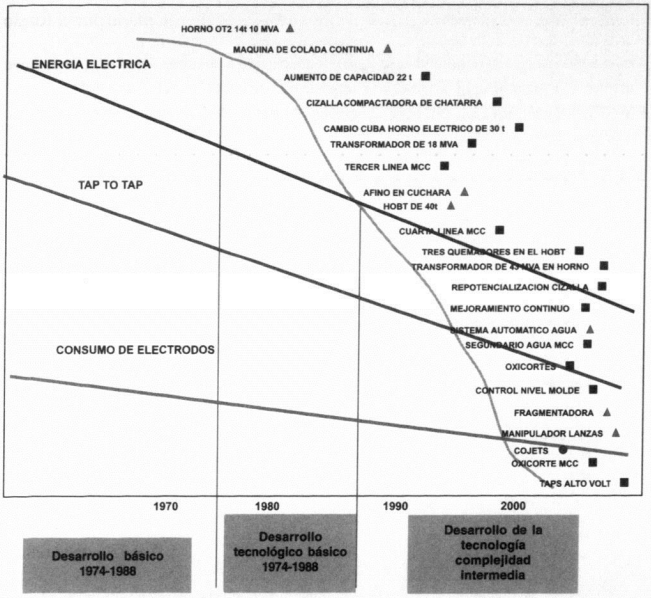
La **Gráfica 1** ilustra los cambios tecnológicos, las mejoras y las innovaciones que se han dado en la acería de la Planta Tuta. En ella se marca cada cambio, mejora o innovación a través del tiempo. Se han establecido tres etapas que muestran cómo la empresa en los primeros años de vida (1961-1973) adquirió la maquinaria básica que le permitió realizar el proceso productivo; en los años 1974-1988 la empresa adopta un estricto plan de capacitación y con él se inicia el mantenimiento y las mejoras de los equipos, igualmente, el estudio de necesidades; finalmente, durante los años 19892002, la empresa logra óptimos desarrollos tecnológicos para alcanzar altos niveles competitivos.

Las líneas que señalan los consumos de energía, los tiempos de producción *(tap to tap)* y el consumo de electrodos, muestran, a través de las distintas etapas, una disminución continua e importante que se refleja en aumentos de producción, mayores niveles de productividad y menores costos.

Gráfica 1

Mejoras tecnológicas en la acería de la Planta Tuta

Adquisición de tecnología externa ▲
Mejora ■
Innovación ●



Fuente: Grupo de Investigación con base en Forero (2002)

Tecnologías adaptadas y los principales equipos innovados por la empresa

En acería

Colado por el fondo

De un horno de colada por piquera, se pasó por adaptación a un horno de colada por el fondo excéntrico, primero tipo EBT y luego se adquirió un horno OBT (oval).

Estos cambios realizados por el personal técnico de la empresa permitieron:

- Controlar el paso de escoria del horno a la cuchara
- Mantener el remanente de acero del 10 al 20%
- Fácil sellado y apertura del horno
- Fácil mantenimiento del sistema

Transformador

Se pasó de un transformador de 18 MVA a uno de 43 MVA, más un reactor.
Con la potenciación y cambios se logró:

- Reducir la inestabilidad en el sistema
- Reducir pérdidas eléctricas
- Menor consumo de electrodos y energía
- Menor tiempo tap to tap
- Mayor productividad

Tundish delta básico

- Se diseña y cambia de rectangular a delta y se aumenta altura de colado
- Se reemplazan placas aislantes ácidas por proyectables básicos

Estos diseños realizados por el equipo técnico permitieron:

- Aumento de velocidad de colado
- Mejora de la limpieza del acero
- Aumento del número de coladas secuenciales
- Aumento de rendimiento metálico por reducción de cabezas y colas
- Reducción consumo de refractarios

Manipulador de lanzas y tomamuestras

Se compró y adoptó un manipulador para la inyección de carbón y oxigeno, toma de muestras y temperaturas.

Estas mejoras tecnológicas dieron lugar a:

- La posibilidad de formar escoria espumosa desde el mismo inicio de la fusión y mantenimiento de la misma durante el afino en forma constante.
- Mejorar las condiciones de salud ocupacional para el personal, al no exponerse a altas temperaturas.
- Toma de muestras homogéneas.

Inyección de chorro coherente de oxígeno

Se pasa de una inyección de oxígeno convencional, a una inyección de oxígeno coherente, por medio de un dispositivo colocado en un panel de cobre en la pared del horno, que consiste en una tobera de inyección, que produce un chorro de oxígeno tipo láser con velocidad supersónica, que penetra en el baño de acero líquido.

La tobera consiste en un inyector central de oxígeno principal, rodeado por dos series concéntricas de 16 inyectores para oxígeno secundario y gas natural.

Los gases de la combustión crean una envolvente que asegura el chorro coherente del oxígeno central, manteniendo su diámetro y velocidades originales a una gran distancia, para suministrar cantidades precisas de oxígeno al baño de acero con mínima cavitación y salpicadura.

El uso de la anterior tecnología permite:

- Suministrar energía química adicional al proceso.
- Mínimo mantenimiento y deformación de la tobera por su colocación lejos del baño de acero.
- Uso de un combustible limpio, fácil de controlar, que reemplaza al complicado crudo de petróleo (requería precalentamiento y producía daños ambientales)
- Disminución en el consumo de energía eléctrica hasta 50 Kwh. /t.
- Incrementa la productividad hasta un 10 %.
- Menor formación de cavitación y salpicaduras.
- Decarburación más rápida y eficiente.
- Formación continua de escoria espumosa.
- Disminución de costos de producción.

En laminación

Diseño y adaptación del software

Se realizaron cambios y mejoras en el *software,* con base en el original, para manejar los controles de velocidad de las cajas de laminación en el tren continuo, lo que permitió menores tiempos de operación y ahorro de energía.

Se diseña un Software para el control de la operación y combustión del horno de calentamiento de palanquilla, tipo Bendotti, lo que significa ahorros importantes de combustible.

Termotratado

Se adoptó el sistema de tratamiento térmico por enfriamiento, al final del proceso de laminación, para las barras sismorresistentes que van a ser utilizadas en construcciones. Esto permite conseguir propiedades mecánicas de alta calidad y ahorros significativos del orden de $ 12.000-15.000 pesos por tonelada.

Reforma tren de laminación

Con intervención de ingenieros y operarios de la empresa se acometió la reforma del tren de laminación, que inicialmente era de tipo abierto, a uno de tipo semicontinuo para perfiles.

Esto impulsó el proceso de automatización de los trenes y permitió consecuentemente ahorros de tiempo, horas de trabajo y costos.

Cambios en el horno de calentamiento de palanquilla

Con el fin de optimizar tiempos, economizar combustibles y disminuir pérdidas, se hicieron transformaciones en el horno Bendotti tales como:

- Descargue del horno, de frontal a transversal.
- Reforma de los quemadores para combustión de líquido a gas.

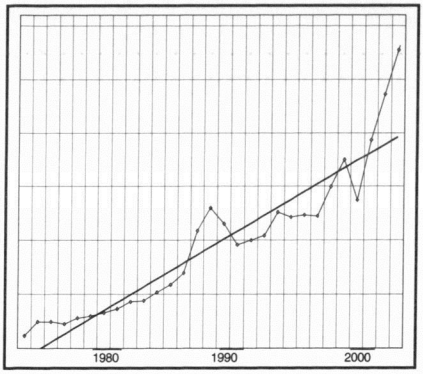
Impacto

Cada una de las etapas del desarrollo tecnológico de la empresa ha tenido efectos significativos principalmente sobre los niveles de producción, tiempos de proceso, consumos de energía y productividad.

Los permanentes desarrollos tecnológicos de la empresa, así como las adaptaciones, mejoras e innovaciones realizadas, han disminuido los costos de producción, factor que le ha permitido mantenerse en el mercado nacional y con posibilidades de competir en el mercado internacional.

La **Gráfica 2** muestra que la producción anual del acero desde el año 1985 se ha incrementado gradualmente, especialmente en los últimos años, llegando en el 2002 a representar cerca de cuatro veces la del año en referencia.

Gráfica 2
Producción anual en toneladas



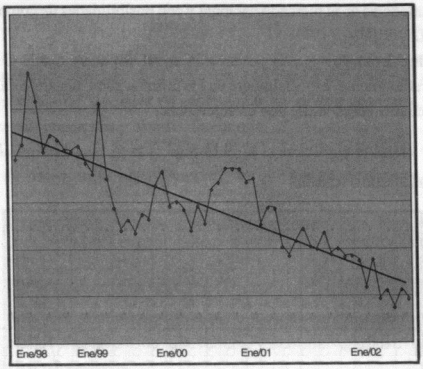
Fuente: Forero (2002)

La disminución de los tiempos en el proceso de fusión de acero, realizado en el horno eléctrico OBT, ha disminuido significativamente. Entre menor sea el tiempo utilizado por colada, mayor será el número de coladas que se pueden realizar en un tiempo determinado, y por lo tanto más alto el rendimiento de utilización del equipo, menores costos y mejor aprovechamiento del calor y la energía.

La **Gráfica 3** indica la disminución importante en el tiempo de proceso entre colada y colada, más conocido como *tap to tap*, el cual inicialmente era del orden de 180 minutos por colada y actualmente es de 50 minutos.

El consumo de energía eléctrica de un horno es uno de los factores más importantes y relevantes en la estructura de costos en la producción de acero. La empresa ha efectuado compras, mejoras y adaptaciones de tecnología con el fin de lograr que los consumos de energía se disminuyan ostensiblemente.

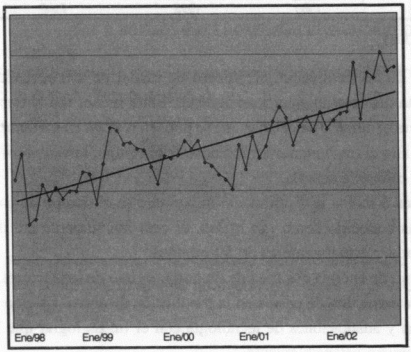
Gráfica 3
Tiempos *tap to tap*



Fuente: Forero (2002)

En la **Gráfica 4** se muestra la productividad que la empresa ha desarrollado en la etapa tecnológica de complejidad intermedia superior, medida en toneladas por hora. Esta señala un aumento relevante en la medida que la empresa ha realizado sus mejoras tecnológicas.

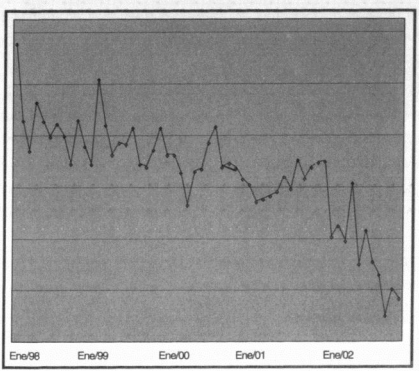
Gráfica 4
Productividad t/h



Fuente: Forero (2002)

En la **Gráfica 5** se ilustra la disminución del consumo energético conseguida durante los últimos años, el cual se ha reducido en un 50% aproximadamente.

Gráfica 5
Consumo de energía HOBT Kwh. /t)



Fuente: Forero (2002).

Se puede concluir que los esfuerzos realizados por la empresa en el proceso de producción, muchos de estos de carácter innovativo, permiten que esta pueda disminuir los tiempos de producción, lo que se traduce en menores consumos y costos energéticos que da como resultado un aumento importante de producción en forma constante y sostenida. Lo anterior, aunado a la política de manejo racional de los costos y los recursos, posibilita aumentos significativos en la productividad.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La Planta Tuta del Grupo Diaco S.A. es una empresa considerada básica para el desarrollo económico del departamento de Boyacá. A nivel nacional es la empresa de mayor producción de acero. La evaluación de las capacidades tecnológicas de esta empresa (Matriz de Likert) determina que esta, además de adaptar y mejorar procesos, ha innovado en equipos y maquinaria a partir de importantes saltos tecnológicos, ubicándose en un grado de complejidad intermedia superior, cercana a la complejidad avanzada.

Los aumentos de producción, la disminución de tiempos en el proceso productivo, el ahorro en el consumo de energía, y los niveles de productividad alcanzados, permiten concluir que la empresa ha tenido en los últimos años un logro importante en el desarrollo de nuevas tecnologías que le han permitido disminuir costos, aumentar niveles de producción y ser competitiva a nivel nacional e internacional.

Los desarrollos anteriores se han logrado en razón a que la empresa permanentemente implementa para los empleados programas de capacitación y visitas técnicas a empresas del exterior con el propósito de desarrollar el capital humano y conocer las tecnologías de las grandes empresas productoras de acero a nivel mundial. Igualmente, este programa permite desarrollar investigaciones y comparar los avances de la empresa con firmas extranjeras.

El desarrollo del programa de mejoramiento continuo mediante el cual los empleados determinan las necesidades de la empresa, proponen ideas y generan proyectos, ha permitido que los trabajadores desarrollen habilidades para identificar la mejor adquisición de tecnología, así como hacer las reparaciones, el mantenimiento, las adaptaciones y las mejoras que requiere el proceso productivo y la empresa en general.

El proceso establecido para la toma de decisiones permite la participación de todos los empleados. Sin embargo, la evaluación y el análisis final corresponden a los superintendentes de acería y de laminación, quienes apoyados por las superintendencias de control de calidad, mantenimiento y proyectos, logran que las decisiones finales sean acertadas y beneficiosas para la empresa.

Finalmente, la decisión de acudir al esquema de alianzas estratégicas ha permitido que las fortalezas de empresas importantes del sector metalúrgico se sumen, permitiéndole a la Planta Tuta especializarse y obtener ventajas competitivas en la producción de palanquilla y laminación, dado que ha podido realizar grandes avances y mejoras innovativas.

Recomendaciones

Para que la empresa pueda continuar liderando la producción nacional de acero, debe realizar procesos sistemáticos y continuos de innovación, así como promover desarrollos propios que permitan realizar de forma más rápida la transferencia tecnológica. Lo anterior le permitirá a la empresa acceder al tercer nivel de complejidad avanzada en la escalera tecnológica.

De igual manera, es importante impulsar la transferencia tecnológica a través de asistencia técnica, servicios tecnológicos, sesión de derechos, desarrollo del *Know* Why, mediante convenios internacionales de cooperación para lograr mayor transferencia de conocimiento que le permita mejorar aún más el proceso productivo y desarrollar nuevos productos.

Promover a través de empresas del sector siderúrgico, universidades, centros de investigación y otras redes de desarrollo tecnológico acuerdos institucionales que permitan establecer y fortalecer el eslabonamiento tecnológico y el desarrollo continuo y permanente de la innovación.

Finalmente, mejorar e impulsar los procesos de salvaguardia tecnológica, especialmente referidos a los signos distintivos, patentes y secretos industriales.

Glosario

Acero: Aleación de hierro, maleable en algún intervalo de la temperatura a que fue inicialmente fundida, contiene manganeso, generalmente carbono y a menudo otros elementos aleantes.
Alambrón: Alambre grueso con diámetro mayor a cinco milímetros.
Aleación: Material metálico compuesto por dos o más elementos donde el elemento principal es un metal.
Chatarra: Residuo metálico reciclable, materia prima para la producción de acero.
Co-Jet: Sistema robotizado de inyección de oxígeno y carbón pulverizado en los hornos eléctricos de arco para la producción de energía química.
Colada: Operación de verter metales fundidos en moldes.
Desbaste: Producto obtenido de una primera laminación o forja de un lingote, puede ser de sección cuadrada o rectangular, su espesor está comprendido entre 130 y 340 mm y su ancho entre 130 y 500 mm.
Ferroaleaciones: Aleación donde el elemento principal es el hierro, usadas para ajustar la composición química de los aceros.
Figuración: Proceso y operaciones donde se da determinada forma a los subproductos de la laminación.
Horno eléctrico de arco: Es un reactor eléctrico donde se funde la chatarra, mediante un arco formado entre electrodos de grafito y la chatarra, para luego convertirse en acero.
Laminación: Disminución de espesores de los productos de la fundición por medio de rodillos en rotación.
Palanquilla: Barra de sección aproximadamente cuadrada y aristas redondeadas cuyos lados están comprendidos entre 40 y 125 mm.
Perfiles: Producto de la laminación cuya sección puede tener forma de T y U.
Siderúrgica integrada: Fabrica acero laminado a partir de minerales de hierro, para su utilización directa o para transformaciones posteriores. Ejemplo, Acerías Paz del Río.
Siderúrgica semi-integrada: Fabrica acero a partir de un subproducto como chatarra. Ejemplo, Aceros Sogamoso, Laminados Andinos.
Tap to tap: Tiempos entre colada y colada
Termotratado: Tratamiento térmico que consiste en enfriar el acero laminado mediante duchas de agua a una presión determinada, para lograr propiedades físicas y mecánicas características del acero sismorresistente.
Tundish: Artesa, distribuidor o recipiente intermedio que recibe el chorro de acero de la cuchara, lo acumula durante un tiempo y lo distribuye entre las distintas líneas, regulando su caudal.

Bibliografía

FORERO GONZÁLEZ, Raúl (2002), "Mejoras tecnológicas en la acería de arco eléctrico", Grupo Diaco, en Primer Congreso Latinoamericano del Acero producción y aplicaciones, Paipa, noviembre 14-15.

MALAVER, F. (2002), "Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas y editoriales", en *Innovar*, julio–diciembre, No. 20, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela (2003), "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

RAMÍREZ ACEVEDO, Óscar (2002), "Salvar la industria nacional del acero", Primer Congreso Latinoamericano del Acero, Paipa, noviembre, pp. 14-15.

SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (2000), "Plan estratégico del programa nacional de desarrollo tecnológico, industrial y calidad, 2000-2010", Bogotá D.C., diciembre, p. 135.

SOLÍS CIMA, Jesús Manual (1992), *El proceso siderúrgico. Grupo ENSIDESA,* Avilés, pp. 94-128.

UNIÓN DE EMPRESAS SIDERÚRGICAS –UNESID– (1987), *La siderúrgica española: el proceso siderúrgico,* Madrid, ICES, Tercera Edición, pp. 107-124.

VARGAS, Marisela y MALAVER, Florentino (2003), "Dinámica económica y tecnológica de la cadena metalúrgica – metalmecánica en los años 90", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

Lumbre S.A.

Diógenes Alexander Garrido Ríos
Álvaro Zerda Sarmiento

La empresa y su evolución

Datos generales

Nombre: Lumbre S.A.[1]
Ubicación: Bogotá, Colombia.
Fundación: Década de los años cincuenta.
Tipo de sociedad: Constituida desde su creación como Sociedad Anónima.
Sector industrial al que pertenece: Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) se ubica en el subsector "Maquinaria y equipo eléctrico (383)".
Número de empleados en la actualidad: 210. De este total trabajan en producción 145 personas.

Según datos preliminares recogidos de la encuesta realizada por Colciencias y el Departamento Nacional de Planeación (1999), la empresa se caracteriza por:

- Ser innovadora en sentido amplio.
- Haber adelantado la adquisición de nueva tecnología y maquinaria para su proceso de producción.
- Haber utilizado los servicios provistos por un centro de desarrollo tecnológico del sector en lo que respecta a capacitación tecnológica, asistencia técnica, proyectos de I&D, e información tecnológica.

[1] El nombre de la empresa ha sido cambiado por razones de confidencialidad. Asimismo, algunas referencias bibliográficas, citas y nombres técnicos han sido omitidos.

- Haber realizado actividades de diseño, adquisición de tecnologías incorporadas a capital, proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental, y capacitación tecnológica.
- Haber obtenido innovaciones de producto, innovaciones de proceso, cambios en las formas de organización y administración de los negocios, y del proceso productivo.

Estructura organizacional

Como se observa en el **Gráfico 1**, la estructura organizacional presenta un tramo administrativo amplio de baja complejidad horizontal y con claros rasgos de departamentalización matricial (forma M), lo que contribuye a los procesos de innovación. Esta es una característica que se fomenta desde la gerencia general, encargada de fijar y discutir con los directores de área los objetivos tácticos y operacionales de la empresa. La presidencia, la junta directiva y la gerencia general actúan como la instancia final y decisiva en los asuntos estratégicos de la empresa. Son también responsables de velar por la permanencia y aplicación de las políticas al interior de la compañía. Las decisiones rutinarias o del diario quehacer son del ámbito de cada director de área.

Las relaciones informales o *de facto* se hallan solapadas y entremezcladas con las formales y constituyen una parte importante en el entramado organizativo de la compañía. Este aspecto se refuerza por la baja rotación de personal a nivel directivo, lo que puede representar una fortaleza en el corto y mediano plazo, pero una debilidad en el largo plazo al no vislumbrarse un cambio generacional. En general, se puede afirmar que en años recientes Lumbre S.A. registra una notable tendencia hacia una menor diferenciación horizontal o *broadbanding* en todos sus ámbitos.

En relación con el aspecto salarial, los propietarios reafirman la política de "nunca pagar los mejores salarios del mercado." Para este propósito se han definidos tres criterios: i) el *know how* del individuo, ii) su capacidad para resolver problemas y, iii) el impacto de los resultados de su gestión. Su estructura salarial emplea el Sistema Hay de matrices y perfiles, el cual se basa en un conocimiento profundo sobre el contenido del trabajo que se va a valorar, y la comparación directa de cada trabajo con todos los demás para determinar su valor relativo.

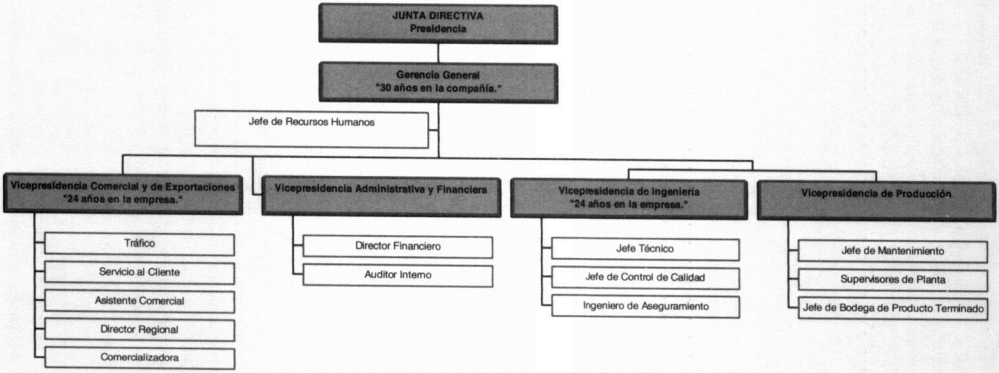
Las funciones de los empleados están formalizadas en formatos preestablecidos en todos los cargos del nivel administrativo. Las tareas del resto de puestos de trabajo, especialmente las que competen al área de producción, se encuentran documentadas en los procedimientos de operación de la planta.

Historia de la empresa

Al analizar la historia de la empresa se observan tres etapas claramente diferenciadas, que permiten caracterizar de modo aproximado su dinámica tecnológica desde su fundación hasta nuestro días. Estas son:

Gráfico 1

Organigrama General Lumbre S.A.



Fuente: Datos proporcionados por la empresa

Dependencia tecnológica

La firma inició labores en la década de los años cincuenta a partir de la iniciativa de un grupo de industriales colombianos, quienes identifican una oportunidad de mercado en el sector de maquinaria y equipo eléctrico, productos que en su mayoría eran traídos del exterior. La empresa empieza a operar realmente en 1960, cuando los fundadores advierten la imperiosa necesidad de conseguir un socio estratégico que los apoye en la parte técnica y les permita hacer transferencia de tecnología.

Afortunadamente para la empresa y gracias a los buenos oficios de los dueños, este acuerdo se logra en ese mismo año con una importante empresa del extranjero, que ya contaba con una considerable trayectoria y experiencia en los mercados mundiales de maquinaria y equipo eléctrico. Este contrato de asistencia técnica se gestó inicialmente con base en *royalties*[2] e incluía entre otras prerrogativas el suministro de tecnología, asesoría para la adquisición de nuevos equipos, puesta a punto de la fábrica, especificaciones del producto para su comercialización, colaboración periódica en la solución de problemas de manufactura, además de entrenamiento a los técnicos de Lumbre en las propias instalaciones de la empresa extranjera.

A comienzos de los años setenta la empresa extranjera decide por interés propio no seguir brindando soporte tecnológico y recomienda a la dirección de la empresa entrar en acuerdo con otra firma extranjera. Con esta nueva empresa se establece un nuevo contrato de suministro de tecnología que no resulta tan fructífero como el anterior, ni satisface las expectativas de la empresa, por lo que es suspendido hacia finales de los años setenta. A partir de esta época se inicia la búsqueda de nuevos acuerdos de colaboración técnica en condiciones similares al suscrito con la primera empresa extranjera, los cuales resultan infructuosos, debido principalmente a que las empresas proveedoras de tecnología se percatan de que con el tiempo quienes han recibido su soporte y asesoría terminan por convertirse en sus competidores.

Con esta situación se puede afirmar que culmina la etapa de dependencia tecnológica de Lumbre S.A.

Este hecho, sumado a la necesidad de afianzar sus productos y a la creciente demanda de estos para la incipiente industria metalmecánica nacional, obliga a Lumbre a crear y desarrollar su propio departamento de I&D. Es de notar que la importación de tecnología y transferencia de conocimientos que tuvo lugar durante las dos primeras décadas de existencia de la empresa, ejercieron una fuerte influencia sobre sus capacidades innovativas, toda vez que le permitieron desarrollar capacidades para la asimilación técnica, la realización de adaptaciones e innovaciones[3].

---

[2] Beneficios compartidos sobre las ventas brutas de la empresa.

[3] Este tópico será estudiado en detalle en el capítulo dedicado a la innovación.

Desarrollo de capacidades

En este estadio la estrategia de la empresa se concentra en desarrollar sus propios productos con el apoyo de técnicos experimentados retirados de empresas extranjeras, y depender cada vez menos de asesorías de empresas, lo que le otorga una visión distinta sobre los avances en su proceso de fabricación y le permite construir una gran fortaleza interna, sostenible en el largo plazo, de la mano del acervo tecnológico.

A comienzos de la década de los años ochenta la empresa inicia un proceso de revisión de su estructura orgánica, lo que da inicio a la implementación de la vicepresidencia de ingeniería. Esta estratégica decisión le permitirá —como se verá más adelante— solventar y autogestionar sus crecientes dificultades técnicas, particularmente las relacionadas con el desarrollo de nuevos productos y la estabilidad del proceso de producción. Igualmente, con esta medida la dirección logra vencer la resistencia al cambio entre los ingenieros encargados de la producción, quienes veían "muy lejano" que la empresa fuese capaz por sí sola de desarrollar nuevos productos. La creación del nuevo departamento se vio impulsada con la contratación para su dirección de alguien ajeno a esta visión, quien será posteriormente el encargado de liderar y consolidar los procesos de innovación al interior de la empresa.

Paralelamente y aunque con menos intensidad que antes, la empresa no abandona la asesoría técnica externa, reafirmando su política de seguir trabajando con especialistas particulares, algunos de ellos extranjeros. A mediados de los años ochenta establece un acuerdo con una empresa líder latinoamericana, para intercambiar experiencias y *know how*, acuerdo que posteriormente es interrumpido por no ofrecer mayores beneficios para ambas partes.

La culminación de esta etapa ocurre hacia finales de los años ochenta, con la ocurrencia de otro importante acontecimiento: la creación de un centro de capacitación. Con este importante proyecto la empresa estrecha vínculos con los usuarios directos de los productos, mejorando su nivel de recordación, a la vez que retroalimenta a los ingenieros de la recién creada área de ingeniería, idea que luego es perfeccionada copiando algunos elementos del modelo de capacitación de la empresa latinoamericana antes mencionada.

Consolidación de capacidades

En la historia reciente de la empresa, hitos externos han conducido a cambios en su estrategia empresarial a partir de las capacidades de innovación adquiridas. Hacia finales de la década de los años ochenta y comienzos de los noventa, la empresa enfrentó una oportunidad inusual: la apertura económica. Esta situación la llevó a replantear radicalmente su estrategia empresarial conservadora, pasiva y hasta confiada (reactiva) a una postura más agresiva y vigilante de su entorno (proactiva). Esta nueva visión la condujo a reducir en aproximadamente un 30% su plantilla de personal, a defender su mercado cautivo a través de un mayor seguimiento a la competencia, a revisar su política de manejo de inventarios, a monitorear permanentemente su red de distribución, y a buscar nuevas y mejores oportunidades en mercados de países vecinos.

A mediados de los años noventa, ante la creciente necesidad de exportar y los requerimientos de los mercados externos, la empresa inicia el proceso para lograr la certificación de su sistema de calidad frente a la norma internacional ISO-9002 de aseguramiento de calidad con el Icontec, obteniendo el certificado definitivo a mediados de los años noventa. Paralelamente, la empresa se hace acreedora de un certificado internacional por haber implementado y mantenido un "Sistema de administración de la calidad" durante la segunda mitad de los años noventa. La empresa se destaca también por haber logrado importantes acreditaciones por parte de sus proveedores (ver **Gráfico 2**).

Análisis del mercado al que pertenece la empresa y su posición en él

Como se mencionó al principio, la empresa se encuentra clasificada según la *CIIU* en el subsector de maquinaria eléctrica (383), que hace parte del componente metalmecánico (38) de la cadena metalúrgica y metalmecánica. La tendencia que se observa en esta última industria no es ajena al subsector al que pertenece la empresa[4]. Según fuentes consultadas[5], el mercado de los productos que fabrica la empresa representa en Colombia alrededor de 25 a 30 millones de dólares anuales y está compuesto por cinco principales empresas[6].

La producción del sector se destina principalmente a satisfacer la demanda del mercado interno y, salvo el caso de Lumbre S.A., ninguna de las empresas mencionadas exporta su producción a otros mercados[7], ni posee una variada gama de productos propios, esto sin mencionar sus acentuadas limitaciones de producción, así como la inexistencia de departamentos de I&D. En la opinión de un conocedor del tema, "la competencia nacional no ejerce ningún riesgo para Lumbre en el corto plazo y no es un factor importante a ser considerado."

A nivel latinoamericano se encuentran marcadas diferencias de desarrollo dentro de la región. En algunos países, como Argentina y Brasil, el desarrollo de la industria metalmecánica se inicia tempranamente a comienzos del siglo XX, y se observa el surgimiento de actividades en el campo de la empresa durante los años veinte. En otros países de la región el surgimiento de actividades metalmecánicas es de data más reciente; en México, Colombia y Chile durante la década de los años cincuenta, y en Perú y Venezuela hacia finales de los sesenta y comienzos de los setenta. Dichas diferencias de edad en las industrias

---

4 Ver la caracterización sectorial de la industria metalmecánica en el presente estudio.

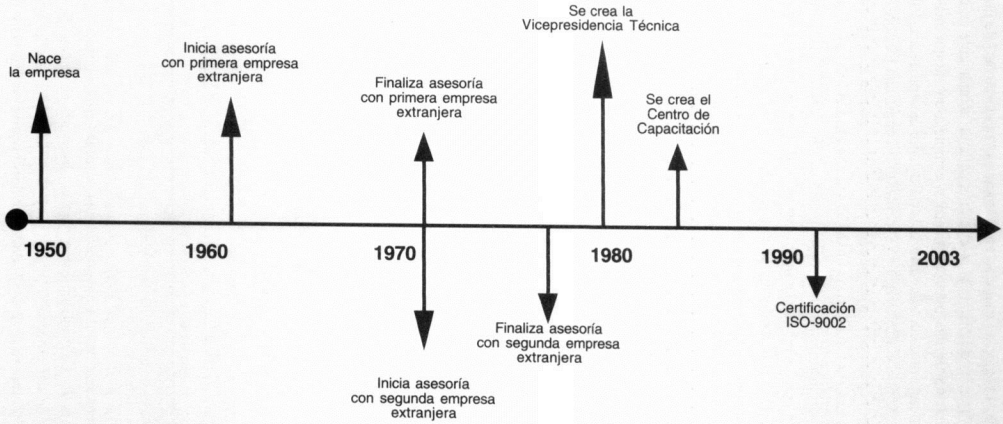
5 Fueron consultadas opiniones de expertos conocedores del tema debido a la precariedad de la información e inexistencia de estudios sectoriales específicos al mercado al que pertenece la empresa. Solamente se mencionan las opiniones o referencias bibliográficas estrictamente necesarias.

6 Como sucede en la mayor parte de las actividades industriales en Colombia, las empresas más importantes se ubican en Bogotá.

7 Esto corrobora los resultados mencionados en el estudio sectorial de la cadena metalúrgica-metalmecánica.

Gráfico 2

Trayectoria de Lumbre S.A.



Fuente: Elaboración propia.con base en datos suministrados por la empresa

metalmecánicas de la región se traducen en diferencias "madurativas" de importancia, que explican por qué la industria brasileña o argentina se halla actualmente en condiciones de operar con información técnica más sofisticada y compleja que la que puede manejar en promedio el sector metalmecánico de Venezuela o Perú, por ejemplo (Katz, 1983, p. 102).

En general, se puede afirmar que en el contexto suramericano Lumbre S.A. tiene posibilidades de competir, empero sigue siendo una empresa pequeña, si se equipara con sus similares en Argentina, Perú, Chile o las filiales de los líderes mundiales en Venezuela y Brasil.

La tecnología incorporada en los productos que fabrica la empresa se encuentra en pleno auge, con un crecimiento anual del 6% en el 2001. Los principales demandantes en el mundo son los países europeos y Estados Unidos. Allí mismo se encuentran las casas matrices de las principales firmas abastecedoras. Estas compañías abarcan aproximadamente un 80% del mercado mundial a través del aprovisionamiento directo o por intermedio de firmas subsidiarias de las que son dueñas de un gran porcentaje accionario. En el año 2000 la producción total de la compañía más grande del mundo alcanzó las 400.000 unidades/año, una cifra desproporcionada si se le compara con la alcanzada por Lumbre S.A. en el mismo período: aproximadamente 9.500 unidades/año. El 20% restante del mercado mundial es asumido por firmas locales de mediano y pequeño tamaño, con nichos de clientes claramente demarcados, del tipo de la empresa bajo estudio.

En la **Tabla 1** se muestran los cuatro procesos básicos de fabricación más utilizados en la industria a la que pertenece la empresa y sus respectivos niveles de eficiencia comparada aproximada. Como se observa, la eficiencia es menor en el uso del proceso A y B, y mayor en el C y D. Esto se debe a que los dos primeros procesos son intensivos en mano de obra, mientras los dos restantes lo son más en capital, y por ende proclives a un mayor grado de automatización.

Tabla 1

Eficiencia en los procesos de manufactura

Proceso	Nivel de eficiencia comparativo*
Proceso A	1
Proceso B	1.8
Proceso C	2.2
Proceso D	3

* El mayor valor indica un mayor nivel de eficiencia
Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

En estudios recientes se analiza el uso de estos procesos en Colombia, Europa y Estados Unidos (ver **Tabla 2**). La principal característica observada en el caso de Colombia es la marcada utilización del proceso A (85%), muy por encima del uso del proceso B (12%), proceso D (1%) y proceso C (2%). Todo lo contrario ocurre en Europa y EEUU, donde el

proceso B se constituye en el más empleado en la industria con un 60% y 35%, respectivamente. La tendencia varía un poco, pues mientras en Europa el proceso A ocupa el segundo lugar (20%), en los Estados Unidos este lugar es ocupado por el proceso D (30%). La tendencia se mantiene en el proceso C con un 5% y 10% en Europa y Estados Unidos, respectivamente.

Tabla 2

Utilización de los procesos A, B, C y D en Colombia, Europa y Estados Unidos (%)

Procesos	Colombia	Europa	Estados Unidos
Proceso A	85%	20%	25%
Proceso B	12%	60%	35%
Proceso C	1%	5%	10%
Proceso D	2%	15%	30%

Fuente: Omitida por razones de confidencialidad.

Una de las posibles razones por las cuales la industria europea y norteamericana emplean más intensivamente el proceso B y menos el A radica en el alto costo de la mano de obra empleada. Según estimativos, un trabajador de la industria en Europa o en Estados Unidos devenga en promedio un salario que oscila entre US$3.000 a US$5.000 por mes, lo que crea fuertes incentivos para emplear cada vez más procesos eficientes y automatizados. Lo opuesto ocurre en Colombia, donde el salario de un trabajador experimentado no supera en promedio los US$500 por mes, lo que condiciona el uso intensivo del proceso A. En general, en los países desarrollados se aprecia una consolidación de los procesos semiautomáticos y automáticos que ofrecen una mayor versatilidad de trabajo y adaptación a nuevos desarrollos en materias primas cada vez más resistentes, con menores espesores, y por ende, más ligeros y de más fácil manufactura.

Comportamiento competitivo de la empresa

Orientación estratégica de la empresa

El éxito de Lumbre S.A. en el mercado nacional no es casual, ni obedece a estrategias emergentes o espontáneas, sino que se da en virtud de un proceso de planeación estratégica debidamente formalizado, el cual se verifica al menos dos veces al año.

En este proceso se definen y revisan los objetivos estratégicos de la empresa (el sistema de información de clientes, las relaciones con los proveedores de materias primas, la posición competitiva en otros mercados, el establecimiento de alianzas estratégicas con compañías similares, etc), se asignan recursos para su ejecución y se examinan las circuns-

tancias del entorno que afectan a la empresa en el corto y mediano plazo (medidas del gobierno, situación de países vecinos, indicadores macroeconómicos, entre otros), sobre la base de seis pilares que conforman la filosofía de trabajo de la empresa: seriedad corporativa, lealtad y ética empresarial, idoneidad del recurso humano, alta calidad de sus productos, y desarrollo e investigación tecnológica.

Su misión empresarial consiste en mantener y ampliar su visible posición de liderazgo y dominación en el mercado nacional en su sector industrial. Se ven en el futuro (visión) como la compañía más grande del mercado andino.

En general, se puede afirmar que Lumbre S.A. es una compañía que demuestra aversión a toda iniciativa que implique alto riesgo o comprometa su estabilidad financiera; es marcadamente conservadora y racional en el establecimiento de sus planes de negocios, y de muy bajo perfil en el desarrollo de sus estrategias empresariales[8].

Perfil de las capacidades competitivas de la empresa

Tal y como se insinuó en el capítulo anterior, frente a sus competidores locales Lumbre S.A. es una empresa altamente competitiva y exitosa que ejerce dominio en al menos el 40% del mercado. La empresa ha demostrado que puede lograr innovaciones y mejoras a sus productos y proceso de producción en respuesta a las exigencias del medio, lo que no necesariamente la connota como líder tecnológico, pero sí que posee el mejor *know how* de todas las empresas con las que compite. Estas capacidades innovativas se han consolidado en los últimos años gracias a la alianza vicepresidencia de ingeniería-centro de capacitación.

Si bien Lumbre S.A. no es líder tecnológico, esto no significa que deliberadamente deseche la oportunidad de reducir —o por lo menos no dejar ampliar— la brecha con las empresas que lideran investigaciones en la frontera del conocimiento en la tecnología que emplea. Es una constante en esta empresa trabajar siempre para mejorar su situación competitiva, y tal vez una de sus mayores fortalezas.

La empresa tampoco puede considerar que su estrategia empresarial se base en ser el productor de menor costo en su sector industrial, a pesar de buscar continuamente mejoras en productividad y eficiencia. Para serlo, necesitaría o bien tener control sobre las directrices del costo de las actividades de valor que representan una porción importante de los costos totales, o reconfigurar por completo la cadena de valor acometiendo / adoptando una manera diferente y más eficiente de diseñar, producir, distribuir o vender sus productos, o ambas (Porter, 1987, p.116). Factores como el logro de economías de escala, el entrenamiento y formación de los empleados, la cultura de la empresa, el grado de automatización de los

[8] En este sentido, y a la luz de la teoría económica neoclásica, la empresa se asume claramente como una entidad maximizadora de beneficios.

procesos, la tecnología propia o el acceso preferencial a materias primas, hacen que este sea un objetivo difícil de conseguir y mantener[9] para el caso de Lumbre.

Si la empresa no es líder en tecnología y costos, ¿en qué aspecto es líder? La estrategia empresarial que ha ocasionado que Lumbre S.A. permanezca como líder durante al menos la última década en el mercado nacional se fundamenta en tres elementos: primero, el posicionamiento de su marca o grado de recordación; segundo, el haber sido la primera empresa en el mercado o *first move advantage;* y tercero, en sus capacidades de innovación. Estos tres atributos conforman una efectiva y exclusiva estrategia de diferenciación que le permite a la empresa seleccionar una o más características que muchos compradores perciben como importantes y satisfacer plenamente esas necesidades. Estos privilegios se traducen en precios ligeramente superiores que los de la competencia[10].

Identificación de las áreas funcionales críticas y de sus desempeños asociados

En dos áreas de la empresa recae la responsabilidad de los desempeños superiores: la dirección comercial de las líneas de productos, y el departamento que hace las veces de I&D o vicepresidencia de ingeniería.

En lo que respecta a la gestión comercial, esta se planea y ejecuta cuidadosamente y comprende aspectos fundamentales tales como una clara segmentación del nicho de mercado, la consolidación y ensanche de la red de distribución de productos, y un oportuno y siempre vigilante servicio postventa y atención de clientes. Lumbre S.A es una empresa volcada totalmente al mercado y todos sus esfuerzos se dirigen en un solo sentido: la satisfacción plena de sus clientes.

Sin embargo, durante la década de los años ochenta la empresa se percata de que no puede hacer sostenible en el largo plazo esta diferencia frente a sus competidores si no cuenta con el soporte de un departamento de I&D, lugar que será ocupado por el área de ingeniería. En este departamento se concentra el *know how* operativo de la empresa y recae la responsabilidad de desarrollar, mejorar y controlar los productos, además de alcanzar estabilidad en el proceso de manufactura, aunque las decisiones relacionadas con el tema tecnológico sean tomadas en conjunto con la gerencia general y la dirección de producción.

El área de ingeniería depende directamente del gerente de la empresa y la componen dos ingenieros eléctricos y un ingeniero electrónico, quienes dedican gran parte de su

[9] A modo de ejemplo, la segunda empresa más importante a nivel mundial consume al año aproximadamente 40.000 unidades de una materia prima esencial en su proceso de producción; Lumbre S.A. apenas alcanza las 720 unidades/año (¡menos del 2% de lo consumido por la empresa en mención!).

[10] La estrategia de diferenciación permite que una empresa exija un precio superior si el producto o servicio que proporciona es único o más valioso que ofrecer un precio bajo. La diferencia en el precio debe ser superior al costo agregado por ser único.

tiempo a actividades relacionadas con el manejo de la tecnología y la innovación de productos[11]. Según su vicepresidente, "el papel de esta dentro de la estrategia empresarial es servir de herramienta de soporte y no que la compañía sea líder tecnológico en su mercado". De este modo, la empresa parece seguir una estrategia innovadora defensiva: "El innovador defensivo no desea ser el primero del mundo, pero tampoco quiere ser dejado atrás por la ola del cambio técnico" (Freeman, 1982, p.116)[12].

Capacidades tecnológicas de la empresa

Análisis del nivel de desarrollo de la tecnología[13]

La tecnología que emplea la empresa se encuentra en un estadio definido de desarrollo, es decir, ya alcanzó su madurez tecnológica, por lo que no se vislumbran en el futuro grandes saltos tecnológicos en este campo, pero sí mayores eficiencias en su modo de producción[14]. Esto se explica debido a que al madurar el sector industrial, las innovaciones del proceso toman el lugar de las innovaciones del producto como la forma principal de la actividad tecnológica, con la intención de reducir el costo de un producto cada vez más estandarizado (Porter, 1987).

En el **Gráfico 3** se muestra una breve sinopsis de la trayectoria del desarrollo de la tecnología básica en el mundo, desde sus inicios hasta nuestros días. Se identifican cuatro oleadas de cambio técnico, las cuales se representan por el instrumento analítico denominado "Curvas S"[15].

La primera etapa (1ra tecnología) se desarrolló durante la Revolución Industrial de la Inglaterra de 1750, y se caracterizó por la profusión de inventos y descubrimientos en el campo de la metalurgia. Actualmente esta tecnología se sigue empleando, pero es un proceso en franco declive.

---

[11] Cuando se pidió a uno de los directivos de la empresa que describiera el personal dedicado a actividades de I&D, este respondió: "Son personas gomosas de su trabajo; interesadas todo el tiempo en saber el porqué de las cosas."

[12] Una estrategia "defensiva" no implica la ausencia de investigación y desarrollo. Por el contrario, una política "defensiva" puede tener un uso igualmente intensivo de la investigación que una política "ofensiva". La diferencia radica en la índole y sincronización de las innovaciones.

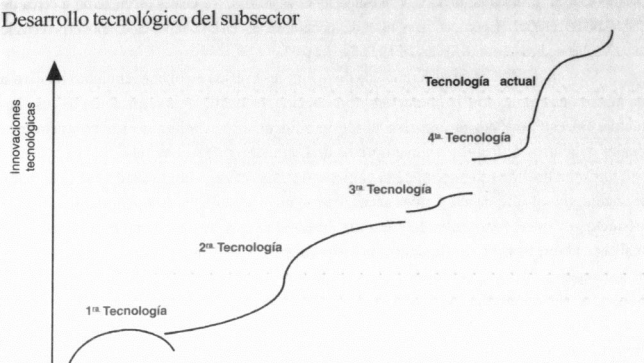
[13] Esta parte del estudio complementa el análisis macro de la cadena metalúrgica-metalmecánica.

[14] En esencia, la tecnología de fabricación empleada no ha sufrido modificaciones importantes en los últimos 50 años. Así por ejemplo, algunos dispositivos usados a comienzos de 1930 cuando fueron inventados son muy similares a las actuales.

[15] Según Malaver (2002), las curvas relacionan el esfuerzo efectuado en desarrollar una tecnología (recursos utilizados), con los resultados obtenidos (velocidad e intensidad en su utilización). La curvatura de las líneas representa los quiebres, saltos tecnológicos y reemplazo de viejas tecnologías.

Gráfico 3

Desarrollo tecnológico del subsector



Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por expertos.

La segunda etapa (2da tecnología) describe el desarrollo y perfeccionamiento de los procesos manuales que emplean esta tecnología, la cual se caracteriza por ser muy versátil y fácil de usar, lo que explica su gran difusión, pero poca eficiencia. Durante esta etapa se inventan las primeras máquinas y dispositivos de uso de los productos, lo que allana el terreno para el surgimiento de procesos semiautomáticos y automáticos. La invención de la electricidad ejerció también una notable influencia.

La tercera etapa (3ra tecnología) está marcada por la ocurrencia de las dos guerras mundiales, que demandaron mayor eficiencia en los procesos de producción y el empleo de nuevos materiales. Irrumpen dos innovaciones técnicas que se ajustan al empleo de equipos semiautomáticos y automáticos, de gran desarrollo en este período.

Finalmente, la última etapa de desarrollo (4ta tecnología y tecnología actual) contempla un salto tecnológico importante con la aparición de nuevas innovaciones, las cuales incrementan notablemente la eficiencia de los procesos de manufactura (ver nuevamente la Tabla 1). Las innovaciones recientes en este campo apuntan principalmente al desarrollo de robots industriales que buscan automatizar por completo los procesos.

Análisis estratégico de las capacidades tecnológicas de la empresa

En Lumbre S.A. la tecnología es un asunto estratégico y se encuentra debidamente formalizado. Esto se manifiesta en la existencia de una dependencia encargada específicamente de su manejo (área de

ingeniería), y por el destacado lugar que ocupa en la estructura jerárquica de la empresa, sin mencionar los importantes recursos destinados a investigaciones aplicadas, los cuales ascendieron a cerca de US$60.000 en el 2001. Según datos suministrados por la empresa, en los últimos cinco años el porcentaje de las ventas dedicado a actividades de I&D fue del 0.6%.

La tecnología clave o diferenciada de la empresa reside en el conocimiento relativo a los materiales empleados, la operación y producción, es decir, en la fabricación de los productos. En este aspecto la empresa posee habilidades por encima de sus competidores locales e incluso comparables con empresas de Latinoamérica y el mundo.

En un documento interno de la empresa de data reciente desarrollado por la división de ingeniería, al que el autor tuvo acceso, se realizó un estudio comparativo de algunos productos de otros fabricantes frente a los de Lumbre S.A.[16]. Fueron efectuados distintos análisis de laboratorio y de eficiencia de los productos. Las conclusiones del estudio fueron las siguientes: "Los productos fabricados por Lumbre S.A. son competitivos a nivel internacional por sus características operativas y propiedades eléctricas. En muchos aspectos son muy similares a los productos importados estudiados. Se debe prestar especial atención al empaque y embalaje final del producto, pues defectos en este sentido no fueron encontrados en los productos analizados."

La tecnología básica de la empresa está definida por los tipos de maquinaria utilizados en el proceso de fabricación, tales como trefiladoras de alambre, tornos, equipos de rectificado y corte, tanques mezcladores, extrusoras hidráulicas, hornos de cocción, fresadoras, máquinas selladoras y equipos manuales de montacargas. La empresa ha desarrollado pequeñas pero significativas mejoras en máquinas y herramientas que han necesitado reparación total o rediseño de sus sistemas mecánicos, neumáticos o hidráulicos, lo cual en muchos de los casos ha evitado el recambio o la importación de repuestos costosos o escasos. A modo de ejemplo, la empresa modificó completa y exitosamente un horno sueco, ampliando su campo de aplicación. Este cambio implicó instalar nuevos y diferentes reflectores, resistencias, modificadores, sistemas de alarma e indicadores, además de estimar y controlar variables físicas y termodinámicas al interior del horno (flujo de aire, humedad, temperatura, etc.).

Estos desarrollos propios le otorgan a la empresa cierta ventaja frente a los competidores en el mercado, y le han permitido adaptar las tecnologías adquiridas al contexto específico de trabajo, alcanzando en la mayoría de casos mejores niveles de eficiencia operativa. La identificación de los desarrollos tecnológicos en la industria a la que pertenece la empresa los hace a través de sus clientes y extensa red de distribuidores en Colombia y países a donde exporta, proveedores de materias primas, en las continuas visitas a ferias de exposición y empresas en países desarrollados, y la lectura y análisis de revistas y libros especializados en la tecnología empleada[17].

---

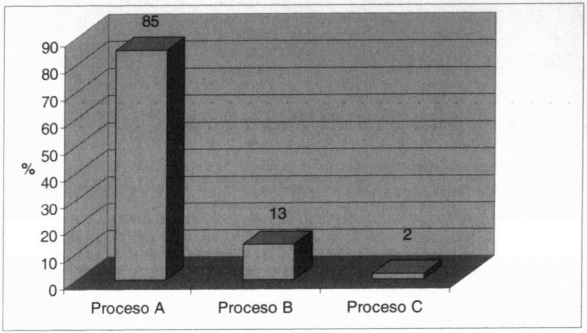
[16] Fueron analizados variados productos disponibles en el mercado local de empresas del extranjero.

[17] El vicepresidente de ingeniería de la empresa es *advisor* de una prestigiosa revista especializada. Igualmente, la empresa se encuentra suscrita a los más prestigiosos *journals* sobre la tecnología que utiliza.

En el **Gráfico 4** se ilustra la forma como se desagrega la producción en Lumbre S.A. Como se observa, el 85% de los esfuerzos de producción se concentran en el proceso A, un rango del 10-13% al proceso B, y apenas un 2% al proceso C. Estos resultados corroboran que la empresa produce lo que su mercado le demanda. En la **Tabla 3** se muestran algunos indicadores de desempeño del proceso de producción en el año 2002.

Gráfico 4

Producción Lumbre S.A.



Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

Tabla 3

Desempeño del proceso de producción 2002

Indicador	Valor
Productividad unitaria del trabajo PLP = producción bruta/ (número de obreros + número de empleados):	51 unidades/Persona
Eficiencia del proceso EP = producción/desperdicios:	50%
Rotación de inventarios RI = ventas/inventarios	1.19
Rotación de materia prima RMP= inventario final de materia prima*360/costo de materia prima	100 días de inventario
Rotación de productos en proceso: RPP = inventario final de productos en proceso*360/costo de producción:	2 días
Rotación de productos terminados RPT= inventario final de productos terminados*360/costo de ventas:	35 días
Rotación de inventario total RIT= inventario final total*360/costo de ventas	45 días
Porcentaje de defectuosos PD= producción/defectuosos:	1%

Fuente: Datos suministrados por la empresa.

A pesar de que no se dispone de datos de años anteriores a fin de realizar un análisis comparado más detallado y profundo, se tiene la certeza de que dicho indicadores han mejorado ostensiblemente a lo largo de los años. El reducido porcentaje de productos defectuosos, así como los adecuados niveles de rotación de inventarios y productos, son logros manifiestos de la eficiencia y mejora continua del proceso de producción.

Análisis funcional de las capacidades tecnológicas de la empresa

Finalmente se analiza el grado de desarrollo de las capacidades tecnológicas reveladas o ausentes de Lumbre S.A. En la **Tabla 4** se muestra la matriz de Likert (Malaver, 2002), en la cual la empresa obtiene un resultado de 37 puntos que la ubican en un rango de desarrollo tecnológico medio. Al respecto se observa lo siguiente:

- La empresa se encuentra rezagada frente a la tecnología de punta[18] (ver Gráfico 3), registrando niveles de actualización tecnológica similares o ligeramente superiores a los de sus competidores locales.
- La gestión tecnológica es un tema trascendente para la empresa y está formalizada en su división de ingeniería, a la cual destina importantes recursos para su desarrollo (1% de las ventas totales/año).
- Las decisiones de inversión en nueva tecnología son asuntos estratégicos analizados al más alto nivel de la empresa. Existen planes y metas específicos que son definidos en conjunto por la gerencia general, la vicepresidencia de ingeniería y la de producción.
- Las decisiones tecnológicas son informadas y analizadas cuidadosamente. Se efectúan a través de revistas especializadas, visita a ferias, catálogos, internet, proveedores de tecnología y clientes.
- La empresa ha realizado acuerdos de asistencia técnica y cooperación con otras empresas de mayor desarrollo y consultores privados.
- La empresa domina la tecnología de fabricación que utiliza. Desarrolla actividades de reparación y mantenimiento, y en ocasiones ha efectuado adaptaciones a las tecnologías importadas según sus necesidades.
- La empresa no improvisa sus decisiones de adquisición de nueva maquinaria o equipos para su proceso de producción. Se verifica siempre la viabilidad técnica y financiera de la adquisición de tecnología.
- La empresa realiza de modo sistemático y permanente investigaciones aplicadas (más desarrollo que investigación) con el objeto de lograr nuevos productos y mejoras a los ya existentes.

[18] Según un directivo de la empresa consultado, "el problema no es acceder ni tener los recursos para adquirir tecnología de primer nivel. El problema es de mercado. No hay incentivos económicos que motiven el uso de nuevas tecnologías y materiales."

- En la actualidad no tiene acuerdos de cooperación o asociación con universidades, centros de desarrollo tecnológico o instituciones de investigación, ni tampoco ha usado los mecanismos de apoyo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
- En término de innovación, la empresa se puede catalogar como innovadora en sentido amplio. Ha desarrollado innovaciones en productos (tecnología diferenciada) y procesos (tecnología básica).
- Sólo los procedimientos del área de producción están documentados y formalizados los cargos del área administrativa. Carece de patentes registradas y la información sobre los productos se protege a través del secreto industrial.
- Desarrolla en forma continua cursos de formación y capacitación a través de su centro de capacitación.

Tabla 4

Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de Lumbre S.A.

(Matriz de Likert)

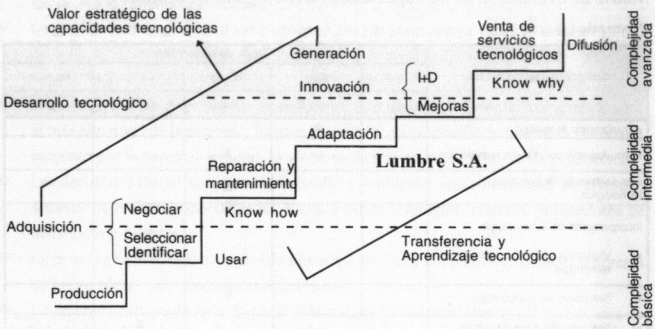
Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica		X			
Formalización del manejo tecnológico			X		
Las decisiones de inversión tecnológica			X		
Incorporación de la tecnología • Vigilancia e identificación de la tecnología				X	
• Selección de la tecnología			X		
• Negociación y transferencia tecnológica				X	
• Uso y explotación de la tecnología				X	
Investigación y desarrollo			X		
Eslabonamiento tecnológico		X			
Innovación			X		
Salvaguardia tecnológica		X			
Capacitación y difusión tecnológica				X	
Puntaje máximo alcanzable = 60	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = 37	0	6	15	16	0

Fuente: Elaborado con base en entrevistas en la empresa y Malaver (2002)

Para complementar el anterior análisis, en el **Gráfico 5** se muestra la escalera tecnológica (*ibid,* 2002), en la que la empresa alcanza un segundo nivel o de complejidad intermedia. En el ámbito de la tecnología que emplea la empresa, Lumbre posee capacidades suficientes para adquirir y negociar equipos y maquinaria de manera óptima a sus intereses; así como el *know how* y la experiencia para transferir conocimientos que le posibiliten la asimilación y el dominio tecnológico. Estas capacidades, como se pudo apreciar, la han llevado a efectuar actividades de reparación y mantenimiento de la tecnología transferida, y en algunos casos a realizar adaptaciones, mejoras o innovaciones incrementales. No obstante, al no generar procesos de investigación formal, por el estado de la tecnología que emplea y limitaciones en el presupuesto y equipo de investigación, no alcanza un nivel de complejidad avanzada.

Gráfico 5

Escalera tecnológica



Fuente: Malaver (2002)

Análisis detallado de la innovación

Descripción y caracterización de los procesos de la innovación

Las principales fuentes de ideas para la innovación, tanto a nivel interno como externo, surgen de reuniones de grupos primarios, de la lectura de catálogos y artículos de revistas especializadas, y recientemente de internet. No obstante, el área de ingeniería tiene plenamente identificados tres indicadores claves, que advierten cuándo se debe mejorar o cambiar completamente un producto:

a) El primero ocurre cuando se presenta una baja rotación del producto. Cuando esto sucede, es indicio de que este no está satisfaciendo adecuadamente los requerimientos y necesidades del cliente, y se hace necesaria una verificación completa.
b) El segundo se produce cuando se detectan variaciones en el rendimiento del producto a través de revisiones periódicas del área de ingeniería. Para prevenir estas situaciones la empresa, dentro de su política de mejoramiento continuo, realiza ininterrumpidamente exigentes y laboriosas pruebas de desempeño en su laboratorio de producto y laboratorio de ensayos eléctricos a fin de estabilizar las características de los productos y reducir su variabilidad en el tiempo.
c) Finalmente, un cambio o innovación se gesta cuando un cliente informa —a través de formatos suministrados por la vicepresidencia comercial— acerca de fallas en el uso del producto. Estas observaciones son recogidas por la vicepresidencia comercial y transferidas directamente a la división de ingeniería, quien es la encargada de atenderlas y corregirlas en el menor tiempo posible.

¿Cómo se generan las innovaciones de producto?

La empresa tiene dos formas de obtener innovaciones de producto. La primera y tal vez la más empleada se logra manipulando los materiales utilizados para la producción. La empresa aprovecha las potencialidades que le ofrece el laboratorio de ensayos eléctricos con que cuenta, y a través de rigurosos procedimientos y pruebas de ensayo y error determina qué combinación de materiales es la más adecuada, económica y factible de producir.

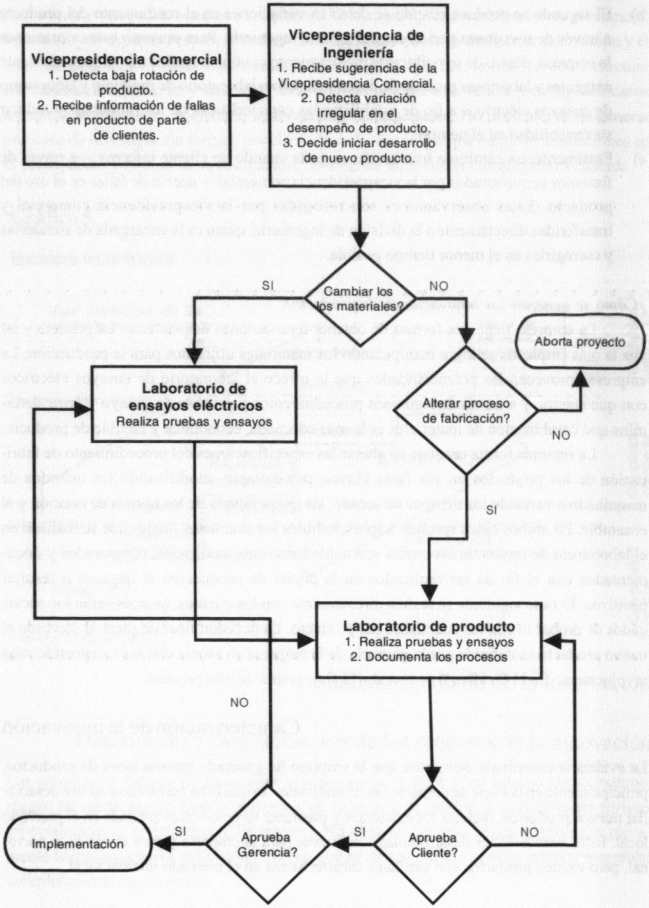
La segunda forma consiste en alterar las especificaciones del procedimiento de fabricación de los productos en sus fases claves, por ejemplo, modificando los métodos de maquinado o variando los tiempos de secado, las temperaturas de los hornos de cocción y el ensamble. En ambos casos resultan imprescindibles los exámenes finales que se realizan en el laboratorio de producto, los cuales son cuidadosamente analizados, comparados y documentados con el fin de ser replicados en la planta de producción si llegasen a resultar positivos. El paso siguiente se realiza directamente con los clientes, quienes serán los encargados de probar *in situ* las cualidades del producto. La decisión final de sacar al mercado el nuevo producto es definida por la gerencia de la empresa en asocio con las vicepresidencias involucradas. En el **Gráfico 6** se muestra el flujograma de este proceso.

Caracterización de la innovación

La evidencia encontrada demuestra que la empresa ha generado innovaciones de productos, principalmente en la etapa de preparación de materiales, lo que le ha permitido a su vez desarrollar nuevos productos, mejorar los existentes y mantener su posición aventajada en el mercado local. Estas innovaciones desarrolladas son nuevas para la empresa y para el mercado nacional, pero existen productos con similares características en el mercado internacional.

Gráfico 6

Flujograma de innovación de productos



Fuente: Elaboracion propia con base en datos suministrados por la empresa.

En general, para la empresa innovar es un hecho cotidiano y los resultados después de 20 años de aprendizaje son bastante halagadores. Prueba de ello son los nuevos productos que han ido desplazando en el tiempo a sus predecesores aumentando de modo sostenido su participación en el mercado. Según datos consultados en la empresa se pudo comprobar que del total de productos elaborados en la actualidad, ha modificado o desarrollado por completo un 70% de sus referencias.

Un notable caso de innovación se produjo durante la construcción de una importante hidroeléctrica en el país. Las políticas de protección a la industria nacional establecían en la época que ninguna materia prima podía importarse si existía alguna empresa en el país que fuese capaz de fabricarla. La noticia de la licitación llegó a oídos del departamento de servicio al cliente que de inmediato reconoció en esta una gran oportunidad de negocios y la presentó a la gerencia de la empresa. Las directivas recibieron con agrado el desafío y encomendaron el nuevo desarrollo al equipo de ingenieros del área de ingeniería. En un período aproximado de seis meses de trabajo la empresa consiguió desarrollar un producto completamente nuevo, altamente competitivo y adecuado a los requerimientos de los ingenieros de la hidroeléctrica. Este nuevo producto superó satisfactoriamente todas las exigentes pruebas efectuadas por técnicos japoneses y argentinos. Este positivo resultado condujo a que en la construcción de la represa se usaran productos fabricados por Lumbre S.A.

Este es un claro ejemplo que muestra signos inequívocos de flexibilidad organizacional, economías de complemento entre los distintos departamentos de la empresa, y por supuesto, capacidad para innovar. El manejo de la tecnología es explícito y formalizado; se emplean unos recursos (físicos, humanos y financieros) y definen objetivos y estrategias propios a través del departamento de investigación y desarrollo (vicepresidencia de ingeniería), en coordinación e integración con otras áreas de la empresa.

Factores que inciden en la innovación

La innovación en la empresa se ha visto afectada por factores externos e internos. Se mencionan los de mayor incidencia:

El atraso tecnológico de la industria metalmecánica en Colombia ha coadyuvado a que Lumbre S.A. mantenga su posición de liderazgo, sin menosprecio de los logros alcanzados. Como se evidenció en la Tabla 2 y en el estudio de caracterización de la cadena, la inmadurez y escasa competitividad de la industria metalmecánica colombiana, en especial de la industria de bienes de capital, ha ocasionado que la producción de la empresa tenga un alto componente de procesos manuales. Pese a lo anterior, la empresa es consciente de que con el tiempo esta situación tenderá a cambiar por lo que en el futuro se ven forzosamente asociados con un gran jugador, en palabras del gerente general, "con algún *partner* internacional."

El reducido tamaño del mercado local del subsector al que pertenece la empresa, unido al pobre desempeño de la cadena metalmecánica a raíz de la apertura y crisis de mediados de los años noventa, crean pocos incentivos económicos para que las grandes compañías del subsector a nivel internacional establezcan empresas filiales o subsidiarias.

La entrada de nuevos competidores en sectores tecnológicamente rezagados podría generar mayores impulsos para la actualización de habilidades y tecnología por parte de las empresas.

Un tercer factor, concomitante con los dos anteriores, lo constituye el tipo de tecnología que emplea la empresa. Tal como se señaló en el análisis funcional de las capacidades tecnológicas, en este aspecto la empresa se encuentra atrasada frente a compañías similares en Latinoamérica y el mundo, lo que representa una clara barrera de entrada y un obstáculo infranqueable para el desarrollo de nuevas innovaciones.

Por último, la cultura organizacional es uno de los factores que más ha favorecido los esfuerzos de innovación en la empresa[19]. Los resultados encontrados señalan que Lumbre tiende a ser una empresa jerarquizada, que no responde muy bien a diferencias individuales de su personal e incluso es intolerante con empleados "superestrellas". En empresas como esta, el estatus de los individuos es muy valorado, los cargos son tomados muy seriamente y las normas de la organización se consideran inmodificables. De la misma forma, los procedimientos de rutina son empleados para minimizar las variaciones y existe un método aceptado y comprensible para hacer todo. Las ideas innovadoras provienen generalmente de individuos o equipos reducidos, y es probable que desconfíe de los individualistas y pequeños grupos «disidentes». Adicionalmente, la empresa es altamente perceptiva y expectante de sus empleados: las personas deben cumplir con su deber, sus necesidades personales se subordinan al bien general, y sus actuaciones deben ser las adecuadas (Bridges, 2000).

Impacto de la innovación

A falta de información precisa y cuantificable acerca del impacto de las innovaciones en la empresa, y bajo la premisa de que existe una estrecha relación entre esta y su situación financiera, en el **Gráfico 7** se muestra el análisis de tendencia de sus principales razones financieras, a partir de información obtenida en la Superintendencia de Sociedades. Se analiza la capacidad de la empresa para cumplir con sus pagos a corto y largo plazo, para generar utilidades y para ser eficiente en su operación, en el período comprendido entre 1991 y 2001[20].

Se verifica inicialmente la capacidad de la empresa para cumplir sus compromisos de pago a corto plazo. Se puede observar que la razón circulante (activo circulante/pasivo circulante) durante todos los años analizados es mayor que uno, alcanzando sus mayores picos durante los años 2002 (5.52) y 2001 (4.90). En principio, se puede decir que la empresa maneja un buen nivel de liquidez y que protege muy bien sus deudas de corto plazo. La razón ácida (activo circulante-inventarios/pasivo circulante) muestra un comportamiento muy similar a la anterior. Exceptuando los años 1995 (0.41) y 1996 (0.54), en todos los demás los valores se encuentran por encima de 1, lo que indica que es poco probable que la empresa tenga problemas para cubrir sus deudas de corto plazo.

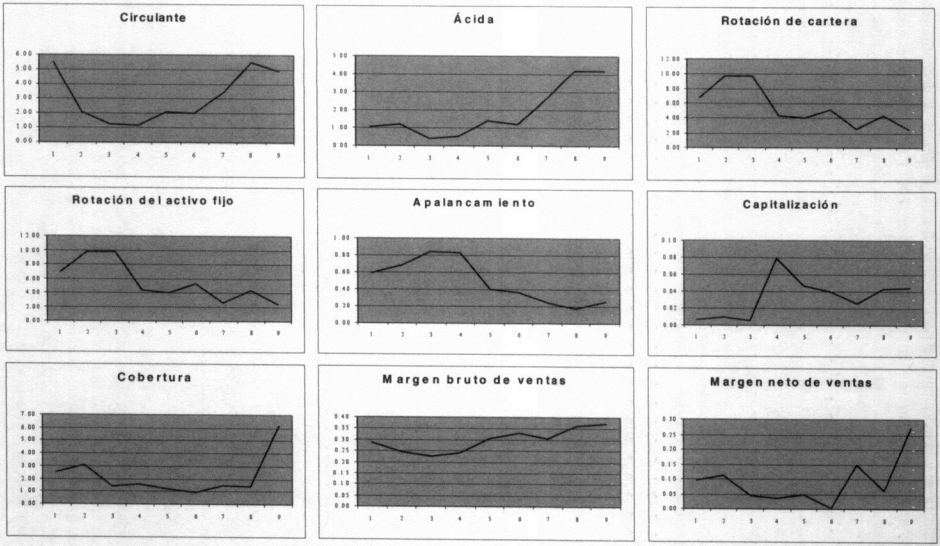
---

[19] Para analizarla, se aplicó una encuesta compuesta de 36 preguntas al gerente general de la empresa, a los vicepresidentes de ingeniería, producción y comercial.

[20] No fue posible obtener los estados financieros de los años 1993 y 1994.

Gráfico 7

Análisis con razones financieras



Fuente: Elaboración propia,.con base en datos suministrados por la Superintendencia de Sociedades.

En lo que respecta a la eficiencia en la operación de la empresa, el índice de rotación de cartera (ventas anuales/cuentas por cobrar promedio) evidencia un decrecimiento marcado a partir de 1995 (9.81) hasta el último año analizado, 2001 (2.38). Esto no es necesariamente negativo y puede señalar una nueva política de mercadeo que busca facilitar aún más la compra de los productos de la empresa a través de créditos con plazos más amplios. La utilización de los activos fijos (venta anual/activo fijo promedio) para generar ventas ha sido altamente positiva y presenta índices que superan en promedio los 5 puntos en los años analizados. Este resultado es importante si se tiene en cuenta que en el año 2001 la empresa contaba con inversiones netas en planta y equipos superiores a los 2.400 millones de pesos.

El análisis de la estructura financiera y capacidad de pago a largo plazo evidencia un manejo conservador y muy cuidadoso de los pasivos de la empresa. El apalancamiento financiero (pasivo total/capital contable) de la empresa no supera en promedio los 0.5 puntos, lo que se considera en general un apalancamiento sano, y según se observa en el Gráfico 7, disminuye de forma importante a partir de 1996. La tendencia se repite de modo similar con el manejo del endeudamiento de la empresa a largo plazo (pasivo de largo plazo/capital contable) y la cobertura de la deuda (utilidad de la operación/intereses a cargo). Los niveles de deuda de largo plazo observados son muy bajos y demuestran que la empresa prefiere financiar sus propias necesidades antes que endeudarse. Esto se infiere igualmente de su capacidad para cumplir con el servicio de la deuda contraída, a través de las utilidades que genera a partir de la operación.

Finalmente se examina la capacidad de la empresa para generar utilidades. El comportamiento del margen bruto de ventas (utilidad bruta/ventas netas) es alto (alrededor del 30%) y presenta una leve tendencia a crecer, del 22% en 1995 al 33% en 1998; y del 30% en 1999 al 37% en 2001, lo que puede deberse a tres posibles variables: a un aumento del volumen de ventas y producción, al incremento del precio de venta, y/o a reducciones en el costo de producción. Por su parte, el margen neto de ventas (utilidad neta/ventas netas) manifiesta un comportamiento igualmente positivo durante el período analizado (alrededor de un 9% en promedio) y una fuerte tendencia al alza a partir de 2000.

En síntesis, la situación financiera de la empresa es positiva en todos los parámetros analizados. A modo de hipótesis, las innovaciones desarrolladas durante los últimos 10 años han influido de forma notoria en el logro y consolidación de la saludable situación financiera.

Conclusiones y recomendaciones

El estudio de caso desarrollado en Lumbre S.A. ofrece importantes lecciones que pueden ser de gran utilidad para la definición de estrategias por parte de empresas interesadas en disponer de elementos de juicio y parámetros con respecto a los cuales compararse, acerca de su conducta tecnológica. A continuación se destacan algunos resultados pertinentes en términos de sus implicaciones.

Primero, la empresa fue intrínsecamente capaz de transferir tecnología, habilidades y conocimientos de empresas extranjeras y consultores independientes durante casi tres décadas, lo que supone la existencia de una activa estrategia de adquisición de tecnología y aprendizaje, pues las tecnologías son tácitas y sus principios subyacentes no siempre se comprenden a plenitud (Lall, 1992). Esto le permitió seleccionar, adquirir, asimilar y modificar a su acomodo la tecnología foránea y ser independiente tecnológicamente, a fin de brindar soporte a su proceso de producción y desarrollar sus estrategias de mercadeo. Se subraya la gran habilidad de sus fundadores en la consecución de importantes aliados estratégicos. lo que garantizó la supervivencia de la empresa.

Segundo, el escaso dinamismo tecnológico del mercado local, sumado a su reducido tamaño, han condicionado a Lumbre S.A. a emplear tecnología rezagada frente a sus pares en los países desarrollados, situación que se refuerza además por el marcado enfoque de mercado que posee. No obstante, se puede argüir que la tecnología de punta disponible no es inalcanzable para la empresa, y dada la experiencia y acervo de conocimientos acumulados en el pasado, podría estar en capacidad de asimilarla relativamente rápido y dar un salto a mejores tecnologías en su campo. La existencia y potencial disponibilidad de tecnologías más eficientes puede crear incentivos *per se* para invertir en el desarrollo de las capacidades tecnológicas de la empresa.

Tercero, Lumbre S.A. ha desarrollado actividades de innovación exitosas en su tecnología de fabricación, y por lo tanto ha introducido productos tecnológicamente nuevos (para la empresa y el mercado local) o significativamente mejorados, de los cuales la totalidad de los nuevos desarrollos identificados se registran en la fase de preparación de materiales, donde reside la tecnología clave o diferenciada de la empresa. El origen de estas innovaciones se debe principalmente a los esfuerzos continuados del departamento de I&D (vicepresidencia de ingeniería) durante los últimos veinte años, y del cual dependen a su vez áreas claves para la empresa, como el laboratorio de ensayos eléctricos, el laboratorio de producto y el centro de capacitación.

Cuarto, a pesar de carecer de datos que liguen el impacto de la innovaciones con beneficios o ahorros en costos, el estudio muestra que el desempeño financiero de la empresa en los últimos nueve años es altamente deseable, lo que permite pensar que las innovaciones conseguidas a lo largo de esos años tuvieron un impacto igualmente positivo. En tal sentido, resultaría muy conveniente para la empresa mejorar los sistemas de información relacionados con las innovaciones que desarrolla, así como la documentación y protección de sus secretos industriales, en donde se evidencian algunas falencias de consideración. Igualmente, se refleja una escasa integración de la empresa con el Sistema Nacional de Innovación (SNI), debida en parte a la debilidad y desarticulación de este último.

Finalmente, y a modo de colofón, en el mediano y largo plazo la empresa deberá resolver los siguientes asuntos:

Considerar la posibilidad de integrarse verticalmente hacia delante y desarrollar nuevas alternativas de negocio. Una posible alternativa podría ser, dado el posicionamiento de la empresa, desarrollar dispositivos o máquinas que permitan aumentar la eficiencia en los proceso de producción, lo que ampliaría y complementaría notablemente su oferta de productos en el mercado.

Desarrollar estrategias de mercadeo o abrir nuevos nichos de mercado que le permitan ampliar la demanda de productos tecnológicamente más avanzados, en otras palabras, empujar al mercado (*technological push*) a demandar productos más eficientes que los actuales.

Estudiar la alternativa de unirse o asociarse con alguno de los grandes competidores a nivel mundial o latinoamericano. Las ventajas para Lumbre serían notables: consolidación de su posición en el mercado local y mercados a donde exporta, renovación de las técnicas de producción, abastecimiento y distribución, ampliación de la distancia con sus competidores más próximos, acceso a nuevas tecnologías, cambios en la gestión, y la organización del trabajo, entre otras.

Bibliografía

COLCIENCIAS y DNP, 1999, "Encuesta sobre desarrollo tecnológico", documento de trabajo. Bogotá, D. C.

FREEMAN, Christopher, 1982, *The Economics of Industrial Innovation,* 2a. ed., Cambridge, Massachusets: The MIT Press.

LALL, Sanjaya, 1992, "Technological Capabilities and Industrialization", en *World Development,* Vol. 20, No. 2, pp. 165-186.

PORTER, Michael, 1987, *Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior,* México D.F., Cecsa.

BRIDGES, William, 2000,*The character of organizations: using jungian type in organizational development,* New York, Davies Black Publishing.

KATZ, Jorge, 1983, "Cambio tecnológico en la industria metalmecánica latinoamericana", en *Revista de la Cepal,* abril, No. 19, Santiago de Chile.

MALAVER, Florentino, 2002, "Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas e editoriales", en revista *Innovar,* julio-diciembre, No. 20, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

Inauto

César Augusto Bernal Torres
Rafael Guillermo Ricardo Bray

La empresa y su evolución

Reseña histórica de la empresa

En el año 1964 un joven bogotano de nacimiento, hijo de familia emprendedora, decidió dejar su profesión de piloto, actividad por la que aún siente gran aprecio, y en su deseo de adquirir independencia económica e impulsado por su arraigado espíritu emprendedor que había heredado de su padre, quien fue su mejor amigo y consejero y de quien aprendió la disciplina y reciedumbre ante las dificultades, respeto por los demás, el valor de la iniciativa y la ayuda a los más desprotegidos[1], decidió convertirse en empresario y comenzó por incursionar en el campo de la comida, abriendo negocios de restaurante que rápidamente recibieron reconocimiento en la ciudad de Bogotá como fue el caso del restaurante "Quick", el cual tenía como clientes habituales a altas personalidades del país, tales como ministros de Estado, magistrados, congresistas, periodistas, y en particular altos directivos del sector productivo colombiano localizado en la ciudad de Bogotá.

Como resultado de las excelentes relaciones personales establecidas con sus distinguidos clientes, este joven tuvo la oportunidad de conocer algunos ejecutivos de la Chrysler, empresa norteamericana que iniciaba labores en el territorio nacional, quienes le comentaron la intención de esta empresa de contratar la fabricación de tapicería interna para los vehículos a ensamblar. Ante tal proposición, vio una oportunidad para realizar su sueño de hombre de negocios y el medio a través del cual podría ayudar a muchas personas y familias de escasos recursos a mejorar su calidad de vida mediante un empleo y contribuir por ende al desarrollo y progreso del país. Él, con el apoyo de su familia, veía en este negocio un medio para superar sus propias dificultades, pero también para ayudar a los más desampara-

[1] Comentarios expresados por los esposos fundadores de Inauto.

dos y a quienes a pesar de sus recursos limitados ya apoyaban con la creación de una guardería u hogar para niños de la calle, que financiaba con las ganancias que generaban sus negocios de comida. (Comentario expresado por su esposa y socia en entrevista realizada a los fundadores de Inauto Ltda.).

El entrevistado comenta que aunque él no contaba con experiencia alguna para esta actividad, tampoco la había tenido para su negocio de restaurantes, confiaba en su iniciativa, en el apoyo de su familia, específicamente de su esposa, y en su compromiso por asumir nuevos retos. Fue así como decidió iniciar su nuevo negocio, el cual comenzó con la creación de un taller en el garaje de su casa, ubicada en el barrio La Soledad. Para realizar su actividad contrató un reconocido tapicero que laboraba en Fontibón y a quién le compró su equipo de trabajo (máquina, mesa y plancha) gracias a un pequeño préstamo bancario de $1.000.000 y unos pocos ahorros personales.

El taller con razón social La Meta Ltda., conformado por dos socios (el joven ex piloto y un amigo suyo), inició labores en 1967 produciendo tapicería para los automóviles ensamblados por la Chrysler en Bogotá.

En 1969 el socio se retira y el taller La Meta se liquida. El joven expiloto se asocia con su esposa, y con un préstamo de $4.000.000 en ese mismo año se constituye la empresa Inauto Ltda., con una estructura de empresa y una decisión clara de su propietario de desarrollar el sector de las autopartes y centrar su actividad en este negocio, aunque esto significara descuidar el negocio de las comidas. Inauto se convertiría a partir de entonces en un hijo más de la familia. La empresa comienza produciendo tapicería, parasoles y páneles laterales para las puertas de los vehículos ensamblados por la Chrysler en Bogotá.

En 1972 Inauto importa maquinaria para incursionar en el campo del electrosellado y en 1976 se da un cambio en el proceso de producción, especialmente en los parasoles, pasando de una producción básicamente manual a una mecanizada.

En 1982 la empresa diversificó su actividad e incursionó en el campo de la metalmecánica, produciendo tanques para combustible (gasolina) en la línea de vehículos pesados, para ello la empresa importó la tecnología más avanzada en dicho proceso, constituyéndose en la empresa líder en el sector.

En 1989 se importó una laminadora por instrucción con el propósito de incursionar en el mercado de los plásticos termoformados, negocio que no fue viable por los pocos volúmenes de demanda de los productos, que no permitía recuperar costos. La máquina fue vendida, y representó significativas pérdidas para la empresa.

En el mismo año de 1989, su fundador se separa parcialmente de la gerencia de Inauto Ltda., atraído por la política y convencido de poder aportar su entusiasmo y experiencia a la comunidad del municipio de Sesquilé, donde se lanzó como candidato a la Alcaldía. Fue elegido como el primer alcalde de elección popular. A esta comunidad le dedicó todo su empeño y logró realizar una excelente labor. Sin embargo, esta experiencia en la política le trajo más dificultades que satisfacciones.

A mediados de 1990 la empresa decidió renovar tecnología importando tres inyectoras de plástico y amplió el mercado a otras ensambladoras que competían en el mercado nacional, tales como la Compañía Colombiana Automotriz (Mazda) y Sofasa - Renault.

Como consecuencia del aislamiento de su fundador de la gerencia de Inauto, se nombró un Comité Gerencial conformado por personal externo de la empresa. Dicho Comité contó con amplia autonomía para la toma de decisiones y aprovechando la buena situación de que gozaba la empresa se decidió importar maquinaria (selladoras de alta frecuencia para parasoles, equipo de soldadura y máquinas de coser) para modernizar la maquinaria existente. La empresa comienza a presentar dificultades económicas por las altas inversiones realizadas en estos negocios.

Al iniciar 1992 se importa maquinaria para la fabricación de espuma a un alto costo y sin un estudio previo. La máquina producía grandes volúmenes, pero no hay mercado a quién vender, por tanto es necesario vender la máquina, ocasionando pérdidas a la empresa y malestar entre sus socios, situación similar a la vivida en 1989 con la importación de la laminadora.

En 1996 el Comité Gerencial contrató a un grupo de asesores, a un alto costo, con el propósito de que asesoraran a la empresa para la obtención de la Certificación en Normas de Calidad ISO 9002 y Qs 9000, lo cual era un requerimiento de sus clientes para poder ser proveedores de empresas en mercados globales. La certificación se obtuvo, sin embargo los costos incurridos fueron muy altos, lo cual agravó la situación financiera de la empresa, unida a la disminución de la demanda de sus productos por parte de sus clientes.

A finales del año 1996, Inauto Ltda., que proporcionaba empleo a aproximadamente 220 personas, comenzó a tener dificultades por el deterioro en las relaciones entre la dirección de la empresa con las directivas de la General Motors, su principal cliente, especialmente con los encargados de los contratos. La dirección consideraba que los encargados de contratos por parte de General Motors estaban dando un trato injusto a Inauto Ltda. La empresa fue afectada por la disminución de la demanda en volúmenes significativos. Situación que se vio agravada por los efectos de la apertura económica, debido a que algunos de sus clientes cerraron plantas de ensamble y otros optaron por la importación de autopartes, reemplazando el consumo de la producción nacional.

Al inicio de 1997, preocupado por la situación que venía enfrentando la empresa desde mediados de los años 90's, lo que le generó graves problemas de salud física y mental, el fundador decide retirarse definitiva mente de la empresa, quedando como socios de Inauto Ltda. su esposa y sus cinco hijos. Los nuevos socios deciden nombrar nuevo gerente, y para tal cargo se nombró a un persona externa de la empresa, para un periodo de dos años (1997-1998).

Con esta nueva administración y después de un estudio financiero y de mercado, a finales de 1997 se hace una actualización de la maquinaria de la división metalmecánica, área considerada como estratégica para la empresa en ese año por los requerimientos del mercado, así mismo, se importó un horno, un sistema integrado de pintura en polvo y un

sistema para lavado en inmersión de los tanques para combustible. Sin embargo, la empresa continuó en crisis.

A partir de 1999 es nombrada como gerente una de las socias de la empresa, reconocida por su capacidad de trabajo en momentos de crisis y quien asumió el reto de hacer de Inauto una empresa capaz de responder a las exigencias de un ambiente altamente competitivo (información obtenida de entrevista con los socios fundadores y ratificada por la dirección actual de la empresa). Para ello fue necesario tomar decisiones que significaron vender algunos bienes de la empresa, retirar personal, a tal punto que hoy la empresa cuenta con 85 personas de las 220 que empleó en su periodo de bonanza.

Esta situación crítica antes no vivida por la empresa se prolongó de 1997 hasta finales de 1999, siendo el año 1999 el de más baja actividad. Sin embargo, las medidas tomadas por la dirección, las cuales implicaron reducción de personal en todos los niveles de la empresa, aumento de la productividad, y la búsqueda de nuevos mercados, ha llevado a la empresa a la conquista de nuevos mercados, especialmente para la línea TRIM. Se ha recurrido a la iniciativa para hacer más eficientes todos los procesos que requiere la empresa para desarrollar su actividad. Hoy se puede percibir optimismo, tanto por parte de los directivos como de los trabajadores con relación al futuro de la empresa. Se reconoce que la crisis que ha vivido en estos últimos años necesariamente traerá lecciones que aprenderá para sus próximos años.

En general, desde su fundación hasta mediados de los años 90s, la empresa presentó un buen desempeño (véase **Gráficas 1** y **2**: aspectos financieros de la empresa) y se distinguió por su prestigio, bien merecido de sus clientes, quienes reconocen su capacidad de respuesta a las exigencias de un mercado dinámico y exigente para un entorno cada vez más competitivo.[2] Fue tal el auge de la empresa por estos años que llegó a tener más de 200 trabajadores y laborando en tres (3) turnos para cumplir con los requerimientos de sus clientes.

A continuación se hace una presentación general del comportamiento financiero general de la empresa durante los últimos diez años con el propósito de mostrar la situación actual.

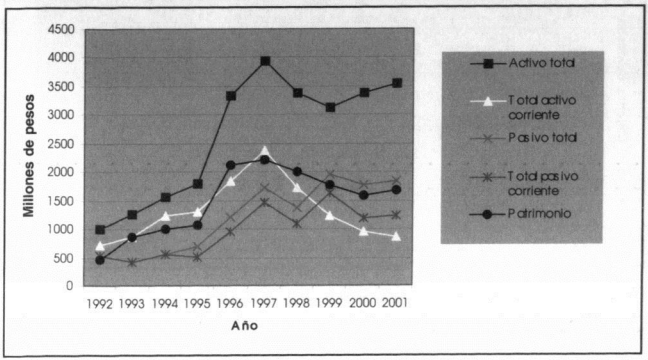
Comportamiento financiero de la empresa en los últimos años

La **Gráfica 1** muestra el comportamiento de los principales rubros financieros de Inauto durante los últimos diez años. Se observa que desde 1992 hasta 1997 hay un aumento constante y paralelo de los estados financieros, y a partir de dicho año se presenta una acelerada disminución de los activos y el patrimonio de la empresa mientras se da un crecimiento del pasivo. Este significativo cambio en la composición de los estados financieros de la empresa se corresponde con el comportamiento que presentó el sector de las autopartes (Acolfa,

[2] Inauto certifica haber recibido varias distinciones de parte de las ensambladoras, especialmente la Chrysler, en reconocimiento a su prestigio en el mercado (véase archivos y distinciones de la empresa).

2002) y como consecuencia de la situación de competencia a la que se vio enfrentada la empresa con el cambio de políticas de las ensambladoras, al retirar la política de exclusividad para con sus proveedores que habían tenido hasta entonces.

Gráfica 1
Tendencia de los principales rubros financieros en Inauto Ltda.

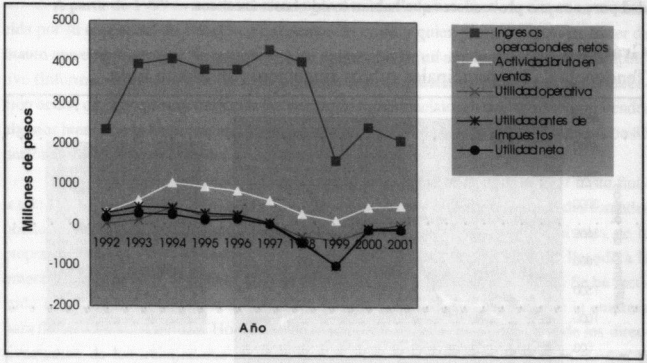


Fuente: Archivos de la empresa

En cuanto al comportamiento financiero de los estados de resultados, la empresa logró mantener un resultado levemente positivo hasta el año 1997, año a partir del cual se produjeron resultados negativos con marcado aumento de pérdidas, llegando a su nivel más crítico en el año de 1999 con pérdidas superiores a 1.000 millones de pesos. Luego logra una significativa recuperación, hasta alcanzar el nuevo punto de equilibrio en el año 2000, con una muy leve tendencia a mantener este comportamiento de equilibrio y mostrar resultados positivos (Ver **Gráfica 2**).

De otra parte, las principales fuentes de financiamiento de la empresa son únicamente sus recursos propios (90%) y aportes de los socios (10%).

Gráfica 2
Tendencia de los rubros del estado de resultados en Inauto Ltda.



Fuente: Archivos de la Empresa

Comportamiento competitivo de la empresa

El recurso humano en Inauto

En general durante la historia de Inauto Ltda. el personal que ha laborado y que actualmente labora ha tenido y tiene gran aprecio por parte de sus directivas, en razón del alto nivel de especialización y conocimiento que tiene de su trabajo y el compromiso que ha demostrado para con la empresa, aun en momentos de dificultades. Así lo manifiestan tanto su fundador en entrevista realizada al mismo, como la actual dirección de la empresa, quienes consideran que su personal es uno de los recursos más valiosos con que cuenta actualmente la empresa. Esta opinión dada por los directivos es confirmada por los mismos trabajadores, quienes manifiestan que el fundador es una persona que valora a sus trabajadores y consideran que fue una persona que les exigía mucho en su trabajo pero "siempre estaba preocupado por si vivían bien" , "buscaba ayudarnos a conseguir vivienda, creó un restaurante en la empresa para tener dónde comer bien y trabajar bien", "los fines de año entregaba regalos para los hijos de todos los trabajadores, eso era muy bonito". Y agregan: las nuevas directivas "ya no nos dan todas esas cosas porque la situación está difícil, pero nos tratan bien"[3].

[3] Percepción obtenida mediante entrevista al personal de planta.

Es indudable que en Inauto a pesar de la situación tensa vivida por empleados y directivas como consecuencia de los retiros de gran parte de sus trabajadores en los años 1997 y 1999, el personal entendió la situación crítica y llegaron a un acuerdo para su retiro o su continuidad en la misma. De lo anterior se vislumbra que todas y cada una de las personas son importantes y valoradas como tal. Tanto directivas como los demás trabajadores son conscientes del papel que juega cada uno en los resultados de la actividad de la empresa, y el compromiso que cada persona asume es un claro reflejo de su disposición para contribuir al logro de buenos resultados.

Las personas que hoy colaboran en Inauto son conscientes de la situación que enfrenta la empresa y por tanto de las implicaciones que tienen las decisiones que tomen las directivas, pero igualmente reconocen que se están haciendo grandes esfuerzos para proyectar a Inauto como una empresa capaz de responder a los retos de la competitividad y la globalización y que lo que pueda aportar cada uno para tal propósito conllevará beneficios para todos.

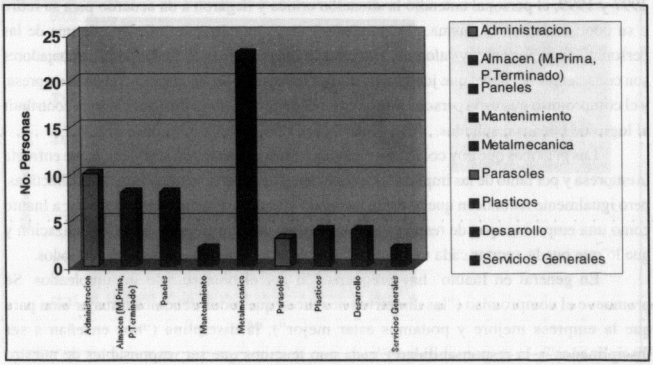
En general en Inauto hay preocupación por el bienestar de sus empleados. Se promueve el compromiso ("las directivas nos dicen que todos debemos trabajar bien para que la empresa mejore y podamos estar mejor"), la disciplina ("nos enseñan a ser disciplinados"), la responsabilidad ("cada uno tenemos que ser responsables de nuestro trabajo"), el trabajo en equipo ("en la empresa nos enseñan a colaborarnos entre nosotros para que hagamos las cosas mejor"). Hay permanente comunicación entre el personal directivo y los trabajadores ("cuando queremos hablar con los jefes ellos nos atienden rápido y dicen que les gusta que les contemos las cosas del trabajo"). Esto ha garantizado que en la empresa se viva en clima de paz y cordialidad, aspecto que ha sido una constante en la historia de Inauto.

Cuando se trata de aportar ideas y realizar labores que impliquen desarrollos o mejoras tanto en productos como en procesos productivos, son personas muy animadas para participar decididamente. Esta actitud no solo se da por solicitud de las directivas, también hay iniciativa personal. Varias de las ideas para el desarrollo de productos o mejora de los mismos han surgido del personal de planta, como se puede verificar cuando se describa el proceso de la innovación en la empresa, en sección posterior.

La **Gráfica 3** muestra la composición del personal según el área de trabajo donde se desempeñan las personas que laboran en la empresa.

Gráfica 3

Personal por áreas en el año 2001



Fuente: Archivos de la empresa

El **Cuadro 1** muestra la distribución del personal de la empresa según el área de trabajo, el número de personas por área, la antigüedad promedio y el grado académico.

Cuadro 1

Personal por áreas y nivel académico

Cualificación	Número	Antigüedad	Estudio
Operarios	61	10 años	Bachillerato
Técnicos	15	7 años	Tecnólogo
Profesionales	8	5 años	Profesional
Postgraduados	1	1 año	Postgrado
Total Personal	**85**		

Fuente: Archivos de la empresa

Cultura organizacional

Los siguientes son los rasgos que caracterizan la cultura de la empresa (los datos fueron obtenidos mediante encuesta aplicada al 80% del personal de la empresa incluyendo personal directivo y operarios):

Inauto Ltda. hoy se caracteriza como una empresa orientada básicamente a responder a las necesidades de sus clientes (las ensambladoras), respuestas que logra llevar a cabo gracias a su potencial humano y a su capacidad tecnológica, considerada una de las más modernas a nivel nacional en el sector, y las buenas relaciones que establece con sus clientes y proveedores. En este sentido, la organización está abierta y atenta a las sugerencias y expectativas de sus clientes y de sus empleados. Sin embargo responde lentamente a los retos y exigencias externas del medio o cambios en el entorno.

Las decisiones que se toman en la empresa tienden a ser rápidas, se fundamentan en criterios racionales más que emocionales, se basan en estadísticas y requerimientos del mercado y responden más a eventos presentes que futuros. Los cambios en la empresa se realizan con visión cortoplacista, se prefiere hacerlos de manera incremental y no radical, se hacen siguiendo esquemas conocidos y se evita el riesgo que implica la adopción de nuevos esquemas. Se actúa más por la práctica, pero se valora ampliamente la creatividad y el ingenio; es más realista que intuitiva y visionaria.

Inauto es una empresa que se adapta a los cambios mediante ajustes a sus rutinas, usualmente estandarizadas. Es una empresa que prefiere los ambientes estables más que aquellos complejos y turbulentos.

La comunicación en la empresa está orientada a dar información y a promover el diálogo entre las personas, especialmente directivos y trabajadores. En muchas ocasiones se da mayor importancia a la eficiencia de los sistemas que a las personas. Sin embargo, hay interés porque a la vez que los empleados cumplan con sus labores formales se estimula el aprovechamiento del talento y las habilidades personales para la consecución de buenos resultados en el trabajo. Se busca que los trabajadores además de conocer sus actividades, estén al tanto de las decisiones que se toman en la empresa con el propósito de que estos colaboren y se comprometan de manera espontánea y voluntaria en los proyectos a realizar.

La fortaleza de la organización está centrada en su capacidad productiva caracterizada por la calidad de sus productos y servicios, el potencial de sus trabajadores y la disponibilidad de tecnología acorde con las necesidades del mercado.

En general, Inauto es una empresa orientada a dar respuesta a las exigencias de los clientes, busca mantenerse actualizada sobre los cambios externos relacionados con su actividad. Se fundamenta en criterios racionales, prácticos y de corto plazo. Prefiere la impersonalidad y la formalidad en las relaciones con sus trabajadores. Considera importante la planificación de sus actividades de corto plazo, es flexible a los cambios esporádicos, sin embargo, se siente más cómoda en ambientes estables que cambiantes, y existe un gran compromiso de sus trabajadores con la empresa en general y con la creatividad y la innovación como actividad cotidiana en su trabajo (ver **Cuadro 2**).

La estructura organizacional de Inauto se caracteriza por ser piramidal, con departamentalización funcional (ver **Gráfica 4**), proceso de toma de decisiones altamente centralizado, según el tipo de decisión, y con un sistema de comunicaciones formalizado para mantener la coordinación administrativa de la empresa.

Cuadro 2
Relación entre la cultura organizacional e innovación en Inauto

Elementos de la cultura importantes a la hora innovar	Grado de presencia en la empresa			Observaciones
	Alta	Media	Baja	
Compromiso personal hacia la práctica sistemática de la innovación	X			Este rasgo de la cultura fue practicado y promovido por el creador de la empresa.
Sentido de la identidad de los empleados con la empresa y su misión	X			Este sentido es claramente identificable y motivo de orgullo de los trabajadores.
Manejo de elementos subjetivos (conocimiento tácito de los empleados, sugerencias, intuiciones, corazonadas).			X	
Creatividad	X			Ampliamente presente en el área de producción pero escasa en otras áreas.
Diligencia		X		
Persistencia	X			Rasgo sobresaliente.

Fuente: Archivos de la empresa

Desde el punto de vista de la formalización de las actividades en la empresa, todo el personal que allí labora tiene sus funciones claramente formalizadas en documentos escritos y dichas funciones son conocidas por cada una de las personas. Cada una de las áreas tiene su manual de funciones y tareas bien establecidas, y todos los cargos están bien definidos. Cuando se requiere responder a una nueva exigencia de un cliente o del mercado en general, o se busca mejorar un proceso productivo en la empresa existe flexibilidad en las actividades que realizan las personas de los diversos cargos que participen en estos procesos.

Con relación a la centralización o toma de decisiones es claro que en Inauto la participación del personal depende del tipo de decisiones. Las decisiones corporativas las toma la dirección autónomamente, mientras que decisiones que tengan relación con los procesos de desarrollo de nuevos productos (para la empresa) como consecuencia de una solicitud de sus clientes o de cambio y mejora en los procesos productivos, la participación de los diferentes cargos y personas es común en la empresa.

A este respecto, es común escuchar de parte del personal de los diferentes niveles jerárquicos y de divisiones comentarios como: "aquí a las directivas les gusta que nosotros participemos cada vez que hay que hacer algo nuevo o mejorar algo".

A nivel de especialización la empresa cuenta con cinco departamentos (Sistemas, Financiero Contable, Recursos Humanos, Dirección Industrial, Aseguramiento de la Calidad e Ingeniería y Desarrollo) (ver Gráfica 4). El Departamento de Mercadeo no existe y las actividades relacionadas con este campo las desempeña directamente la Dirección General de la empresa. Las directivas reconocen que la falta de un área especializada en este campo es una de las grandes debilidades de la empresa en los actuales momentos en los que la actividad comercial es definitiva para la supervivencia de la empresa. Las directivas están trabajando para crear dicha área y hacer de la misma un área innovadora que dinamice la actividad comercial y lleve a Inauto a conquistar nuevos negocios.

Gráfica 4

Organigrama general Inauto



Fuente: Archivos de la empresa

En cuanto a la complejidad de las actividades que realiza la empresa se observa que estas están agrupadas en tres divisiones (Metalmecánica, TRIM, e Inyección de plásticos mecanizado), como se muestra a continuación.

Producción y servicio

Inauto fabrica diversos productos y presta varios servicios. Para lo cual la empresa ha agrupado su actividad productiva en tres divisiones claramente diferenciadas y especializadas así:

División Metalmecánica
División TRIM
División Plásticos y Mecanizado

- **División Metalmecánica**: esta división cuenta con 16 trabajadores y dispone de máquinas y herramientas tales como tornos, fresadora de control numérico, sistemas de soldadura eléctrica, MIG y por costura, prensas hidráulicas hasta 200 toneladas, troqueladoras mecánicas, con las cuales se fabrican partes como: tanques de gasolina y de aire, estructuras interiores de vehículos y deflectores. Partes que son elaboradas de acuerdo a las especificaciones internacionales.
  El alto nivel de especialización del personal y la capacidad tecnológica (es la más avanzada del sector en el entorno nacional, pero dos generaciones atrasada con relación al ámbito mundial) de esta división le permite ofrecer plena garantía en diseño y fabricación, no solo de autopartes sino también de partes y troqueleria para aplicaciones industriales.

Dada la dinámica de esta división es necesaria una permanente atención a los cambios y las exigencias de los clientes. Por lo tanto, la capacidad de respuesta implica iniciativa e innovación tanto en diseño como en fabricación. La división ha venido respondiendo con efectividad a las necesidades de diseño y fabricación requeridas por las ensambladoras y además se han desarrollado innovaciones propias, como ha sido el caso de los tanques de combustible para vehículos de gran tamaño, un sistema para pintura interior de tanques de aire para vehículos, entre otros productos o procesos donde se puede percibir la capacidad innovadora de la división (más adelante se amplia información al respecto).

- **División TRIM o de acabados interiores**: esta división ocupa a 32 trabajadores, cuenta con procesos de fabricación altamente avanzados y equipos con tecnología de punta tales como selladoras de alta frecuencia y máquinas para costura industrial, utilizados en la fabricación de partes tales como páneles, asientos, parasoles, pisos y techos para la industria automotriz.

  En una clara preocupación por las necesidades de los clientes, y mediante trabajo en equipo, la división ha desarrollado una amplia gama de productos que han permitido satisfacer las necesidades del usuario final en automóviles de pasajeros, camperos, camionetas, pick-ups y camiones. La división ofrece una línea completa de estilos, materiales, acabados, y colores que definen el interior del vehículo. Un ejemplo de actividad innovadora en esta división ha sido la fabricación de una enderezadora de alambre que se utiliza en el proceso de fabricación de herrajes para parasoles. De otra parte, la reciente incursión en el suministro de forros para la industria de aeronáutica ha comenzado a fortalecer las expectativas de crecimiento de esta división.
- **División Inyección de plásticos y mecanizado**: en esta división trabajan 5 personas que mediante el diseño y aplicación del sistema CAD-CAM elaboran partes que exigen gran precisión, tales como espejos retrovisores, manijas, bolsillos portapapeles, bujes, clips, bases, para la industria automotriz. También desarrollan productos específicos para la industria farmacéutica, de electrodomésticos y de construcción, garantizando el cumplimiento de estándares internacionales, que exigen ingenio y capacidad innovadora de parte de la división.

Mercado y posición competitiva de Inauto

Antes de hacer referencia a la capacidad comercial y posición competitiva de Inauto, es oportuno mostrar de manera breve cuál ha sido el comportamiento del sector automotor en Colombia, lo que permite entender el de la actividad comercial de la empresa. Es de anotar que una de las grandes debilidades actuales de Inauto es la casi nula experiencia en aspectos relacionados con mercadeo, ya que la empresa desde su fundación hasta mediados de los años 90s, cuando se hicieron marcados los efectos de la apertura económica, se vio enfren-

tada a la competencia.

Es indudable que el mercado automotor en Colombia durante la década de los 90s presentó cambios significativos, debido a sus transformaciones en el entorno mundial y nacional caracterizado por la globalización y la competitividad.

De acuerdo con el Manual Estadístico No. 22 de 2003, publicado por la Asociación Colombiana de Autopartes, la producción anual de vehículos en Colombia durante los últimos 10 años ha variado significativamente. La demanda mantuvo un crecimiento continuo desde 1990 hasta el año 1997, año en el que se realizó el mayor volumen de producción (81.125 unidades) y a partir de 1998 se presenta un marcado descenso en la producción de vehículos llegando a su más bajo nivel en el año de 1999, cuando se produjeron tan solo 33.873 unidades, comenzando a recuperarse de nuevo el mercado en los años siguientes, alcanzando en el año 2001 una producción de 74.873 unidades (Acolfa, 2002, pp. 7-8).

Como consecuencia de las variaciones de la producción de vehículos en el país las compras de las autopartes también variaron significativamente. Desde 1990 hasta 1994 se presentó incremento por la demanda de las autopartes, siendo este año el de mayor volumen de ventas (123.035.8 millones en pesos constantes de 1990). A partir de 1995 descienden drásticamente llegando a su nivel más bajo en el año 1999 (ventas equivalentes a 43.104.4 millones de pesos constantes) para iniciar un nuevo pero leve proceso de recuperación a partir de 2000. En el año 2003 el volumen de ventas tan solo supera el nivel logrado en 1993 y está lejos de alcanzar el monto de ventas logrado en 1994 cuando se llego al nivel más alto de ventas de autopartes (Acolfa, 2002, p. 18).

Con relación al caso específico de Inauto las ventas presentan similar comportamiento al de ventas nacionales de autopartes. El comportamiento de las ventas por línea de productos durante el período de 1994-2001 muestra que la línea TRIM o de acabado de interiores, donde se fabrican partes como páneles, tapicería, parasoles y techos para automóvil, registró el mayor descenso en las ventas y por consiguiente el mayor impacto en los resultados financieros de Inauto Ltda. Esta línea, que hasta el año 1998 representó aproximadamente el 75% de las ventas totales, descendió bruscamente en el año 1999, convirtiéndose en el año más crítico para la empresa. Sin embargo, en el año 2000 se da una significativa recuperación, que vuelve a declinar en el año 2001.

La línea metalmecánica o de tanques que representa la segunda actividad en importancia, ha presentado un comportamiento más estable, con su punto más alto alcanzado en el año 1998, con descenso en el año 1999, y a partir de este año se mantiene un leve aumento en su comportamiento de ventas.

La línea de plásticos, que ha tenido un comportamiento con leves incrementos en el periodo 1998-2000, tiene muy poca participación dentro de la actividad financiera de Inauto (ver **Gráfica 5**).

Ahora, con relación a clientes de Inauto son de mencionar los siguientes: General Motors Colmotores S.A. (GM), , Monoblock, Pui Colombiana de Chasises S.A., Mazda (C.C.A), Autotat, World Star, Edospina, Barnes, Metronick, Avianca S.A.,Sofasa Renault,

Alianza-Summa. De estos clientes los más importantes son Mazda y Colmotores, quienes absorben el 85% de la producción de Inauto.

Las principales empresas competidoras de Inauto, quien domina el 48% del mercado de tanques para combustible y de aire, son: Consultécnica S.A., que tiene el 27% del mercado de los tanques, y Rupim S.A., empresa que domina el 23% del mismo mercado.

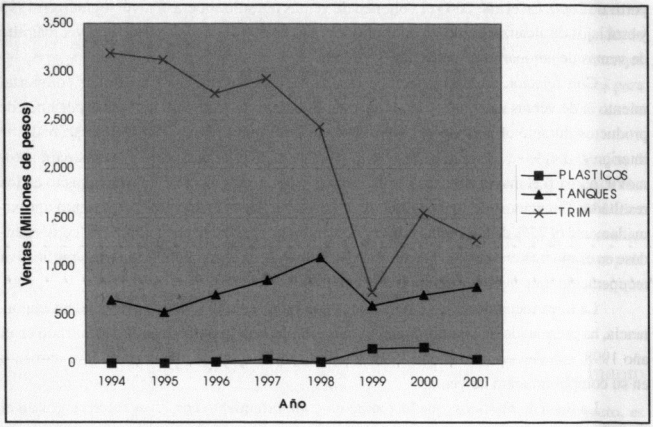
En el campo de la línea TRIM, hasta el año 1998, Inauto era monopolio por disposición de las ensambladoras, quienes definían el proveedor de cada una de las autopartes. A partir de 1998 surge la competencia de la importación y de empresas nacionales. Sin embargo, Inauto domina hoy el 90% del mercado de los parasoles, gracias a su experiencia y tecnología avanzada, y un porcentaje similar en el mercado de los páneles para techos y laterales para puertas.

Con relación al mercado de la tapicería hasta el año 1998, al igual que en otros productos, Inauto fue monopolio, pero hoy es uno de los sectores más competidos.

Los principales proveedores de Inauto son Proquinal S.A., Ferretería Ludy S.A. y las propias ensambladoras con el material para la tapicería.

Gráfica 5

Composición ventas por línea de producto 1994-2001



Fuente: Archivos de la empresa

Orientación estratégica de la empresa

Como consecuencia de las dificultades diversas que enfrentó la empresa durante la década de los años 90, eventos tales como reducción de la demanda por parte de sus clientes, quienes como respuesta a la apertura cerraron plantas de ensamble e importaron las autopartes; la falta de preparación de Inauto para responder a los cambios que trajo la globalización y la competitividad; y los cambios administrativos no planeados que vivió en la mencionada década, generaron una crisis nunca antes vivida por la empresa, obligándola a una reestructuración administrativa que implicó ajustes en todo orden, comenzando por un cambio en el estilo de dirección que dejó de ser paternalista, y que se vio reflejado en una significativa reduc-ción del personal y una mayor exigencia de productividad al mismo.

De otra parte, el énfasis en la producción que caracterizó la historia de la empresa, se comienza a complementar con un énfasis en el área de mercadeo, área que no tuvo importancia significativa hasta antes de la apertura, debido a que los clientes solicitaban los servicios de la empresa y esta no había sentido la necesidad de conquistar mercados, pues tenia una demanda garantizada. No obstante, los retos de la globalización y la competitividad que afectaron la dinámica de las organizaciones, han exigido a Inauto un replanteamiento de su negocio que le permita responder a estas nuevas exigencias, para lo cual la administración está empeñada en plantear nuevas estrategias orientadas al desarrollo de nuevos mercados a nivel nacional en la línea de tapicería, incursionando en el mercado de aerolíneas, donde actualmente se están produciendo forros para la flota de aviones de Avianca S.A. y se buscan contactos para la producción de tapicería para Alianza Summa, que hoy integra las principales aerolíneas del país. En el ámbito internacional se están conquistando mercados en la línea de tapicería para automóviles semiclásicos en los Estados Unidos, donde ya se están adelantando negocios, e igualmente se están haciendo contactos con importantes aerolíneas internacionales para la producción de tapicería.

Para la dirección de la empresa es clara la necesidad de contar con estrategias de mercadeo, que le permitan llegar a otras ensambladoras y a otros mercados, y evitar depender totalmente de un solo mercado del cual se reconocen los grandes beneficios pero también se reconocen sus marcadas consecuencias negativas en épocas de crisis, limitando la capacidad de la empresa para enfrentar la competitividad en un ambiente dinámico y con nuevas reglas de juego.

Por lo anterior, el papel de la dirección de la empresa en estos aspectos es considerado fundamental porque definirá el futuro de la misma. Dirección que manifiesta valorar la creatividad y la innovación como un recurso decisivo para la actividad de la empresa en los próximos años, futuro que es percibido con gran optimismo, ya que la empresa, a lo largo de su historia, ha sabido salir adelante con su capacidad innovadora y compromiso de su personal para encontrar respuestas efectivas a sus necesidades.

Perfil de capacidades competitivas

Las capacidades distintivas, es decir, las capacidades que le permitirán a Inauto rendimientos superiores al promedio del sector, se reflejan en la calidad de sus productos, los cuales tienen un claro reconocimiento de parte de sus clientes, y en la capacidad de respuesta de la empresa a los cambios en el diseño y composición de los insumos de sus productos.

Estas capacidades son el resultado de la alta especialización, cualificación e iniciativa de la mano de obra con que cuenta la empresa y del uso de tecnología avanzada, con relación a la que dispone la competencia para la fabricación de sus productos, la cual representa un alto costo para dicha competencia y años de capacitación de los operarios para la utilización efectiva de la misma.

De otra parte, una de las marcadas debilidades de Inauto para competir en el mercado ha sido, y es aún, su casi nula experiencia en la conquista de nuevos mercados. La empresa se habituó a depender de un mercado reducido (monopolístico) que le garantizaba la demanda de sus productos, pero en un mercado abierto y competitivo como el actual, se ha convertido en una barrera que no ha podido superar. Hoy la conquista de nuevos mercados es una de las áreas decisivas para la permanencia en el negocio y del cual necesita aprender rápidamente Inauto si quiere competir y abrirse a nuevos mercados claramente competitivos y exigentes. De esta situación es consciente la alta dirección administrativa, y por ello se están buscando estrategias para fortalecer esta área, las cuales están generando buenos resultados, como se mencionó en el apartado anterior.

Capacidades tecnológicas de la empresa

El desarrollo de capacidades tecnológicas en Inauto ha sido el resultado de acciones que ha realizado como respuesta a exigencias externas específicamente provenientes de sus clientes (las ensambladoras al producir cambios en sus vehículos, requieren de sus proveedores cambios en las autopartes) y de algunos estímulos internos orientados a mejorar los procesos productivos para ser más eficientes y lograr ventaja competitiva para la empresa tanto en calidad, como en diseño y precio.

La tecnología básica con que cuenta la empresa para el desarrollo de sus actividades, especialmente las relacionadas con el proceso productivo, es una tecnología de punta en el contexto del sector a nivel nacional, pero de una y dos generaciones anteriores en el contexto mundial. Es una tecnología importada y adaptada a las necesidades específicas de Inauto.

Para la adquisición, adaptación y diseño de tecnología, Inauto cuenta formalmente con el Departamento de Ingeniería y Desarrollo, que tiene como función "planificar y coordinar el desarrollo de nuevos productos, identificar las necesidades tecnológicas, levantar planos de los diferentes productos y herramientas, coordinar el mantenimiento de máquinas, equipos e instalaciones".

Con relación a las tecnologías externas incorporadas a la empresa, este proceso comienza con la identificación de los avances tecnológicos en el sector, motivado por la soli-

citud de los clientes, o por requerimientos internos, resultado de la iniciativa de los operarios ante el Departamento de Ingeniería y Desarrollo y por iniciativa directa de este departamento. Esta identificación se lleva a cabo visitando a proveedores a nivel mundial de la tecnología requerida, evaluando las ventajas y conveniencia de la misma. Mediante un estudio económico evalúa la viabilidad de la adquisición para la empresa, en comparación con una eventual actualización de la tecnología ya existente, en las capacidades de reparación y mantenimiento, y en las capacidades de absorción y adaptación de dichas tecnologías, pero especialmente evalúa las ventajas que esta tecnología le ofrece a la empresa respecto a la competencia ya que mantiene como política contar con tecnología que además de responder a los requerimientos del medio la coloque en posición de ventaja frente a la competencia. Para Inauto, la tecnología y el grado de especialización del personal es un factor decisivo para su capacidad de respuesta al mercado, y en particular en un mercado dinámico y competitivo como el de las autopartes.

Con relación a las capacidades para efectuar desarrollos tecnológicos internamente, no hay duda de que la empresa ha creado capacidades para tal propósito y gracias a esto durante su existencia ha desarrollado máquinas y herramientas que soportan su capacidad competitiva, permitiéndole tener un proceso productivo eficiente fundamentado en la calidad, capacidad de respuesta a cambios en diseño y reducción de costos de producción.

Entre las máquinas y herramientas desarrolladas internamente por la empresa para su proceso productivo y que forman parte de su inventario como empresa con capacidad innovadora, sobresalen las siguientes:

Aplicadora de pegante, horno eléctrico para secado de páneles, prensa politrón para electrosellado, sistema mecánico para pintura interior de tanques, prensa dobladora hidráulica, enderezadora de alambre, Soldadora circular para tanques de aire, electrodos de sellado, tanques para combustible, dobladora de lámina de filtros para tanques de combustible, conformadora de herrajes para parasoles, entre otras. Sobre estas máquinas y herramientas se hará una descripción general en la siguiente sección.

Estos desarrollos tecnológicos son producto de las capacidades innovadoras de su personal, y en particular de la actitud de su fundador, y por esto son más resultado de procesos informales respaldados por la dirección de la empresa y apoyados por el Departamento de Ingeniería y Desarrollo, que de proyectos planeados y de estrategias formales de la empresa. (Ver **Cuadro 3**).

Cuadro 3
Grado de desarrollo tecnológico

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica			X		
Formalización del manejo tecnológico				X	
Las decisiones de inversión tecnológica			X		
Incorporación de la tecnología					
• Vigilancia e identificación de la tecnología				X	
• Selección de la tecnología				X	
• Negociación y transferencia tecnológica				X	
• Uso y explotación de la tecnología				X	
Investigación y desarrollo		X			
Eslabonamiento tecnológico		X			
Innovación			X		
Salvaguardia tecnológica	X				
Capacitación y difusión tecnológica		X			
Puntaje máximo alcanzable = **60**	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = **36**	1	6	9	20	0

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa

Igualmente es importante mencionar que la empresa no ha tenido interés en salvaguardar los conocimientos desarrollados por esta y por tanto las propiedades de autor y patente son inexistentes, y además parece no existir hacia futuro ningún interés en tal propósito, lo cual obedece en gran parte al desconocimiento que tiene la empresa sobre las ventajas que para ella pueden significar.

A pesar de que Inauto adolece de un plan estratégico relacionado con el desarrollo de tecnología básica para el desarrollo de sus actividades, la empresa ha mostrado capacidad de respuesta a las exigencias y retos del sector en esta materia, con resultados positivos en lo relacionado con el proceso productivo. Sin embargo, en el campo del mercadeo, el cual hoy es un factor decisivo para la competitividad de la empresa, está todo por hacer y debe ser un imperativo de Inauto orientar sus esfuerzos hacia tal propósito.

En resumen, la trayectoria del desarrollo de la tecnología básica, con relación a las empresas más adelantadas en este sector y en el mundo, se ha caracterizado por la capacidad de Inauto para adelantar procesos no solo de adquisición de maquinaria y equipo, junto con el *know how*, sino la trasferencia de los conocimientos que posibilitan la asimilación y el

dominio tecnológico que se ve reflejado en la capacidad de reparación y mantenimiento de la tecnología transferida, y de realizar uso creativo de esas tecnologías que le permiten realizar adaptaciones, mejoras e innovaciones incrementales a la empresa.

Las decisiones relacionadas con el tema de la tecnología en la empresa competen específicamente a la alta dirección y son ejecutadas por el Departamento de Ingeniería y Desarrollo, donde laboran cuatro (4) ingenieros. El departamento como tal adolece de un presupuesto propio para desarrollar sus funciones en este campo. El proceso para la toma de decisiones en esta materia es el siguiente:

1. Identificación de la necesidad de nueva tecnología originado en un requerimiento hecho por algún cliente, que modifica el proceso productivo, o por necesidad de mejora del proceso productivo como iniciativa de la actividad de la empresa;
2. Presentación de la necesidad ante la dirección de la empresa, quien conceptúa al respecto;
3. Con el concepto positivo de la dirección, se autoriza al Departamento de Ingeniería y Desarrollo hacer la evaluación técnica y económica de la propuesta;
4. Se evalúa la viabilidad y conveniencia de la propuesta por la dirección, quien luego de entrar en contacto con los proveedores de la respectiva tecnología toma la decisión de adquirir o desarrollar dicha tecnología.

En general, para el caso de la adquisición de tecnología, las decisiones las motiva el desarrollo de nuevos productos y en particular la ampliación del mercado existente, y para el caso de la generación de tecnología propia el mejoramiento de los procesos productivos para generar mayor calidad y reducción de costos.

La actitud frente a la adquisición o desarrollo de tecnología por parte de la empresa ha sido positiva, tanto por parte del personal operario como del administrativo. De otra parte, ante cada evento de adquisición de tecnología se comunica al personal y se le capacita en el tema con el propósito de lograr una efectiva adaptación y asimilación de la misma, con resultados positivos en el corto plazo. Esta capacitación se realiza con personal especializado directamente vinculado con la empresa proveedora. La capacitación tiene lugar en el sitio de trabajo de las personas involucradas. De igual forma, los proveedores de la tecnología garantizan el mantenimiento de la maquinaria o equipo durante el tiempo de garantía, actividad que luego es asumida por el personal de la empresa y cuya responsabilidad recae en el Departamento de Ingeniería y Desarrollo.

Es de mencionar que Inauto carece de un programa de capacitación formal, tanto para el personal involucrado en el proceso productivo, como del personal administrativo, y por ende tampoco asigna presupuesto para tal efecto, lo que conlleva a que la capacitación sea esporádica y en respuesta puntual a un cambio tecnológico importante o a un acontecimiento significativo que las directivas consideren justificada la capacitación. Esta última capacitación usualmente se lleva a cabo con el apoyo de entidades como el SENA.

De otra parte, si bien Inauto ha intentado acercamientos con entidades públicas relacionadas con el desarrollo tecnológico, como Colciencias y el Instituto de Fomento Industrial, con el objetivo de obtener asesoría tanto para el desarrollo tecnológico como para la obtención de financiamiento, estos acercamientos han sido esporádicos y sin ningún resultado, por lo cual, la empresa tiene una actitud indiferente ante estas instituciones.

Igualmente, se considera que el papel del gobierno antes que apoyar al sector productivo, como pareciera ser su interés con empresas interesadas en la exportación, lo que hace es limitarlas. La falta de una política de aranceles clara limita la capacidad de las empresas para proyectarse al mercado internacional.

En el **Cuadro 4** se muestra el tipo y grado de actualización de la tecnología utilizada por Inauto en su proceso productivo en las diferentes divisiones. Tecnología que en general está catalogada como la mejor del estándar doméstico y cerca del mayor estándar internacional.

El **Cuadro 5** muestra la posición competitiva en el mercado de la tecnología utilizada con la empresa para la elaboración de sus productos.

Cuadro 4
Tipo y grado de actualización tecnológica

Tecnologías	Por debajo del mejor estándar domestico	Como el mejor estándar doméstico		Observaciones
		Cerca del mejor estándar internal.	Lejos del mejor estándar internacional	
DIVISION METALMECANICA				
Tecnologías Core				
Fresadora de Control Numérico		X		Las últimas generaciones de esta tecnología , están diseñadas para producir volúmenes muy superiores a las necesidades el mercado local.
Troqueladora			X	
Sistemas de Soldadura (MIG y Costura)		X		
Tecnologías de Soporte				
Tornos			X	
Prensa Hidráulica			X	
DIVISIÓN TRIM				
Tecnologías Core				
Selladora de Alta Frecuencia		X		Esta tecnología le da ventaja competitiva a la empresa.
Tecnologías de Soporte				
Máquina Industrial para Costura			X	
DIVISION PLASTICOS				
Tecnologías Core				
Inyectora de Control Numérico		X		

Fuente: Archivos de la empresa

Cuadro 5
Posición competitiva de Inauto en el mercado

Importancia de la Tecnología en el Producto						
Posición competitiva en el mercado	**Alta**		**Media**		**Baja**	
	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional
Lider			X			
Promedio				X		
Seguidor	X					

Fuente: Archivos de la empresa

Con relación a la importancia de la tecnología en el proceso productivo por línea de producto, el grado de importancia de los diferentes componentes tecnológicos por división es el que se muestra en el **Cuadro 6**.

Cuadro 6
Componentes tecnológicos en la producción de tanques

TANQUES		
Componentes Tecnológicos	**Importancia Promedio de la Tecnología**	**Observaciones**
C1 Lamina Cold Rold	3	Maquinaria Pesada
Soldadura	3	Tecnología moderna
Accesorios	3	Tecnología moderna
Pintura	3	Tecnología moderna

Fuente: Archivos de la empresa

La tecnología utilizada por Inauto para la elaboración de sus productos le ha permitido lograr una excelente posición competitiva nacional y mundial, que le ha merecido reconocimiento a la empresa tanto de clientes nacionales como de otros países, especialmente de Estados Unidos.

Caracterización de los procesos e impacto de la innovación

Descripción de la innovación en la empresa

En general Inauto se percibe a sí misma como una empresa con perfil innovador. Sus directivos y demás trabajadores consideran que en la empresa se han realizado diferentes actividades distintivas (innovadoras) en el proceso productivo de sus distintas divisiones, y que han sido estas actividades las que le han permitido a Inauto ser más eficaces en su proceso de producción respecto a la competencia y lograr permanecer en el mercado.

De igual manera, se reconoce que las actividades innovadoras en la empresa tienen sus orígenes principalmente en las necesidades de los clientes. Así mismo, el hecho de que la industria de las autopartes sea una industria altamente dinámica y competitiva fuerza a la empresa a estar en permanente disposición de respuesta a las exigencias del mercado.

También es de destacar la iniciativa de la empresa, tanto de directivos como demás personal, para generar procesos productivos más eficientes, introduciendo mejoras en dichos procesos.

Otro agente dinamizador del proceso innovador en Inauto son los proveedores de tecnología para el sector, quienes al desarrollar nueva tecnología inducen a la empresa a la adquisición de la misma, teniendo en cuenta que la política de la empresa es estar a la vanguardia en tecnología con relación a la competencia.

Las diferentes actividades innovadoras son orientadas directamente por la dirección de la empresa con delegación a los departamentos de Calidad e Ingeniería y Desarrollo, donde labora una persona con funciones específicas de evaluación, mejoras y desarrollo de procesos y de productos.

Esto no quiere decir que exista un plan estratégico en el cual se reconozca la innovación como estrategia competitiva de la empresa. Sin embargo, la falta de un plan explícito no ha sido una limitante para las actividades innovadoras, como se observa con los ejemplos de innovaciones que a continuación se mencionan.

Las principales innovaciones son:

1. **Tanque para combustible:** es un tanque de gran tamaño para combustible, para vehículos de transporte de carga y pasajeros que realizan recorridos para grandes distancias en el territorio nacional. El diseño de este tanque con "rompeolas" o bafles y tanque de reserva interior, surgió en el año 1993, dado que el modelo original diseñado en la casa matriz de la ensambladora General Motors (Colmotores), presentó fallas de succión del combustible, por desplazamientos irregulares del combustible al interior del tanque cuando los vehículos transitaban por ascensos o descensos propios de nuestra topografía.

   El modelo original había sido diseñado para topografías planas y para ser reabastecido en distancias cortas, pero debido a que la topografía colombiana es bastante quebrada y los sitios de abastecimiento son distantes y el costo del combustible varía de un lugar a otro, el usuario de estos vehículos requería un diseño de tanque que respondiera a estas necesidades: topografía quebrada, capacidad de almacenamiento de gran volumen de combustible y sin fallas de succión.

   Esto llevó a Inauto al rediseño del modelo original del tanque elaborado en la Casa Matriz de la Ensambladora, introduciendo un mini-tanque interior de reserva y redefiniendo el sistema de placas o bafles que regulan los desplazamientos del combustible al interior del tanque por cambios de la posición (plana o de in-clinación) del vehículo, y que permite una succión regular del combustible del tanque de abastecimiento al motor, independientemente de la topografía por donde transite el vehículo.

Para la modificación del diseño original del tanque fue necesaria la visita del Vicepresidente de operaciones de la ensambladora General Motors, quien quiso verificar las fallas de succión y desplazamientos irregulares del combustible que presentaba este diseño original. Finalmente se autorizó su rediseño y para la aprobación final fue necesario enviarlo a la casa matriz para su evaluación y aprobación, proceso que duró 4 meses, hecho que se puede confirmar en el reporte de evaluación técnica emitido por la ensambladora en julio de 1993.

El diseño definitivo de este tanque consistió en colocar en la parte interna del mismo un sistema de placas perforadas perpendiculares a la base, que son las encargadas de evitar los desplazamientos del combustible de forma brusca, y un dispositivo de reserva de combustible.

En el rediseño de este tanque participó tanto el Departamento de Ingeniería, el Departamento de Calidad, como los operarios de la división de metalmecánica, quienes aportaron su experiencia y su capacidad creativa.

El monto de la inversión destinada a este rediseño fue de aproximadamente $2.000.000 de ese año.

En el año 2001, por solicitud de la empresa Indubo S.A., fabricante de carrocerías para vehículos pesados y quien fabricaba las carrocerías para Mono Block, ensambladora oficial de los buses Mercedez Benz, se hace un tanque similar al fabricado para Colmotores, pero de capacidad de almacenamiento superior. Este tanque fue bien evaluado por esta ensambladora oficial de la fabricante alemana. Fue así como Inauto se convirtió en proveedor de tanques para combustible para los buses grandes de la Mercedez Benz durante el año 2001, pero por la baja en las ventas de estos vehículos en el año 2002, no se ha requerido de estos tanques por parte de esta empresa.

2. **Aplicadora de pintura interior para tanques:** Es un sistema mecánico para la aplicación de pintura interior a los tanques de aire para el sistema de frenos de aire de vehículos pesados. Este sistema fue creado en el año 1998 y surgió de la necesidad de contar con un sistema efectivo que permitiera la aplicación eficiente de la pintura al interior de los tanques de aire.

   Este proceso se hacía manualmente inyectando la pintura y girando en distintas direcciones el tanque, lo cual requería gran destreza del operario; sin embargo la pintura no se distribuía armónicamente en las distintas superficies del mismo y sí generaba permanentemente fatiga a los operarios encargados de este proceso, por lo que los volúmenes de producción eran bajos y la calidad de la pintura presentaba frecuentes errores que se probaban cuando se perforaba un tanque para verificar la calidad de la aplicación de la pintura en el interior del mismo. Para estos tanques la pintura interior es definitiva debido a que los protege de los deterioros de sus paredes interiores por concepto de corrosión por oxidación.

Esta aplicadora consiste en un sistema mecánico de rodillos que hacen girar y oscilar de manera armónica el tanque en diferentes direcciones garantizando una aplicación efectiva de la pintura interior del mismo.

El tiempo de aplicación de la pintura se redujo en un 60% y la calidad de la aplicación es un 99% efectiva.

Las ideas para la generación de este sistema surgieron de la iniciativa de los operarios de la división y del estudio técnico del Departamento de Ingeniería y Desarrollo. El tiempo requerido para el diseño y elaboración del sistema fue de siete meses.

Las anteriores innovaciones (tanques para combustible y aplicadora de pintura interior para tanques de aire) son innovaciones de producto y proceso que le han dado la ventaja competitiva a la empresa, mientras que las innovaciones que se mencionan en seguida (enderezadora de alambre y prensa hidráulica) son actividades innovadoras en el proceso productivo que le han permitido a la empresa reducción de tiempos y eficiencia en el trabajo.

3. **Enderezadora de alambre:** es un sistema mecánico creado en el año 1985 para enderezar el alambre que se utiliza en la elaboración de los herrajes de los parasoles.

   Este sistema respondió a la necesidad de reducir el tiempo de enderezamiento del alambre y las deformaciones del mismo al ser golpeado por sistema de mazo, la reducción fue de 10 minutos a 1 minuto y las deformaciones se redujeron en el 100%.

   El costo de la inversión para la elaboración del equipo fue de $2.000.000, que comparado con el monto de la inversión en la adquisición de una máquina con el mismo propósito equivale a una tercera parte.

   El tiempo para su elaboración fue de 6 meses. Durante su diseño participaron operarios de la división y el Departamento de Ingeniería y Desarrollo. El costo de la inversión fue recuperado en un año por reducción de mano de obra.

4. **Prensa hidráulica:** máquina diseñada en 1980 y actualizada en el año 2000. Se utiliza para doblar lámina Cold Rolled para tanques de combustible. Su diseño respondió a las necesidades de Inauto en el proceso de doblado de láminas para tanques de combustible, debido a que las prensas diseñadas para tal efecto tienen un costo alto y la capacidad de doblado superaba varias veces los requerimientos de la empresa, por lo que no se justificaba la adquisición, pues la inversión no se recuperaría y la máquina estaría subutilizada.

   El monto de la inversión de esta prensa fue de $5.000.000 y el tiempo para su elaboración requirió cuatro meses. La idea de la prensa fue del fundador de Inauto Ltda. Y las mejoras y adaptaciones a las necesidades actuales han sido de los operarios de la División y del Departamento de Mantenimiento.

Impacto de la innovación en la empresa

Si bien en Inauto la innovación no ha sido una estrategia corporativa y por tanto no se tienen unas metas y políticas específicas, es indudable que la innovación ha jugado y juega

un rol fundamental en la capacidad competitiva de la empresa y por tanto se constituye en un recurso o capacidad distintiva, aunque no estratégica, para Inauto.

La innovación incremental, como es el caso del "rediseño" del tanque para combustible utilizado para vehículos de gran tamaño, le ha permitido a Inauto mantener el liderazgo en el mercado en este tipo de productos, y que los ingresos por este concepto hoy representen en promedio anual el 6% del total de ingresos. De otra parte, la empresa ha ganado reconocimiento y reputación por su capacidad de respuestas a los requerimientos del mercado en este tipo de productos.

Con relación a las innovaciones de proceso (utilización de nuevos métodos, de técnicas y de equipos para mejorar el proceso productivo) Inauto tiene como rasgo de su cultura organizacional estar incorporando mejoras para ser cada vez más efectivos en el desarrollo de su actividad productiva. Ejemplo de ello ha sido la incorporación (diseño propio) de un equipo para mejorar el proceso de pintura interior de tanques para frenos de aire. Esta mejora le ha permitido a Inauto obtener un producto de gran calidad a un costo razonable para responder a un mercado de poco volumen. Los ingresos por concepto de ventas de estos tanques representan aproximadamente el 5% del total de las ventas en esta división de productos.

Los anteriores ejemplos de innovaciones, juntos con otras actividades innovadoras como la enderezadora de alambre, le han permitido a la empresa mejorar su capacidad productiva y acumular aprendizaje organizacional que le facilitaría responder de manera efectiva a los cambios tanto del sector como de la dinámica empresarial.

En general, los impactos de las innovaciones en Inauto han permitido a la empresa mantenerse en un mercado hoy ampliamente competitivo y en estado de recesión o estancamiento.

Conclusiones

Inauto Ltda. se puede considerar como una empresa, desde su origen en 1969 hasta inicios de los años 90, estructurada y diseñada para responder a los requerimientos de sus clientes (las ensambladoras, especialmente la General Motors), es decir, fue una empresa "satélite" subordinada al cumplimiento fiel de los requerimientos de sus clientes, por lo cual no sintió la necesidad de prepararse para un ambiente altamente competitivo.

A partir de mediados de los años 90, como consecuencia de factores internos de cambio en la dirección administrativa de la empresa y particularmente por factores externos propios del nuevo ambiente de los negocios caracterizado por la apertura, la globalización, la competitividad, la incertidumbre, Inauto se ha visto enfrentada a una reestructuración general de todo orden, lo que le ha implicado asumir diversos retos para los cuales no estaba preparada.

En el aspecto financiero, los indicadores financieros muestran que Inauto ha tenido que enfrentar dificultades. Sin embargo, en los dos últimos años muestra una tendencia a mejorar, lo cual es positivo y un factor decisivo para la permanencia de la empresa en el mercado.

Con relación al entorno nacional, es importante resaltar que mientras la economía colombiana estuvo regulada y cerrada, Inauto gozó del privilegio de ser proveedor exclusivo de algunas autopartes y por consiguiente debía preocuparse por realizar mejoras tecnológicas y cumplir los estándares internacionales de calidad para mantener su liderazgo en el mercado. Sin embargo hoy, cuando el entorno nacional ha cambiado radicalmente, se le está exigiendo a las empresas grandes capacidades de respuesta, nuevos paradigmas y capacidad innovadora.

A nivel estratégico Inauto adolece de un plan que le permita direccionar su futuro en el mediano y largo plazo, y por tanto la falta de orientación de sus capacidades hace perder oportunidades del mercado o capacidad de potencializar sus recursos para dar respuesta a los retos y cambios del nuevo ambiente de los negocios. Este hecho hace de Inauto una empresa "reactiva" ante un ambiente que cada vez reclama altas capacidades "proactivas".

A nivel tecnológico Inauto cuenta con tecnología básica y actualizada que le permite responder a los requerimientos del mercado. Tiene claro no ser la líder en tecnología en el mercado, pero sí estar actualizada y complementar su capacidad tecnológica con el talento y el ingenio humano, y el aprendizaje organizacional, que le permita construir capacidades competitivas. En este sentido, el área funcional estratégica para Inauto es el área de producción, y el área débil es mercadeo.

El análisis de la capacidad innovadora muestra que Inauto Ltda. si bien no cuenta con una cultura innovadora, sí puede mostrar algunos ejemplos de innovaciones de "tipo incremental, tanto de producto como de proceso", y la una como la otra le han permitido mantenerse en el mercado y le han dado ventajas competitivas.

Para el caso de Inauto, la industria de autopartes tiende a ser una industria determinada por los requerimientos estandarizados tanto de los componentes como de los diseños por parte de las ensambladoras. Para Inauto este hecho limita ampliamente la innovación de producto y en caso de poder desarrollarla se requiere de una gran capacidad de inversión.

En Inauto se carece de una estrategia corporativa para la innovación, lo cual se refleja en la no existencia de políticas, ni asignación de presupuesto para tal propósito.

Una empresa que tiene la innovación como estrategia le asigna a la innovación una misión y se definen metas específicas; para tal efecto se asignan recursos y se definen las acciones a emprender por cada área funcional a lo largo de la cadena de valor y se explicita el papel de la innovación en el logro de los resultados de la empresa y se orienta la estructura organizacional para facilitar tal propósito.

En Inauto son más importantes los esfuerzos y las actividades en materia de innovación que las innovaciones en sentido estricto.

Las innovaciones en la empresa son resultado del ejercicio permanente de su actividad y del interés de la misma por responder a las expectativas de sus clientes. Por ende en Inauto las innovaciones son básicamente de tipo incremental.

Aunque en Inauto no hay duda del papel y de la importancia del recurso humano, la información obtenida indica que la empresa da más importancia a las rutinas organizacionales que al ingenio y las capacidades humanas. No obstante, es el recurso humano el generador

de la actividad innovadora en la empresa, la cual se da más como resultado ante una situación especial de requerimiento de un cliente o por experiencia de la actividad laboral, que como resultado de una política o estrategia planeada por la empresa.

De otra parte, aunque en Inauto existe una estructura organizacional claramente formalizada esta no limita la capacidad de innovación.

Con relación a los efectos de las innovaciones en las actividades de la empresa, se puede indicar que el impacto de las innovaciones en los resultados finales, especialmente en lo que tiene que ver con beneficios económicos de la empresa, han sido muy marginales. No obstante, han contribuido a la permanencia en el mercado, soportan la reputación de la empresa y le ayudan al aprendizaje organizacional, permitiéndole construir o acumular capacidades distintivas y competitivas en la industria de las autopartes.

Bibliografía

ACOLFA (2002) , *El sector automotor colombiano 2002. Manual estadístico 22,* Bogotá, Acolfa.

AFUAH, Allan (1999), *La dinámica de la innovación organizacional*, México, Oxford.

BRIDGES, W. (2000), *The character of organizations: using jungian type in organizational development,* California, Davies- Black Publishing.

INAUTO LTDA., Material de archivo.

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela (2003), "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

VARGAS, Marisela y MALAVER, Florentino (2003), "Dinámica económica y tecnológica de la cadena metalúrgica-metalmecánica en los años 90", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales,* Centro Editorial Javeriano –CEJA, Bogotá.

Siemens Colombia —División Motores—

Wilson Nova Ruiz
Álvaro Zerda Sarmiento

La empresa y su evolución

Siemens Colombia inicia la comercialización de motores en 1966 con equipos traídos de Alemania y en 1968 desarrolla máquinas para prensar rodamientos y probar y embalar motores de la Familia 1LA2, como una operación simple de ensamblaje de piezas. En 1970 la compañía inicia la fundición de carcazas en hierro a través de convenios con fundidores independientes, con quienes en un plazo de cinco años logra el desarrollo de la mayoría de las piezas fundidas para todos los tamaños constructivos[1] que se tienen en el momento. De tal modo, únicamente resta invertir en las máquinas para troquelar lámina magnética para la construcción de rotor y estator.

En el periodo de 1974 a 1985 el cierre de fronteras obliga a producir la mayoría de partes en Colombia e importar únicamente lo que no es posible producir nacionalmente. En 1978 la casa matriz decide dar mayor apoyo a la producción en Colombia, debido a la mejor integración andina y a la ampliación de mercados regionales.

En 1982 Siemens Colombia construye la fábrica de motores, la cual es inaugurada en 1983. Con esta nueva capacidad instalada inicia en 1985 la implementación de la familia 1LA3, de modo que en 1986 únicamente importa cobre y lámina magnética, e integra el 60% de su nuevo motor con piezas de origen nacional. También en este año la fábrica introduce los primeros equipos de control numérico y recibe el Premio Nacional de la Calidad. Al año siguiente inicia exportaciones a Perú, Ecuador y Venezuela.

---

[1] El tamaño constructivo de un motor se refiere a la distancia en milímetros desde la base del motor hasta el centro de su eje. En la actualidad Siemens Colombia fabrica 9 tamaños constructivos que van desde el 71 hasta el 225.

En 1988 la empresa adelanta un proyecto para ampliar su mercado local, homologando normas norteamericanas NEMA con IEC para motores de electrodomésticos, logrando hacerse proveedor de motores para todas las fábricas nacionales de este tipo de artefactos. Sin embargo, el proyecto se trunca debido a la quiebra de la mayoría de estas fábricas durante los primeros años 90, pero queda desarrollada la capacidad de producir motores de ambas especificaciones.

Los primeros años de la década de los 90 están marcados por fuertes cambios organizacionales en toda la empresa con el fin de hacer frente a la competencia. Entre 1993 y 1995 implementa la inyección de carcazas en aluminio para sustituir sus carcazas de hierro y eliminar así procesos de ensamblaje durante el desarrollo de la familia de motores 1LA5, logrando en 1995 la integración del 80% de las partes de su motor de origen nacional.

Con base en el desarrollo tecnológico de los años 80 y apoyada en la fuerte reorganización de la empresa, la fábrica de motores de Siemens Colombia emprende el proyecto de desarrollo de la nueva familia 1LA7, a partir de 1997, dentro del compromiso de un proyecto mundial denominado por Siemens AG, *Identical Part*, el cual consiste en lograr que los motores fabricados en Colombia sean iguales a los de cualquier fábrica en el mundo, y que un repuesto pueda estar disponible en cualquier país en donde se distribuyan motores Siemens, incluso para los producidos en Colombia.

Partiendo de esta breve reseña histórica, el caso que se presenta a continuación pretende mostrar las experiencias de la innovación, sus características y sus determinantes en Siemens Colombia, de acuerdo con el objetivo del proyecto adelantado por la Red de Estudio sobre Innovación. Así mismo, busca mostrar que si bien las políticas globales de Siemens AG son determinantes en las posibilidades de investigación y desarrollo, las actividades innovadoras en Siemens Colombia son evidentes y tienen rasgos propios que le permiten la creación de características nuevas en los productos y servicios para mantenerse como una subsidiaria viable y como un nodo vital en la red global de innovación de la compañía.

El objeto social de Siemens es la fabricación, importación, distribución, arrendamiento, compostura, ensamble, compraventa y comercio de productos, equipos y sistemas eléctricos, metalmecánicos, electrónicos, medico-quirúrgicos, de telecomunicaciones, hospitalarios y de procesamiento de datos, así como programas de aplicación para todo tipo de computadores y *software*, obras públicas y/o privadas y representación y/o agencias comerciales de proveedores nacionales y extranjeros de todos los productos antes señalados[2]. Su actividad se clasifica con el código 383, según codificación CIIU, de maquinaria y equipo eléctrico[3].

---

[2] Notas a los estados financieros del Informe Económico 2000, Siemens Colombia S.A.

[3] Cámara de Comercio, Certificado de constitución y gerencia. 2002.

Áreas de negocio

En la actualidad Siemens opera con 5 divisiones en la Región Andina:

- Información y comunicación
- Automatización y accionamientos
- Transmisión y distribución de energía
- Técnica médica
- Transporte

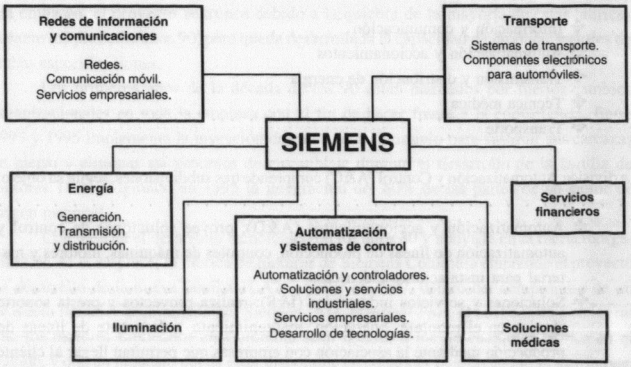
La división Automatización y Control (A&C) comprende tres subdivisiones, según su objeto:

- Automatización y accionamientos (A&D): provee soluciones de control y automatización de líneas de producción, controles de máquinas, motores y material para instalaciones eléctricas.
- Soluciones y servicios industriales (I&S): realiza proyectos y presta soporte técnico en el montaje, operación, mantenimiento y desmonte de líneas de producción mediante la asociación con empresas que permitan llegar al cliente con soluciones integrales en estos campos.
- Tecnologías para edificios Siemens (SBT): soluciones en automatización y operación de edificios comerciales, gubernamentales o militares, como iluminación, seguridad, energía, temperatura y servicios auxiliares.

En el contexto mundial la empresa funciona en siete áreas de negocio diferentes, las cuales se muestran en el **Diagrama 1**. Para la división de Automatización y Accionamientos, Siemens Colombia S.A. cuenta con la planta productora de motores (División A&D, *Automation and Drivers*) y en la división de energía (*Power*) con las plantas productoras de transformadores de distribución y transformadores de potencia.

Los productos de las demás áreas de la empresa son comercializados en Colombia, pero corresponden a productos que importa la compañía, de acuerdo con los requerimientos de los clientes en sus diferentes negocios. Incluso del área de Automatización y Accionamientos, los motores constituyen sólo un porcentaje de ventas en la división, ya que el objetivo del negocio es vender soluciones integrales de automatización y control industrial de procesos. Esta división cuenta con la certificación ISO 9001:2000 para la venta de productos para automatización y control de procesos industriales, como controladores lógicos programables (PLC), y para el diseño, fabricación, venta y gestión del servicio asociado para motores eléctricos y ventiladores industriales.

Diagrama 1
Áreas de negocio



Fuente: Siemens Colombia

En lo que sigue de este informe se hace énfasis en la división A&C; específicamente en la fábrica de motores, perteneciente a A&D, en la cual se ha llevado a cabo el desarrollo de una nueva generación de estos artefactos, denominada 1LA7.

Comportamiento competitivo de la empresa

Orientación estratégica de la empresa

La organización de la operación administrativa de la División de A&C, para ventas y fabricación se establece mediante el siguiente ordenamiento:

1. Vicepresidente de División: encargado del direccionamiento estratégico, con el apoyo del departamento comercial.
2. Departamento Comercial: encargado de realizar y coordinar el ajuste de cuentas e indicadores financieros de la división. Provee toda la información que se pueda necesitar para la toma de decisiones.
3. Departamento de Ventas: encargado de todas las labores de comercialización y estructura de proyectos a vender como productos, servicios o sus combinaciones.
4. Departamento de Producción: se encarga del manejo de personal de planta, organización y planificación de la producción, almacén, inventarios, mantenimiento de instalaciones, equipos y herramientas.

El personal de producción y el administrativo tienen funciones formalizadas, las que se definieron como requisito del proceso de certificación y aseguramiento de calidad para las líneas de diseño, fabricación, instalación y servicio de motores, otorgado por el Icontec de acuerdo a la norma ISO-9001. Tal proceso se llevó a cabo en 1994, una vez iniciada la etapa de reestructuración. Las operaciones son estandarizadas y los gerentes de división o departamento toman las decisiones de manera autónoma, solamente restringidos por los presupuestos definidos por la organización; los supervisores de primer nivel toman también decisiones, aunque de menor complejidad.

Se presenta un alto grado de especialización de las tareas en la parte operativa y en la administrativa. Las actividades disímiles y específicas de la operación en cada área y el requerimiento de conocimiento técnico en algunas etapas del proceso, hacen necesaria una estructura con estas características. Por ejemplo: el equipo de diseño de motores desarrolla planos de fabricación, definición de materias primas, diseños y constitución de piezas y sistemas, definición de rutas críticas de fabricación y especificación especial para ciertos usos de los motores; también maneja información técnica muy específica para cada modelo, uso, pedido y/o cliente.

Para la comercialización de motores la empresa cuenta con una red nacional de distribuidores, que a la vez son representantes técnicos que prestan servicio antes, durante y después de la venta. Cada desarrollo o nueva implementación es totalmente explicada y permanentemente se realizan seminarios y talleres de capacitación a distribuidores y clientes.

Otro canal de comercialización de motores es la misma división, mediante proyectos de control y automatización de procesos. En este caso el motor es vendido como elemento de una compleja solución de automatización.

Del mismo modo, la fábrica, mediante un gerente de producto, se encarga de coordinar y colocar el producto en distintos países, desde Argentina hasta Centroamérica, siempre y cuando los productos solicitados sean especificación IEC, ya que en mercados donde la especificación sea NEMA la atención se hace desde México, Estados Unidos y Europa. Esta organización de mercados se hace directamente desde la casa matriz, quien decide qué fábrica puede atender cada región particular. Actualmente Siemens Colombia quiere ingresar a competir en el mercado brasileño, pero por decisión estratégica de Alemania no se ha podido iniciar el proyecto, ya que allí también existe una subsidiaria.

Durante el periodo de apertura la empresa debió reestructurar sus oficinas, de tal modo que pudieran llegar a una operación regional sin duplicidad de funciones. En la Región Andina se llevó a cabo el proceso de manera eficiente y rápida, lo cual no ocurrió en otras regiones como NAFTA y Cono Sur.

En los últimos diez años se han presentado varios hechos significativos que modificaron radicalmente el modo de operación de la compañía y sus estrategias de largo plazo:

- La iniciación del proceso de apertura económica en Colombia.
- La firma de acuerdos internacionales a nivel regional que permiten la ampliación de los mercados.
- La crisis económica colombiana.
- Una creciente dinámica en el país (gobierno y particulares) por adelantar proyectos de infraestructura y productivos, con perspectivas de desarrollo a largo plazo.

La crisis económica vivida por Colombia desde la segunda mitad de los noventa ha conducido a Siemens a un cambio de estrategias que ha incidido sobre la innovación. Dos sectores son de interés a la hora de contemplar soluciones para abordar la crisis: las telecomunicaciones y el sector industrial.

Para el sector industrial, Siemens transformó la estrategia de vender únicamente productos y proyectos, para entrar en el negocio de mantenimiento y prestación de servicios, orientando la estrategia a que la prestación de servicios alcance una participación del 50% en las ventas de las divisiones de energía, transformadores y motores. Este proceso tiene el costo de la capacitación de todo el personal de la empresa y de algunos proveedores para que asuman la nueva estrategia, además de la compra de algunas empresas. Sin embargo, el margen de la prestación de servicios también es mayor.

La causa para este cambio de estrategia es que los clientes industriales e intermediarios, al verse seriamente afectadas por la crisis, optaron por la no compra de proyectos nuevos, ante lo cual Siemens, para no disminuir la participación en los sectores afectados, se orientó hacia el mantenimiento y/o modernización y automatización de la capacidad instalada[4].

La apertura es entendida por la empresa como un fenómeno global, y en respuesta a este fenómeno implementa, junto a un cambio en la dirigencia, una estrategia de regionalización que debe contar con un centro de competencia, el cual debe ser ubicado allí donde se encuentre el principal cliente. Para la Región Andina este centro de competencia se establece en Colombia, con el fin de integrar a Venezuela, Perú y Ecuador. Los otros dos centros de competencia en Suramérica son: Brasil, para Paraguay y Bolivia; y Argentina, para Chile y Uruguay.

[4] COBO, Édgar, Analista de Planeación, Gerencia Comercial – Siemens Colombia S.A., entrevista del 22 de octubre de 2002.

La alta estandarización y eficiente organización de la división A&C le permitió, junto con la casa matriz en Alemania, el desarrollo conjunto de la última generación de motores, denominada familia 1LA7. Esta familia es un modelo de motores que gracias a mejoras sustanciales de proceso y utilización de nuevos materiales, como aluminio y plástico, redujeron su tiempo de fabricación en un 35%. Hoy el motor es más rápido de fabricar, y gracias a los nuevos materiales se ha perfeccionado aún más, para lograr mayores eficiencias mecánicas y electrotécnicas.

En Siemens Colombia la innovación es producto de una estrategia deliberada. En la mayoría de los casos la estrategia antecede a la innovación. En este caso la estrategia que condujo a la innovación no se fundamentó en búsqueda de reducción de costos o diferenciación: se buscó aumentar —o por lo menos no reducir— el nivel de ventas, ingresando a otros sectores donde el margen fuera representativo, convirtiendo la empresa en una más orientada hacia los servicios tecnológicos de mantenimiento y soporte. En palabras del vicepresidente comercial de la División A&D, "de no ser innovadores y de altas capacidades tecnológicas en diseño y atención de mercados especiales ya no estaríamos produciendo motores. La implementación de la fabricación de la última generación de motores, a la par con la casa matriz de Alemania, fue una decisión de supervivencia, o lo hacíamos o desaparecía la fábrica"[5].

Perfil de capacidades competitivas de Siemens S.A.

Definitivamente la estrategia formulada por la empresa se inscribe en la diferenciación del producto. Hoy en día Siemens fabrica el motor posiblemente más eficiente en el mundo, utilizando la última tecnología en materiales, diseño, fabricación y servicio técnico, logrando así una velocidad de respuesta muy alta, un producto ópticamente muy aceptable y del mejor desempeño y protección posible para condiciones cambiantes y extremas de humedad, temperatura y tiempo de operación. El producto es el más costoso del mercado, pero también el de mayor garantía de operación, versatilidad y desempeño general que se ofrece en cualquier lugar del mundo[6].

Otro elemento muy importante para la innovación tiene que ver con el eslabonamiento con sistemas de control y automatización industrial. La fabricación de motores es tan solo un pequeño eslabón en toda la cadena o lazo de control o automatización de un proceso industrial, pero la División A&D se especializa en proveer soluciones integrales de control de procesos, compuestos de elementos fabricados en casa matriz y otras fábricas del mundo. La división importa y fabrica elementos para la construcción de tableros y sistemas avanza-

[5] Señor Carlos Martínez, vicepresidente comercial de A&C, Siemens S.A., entrevista del 20 de noviembre de 2002.

[6] Señor Filiberto Bojacá, gerente de producción, División A&D – Siemens S.A.,. entrevistas en distintas fechas entre julio y octubre de 2002.

dos y revolucionarios de control. Este hecho obliga a la fábrica a proveer motores con tecnología de punta que puedan operar perfectamente con los demás elementos de una solución de control sofisticada.

La estrategia de innovación resulta, entonces, de una decisión de avanzada que toda la organización impulsa a nivel global con el propósito de mantenerse líderes y competitivos. Para esta región en particular, Siemens Andina lleva a cabo la metodología o logística de la innovación de la siguiente manera:

1. Se conforma un comité integrado por el vicepresidente de la División A&D, el gerente de la Unidad de Producción, el jefe de planta, el director de *marketing* y el gerente de ventas.
2. Este comité se reúne de manera periódica para analizar los proyectos que son prioritarios, nuevos proyectos o nuevas formas de producción.
3. El mismo comité, con el poder de decisión que imponen los cargos que lo conforman, establece un presupuesto de acuerdo con el nivel de ventas de la división y la estrategia regional de posicionamiento.
4. Este presupuesto se ejecuta según un nivel de prioridades acordado con la vicepresidencia general de Siemens Andina.
5. No todos los proyectos de inversión son informados a Siemens Alemania, e incluso algunos proyectos nacidos en la región han sido apropiados en Alemania por su bajo costo y alta eficiencia.

Vale la pena destacar que el presupuesto es definido por la operación regional y la División de Automatización y Accionamientos no cuenta con ayuda económica de Alemania. Únicamente cuenta con especificaciones de casa matriz, que siempre es necesario modificar y adecuar a las condiciones locales: tamaños, potencias, escala de producción, parámetros de tipo eléctrico, presupuesto y necesidades específicas de los clientes regionales. Siemens, en sus distintas divisiones, ha llevado a cabo proyectos con ayuda de Colciencias y otras entidades de financiación de investigación, algunos otros con universidades, y otros han tenido financiación propia.

Los siguientes hitos internos han sido desarrollados en la empresa:

- Cambios en la administración: en la región se cambió la dirección en 1996 y en la actualidad (año 2003) sucede otro cambio.
- Alianza estratégica: en telecomunicaciones y médica, para proyectos de riesgo compartido con Telecom y Nortel, entre otras.
- Cambios en la composición accionaria: en 1986 la empresa vende parte de sus acciones al Fondo de Empleados de la Compañía, convirtiéndose esta operación en la única cesión de propiedad desde que se unificaron las empresas de electro-

medicina y soluciones de electrotecnia. La venta del 3% de las acciones de Siemens Colombia al Fondo de Empleados constituyó un estímulo a todos sus colaboradores en Colombia.

- Adquisiciones: Se llevan a cabo cuando se quiere la ejecución de una operación fundamental del negocio de manera más económica, reduciendo costos de transacción, o cuando se quiere abrir un mercado en donde se requiera el control directo de Siemens.
- *Outsourcing*: cuando se desarrollan operaciones estratégicas para un negocio, como la ejecución de la infraestructura de redes o similares. La acción consiste en fijar una muy exigente interventoría que garantice la calidad de los trabajos y el prestigio de la marca Siemens S.A.

Estos hitos no han conducido a un cambio en la estrategia y en la innovación. Más bien son consecuencia de los cambios sufridos al interior de la organización.

Identificación de áreas funcionales críticas y de sus desempeños asociados

El inicio del proceso de apertura económica significó para Siemens Colombia pasar de una posición monopólica en el mercado a la de competir con otras empresas de gran prestigio, capaces de suministrar bienes y servicios de calidad y a precios similares o inclusive inferiores a los que Siemens ofrecía. La incursión de multinacionales como ABB (Suiza) en el mercado de transformadores requirió un replanteamiento en las áreas de servicio al cliente; un enfoque particular hacia el diseño de estrategias para generar aumentos de eficiencia a nivel operativo y administrativo; pero también ofrecer productos o servicios integrales que incluyeran el portafolio de servicios que la empresa conjuntamente con sus divisiones pudiera ofrecer.

En los aspectos funcionales de la empresa el principal hito en la nueva etapa de reorganización se presentó cuando se contrató un estudio de consultoría con una firma brasilera en 1995. Este estudio concluyó que, comparativamente con la casa matriz y otras fábricas a nivel mundial, Siemens Colombia presentaba desventajas o brechas como ellos mismos las llamaron, en cuanto a los siguientes aspectos:

1. Capacitación de personal
2. Distribución eficiente de operaciones en planta
3. Tiempos de fabricación de motores y subsistemas de los mismos
4. Costos de operación, mantenimiento y administración
5. Costos de diseño
6. Tiempos de respuesta entre colocación y entrega de pedidos
7. Operaciones innecesarias en fabricación y especificación

8. Costos de materiales
9. Costos de personal

El estudio abarcó cada uno de los tamaños constructivos y concluyó que la fábrica se encontraba un 34% alejada del promedio de fábricas a nivel mundial en los indicadores correspondientes. Como reacción, en 1997 se lleva a cabo una visita a la fábrica de República Checa en donde, después de 3 semanas de análisis, se establece que para 1999 se debe recortar el 40% de la brecha total encontrada mediante el método de *Benchmarking*.

Posteriormente se estableció un proceso de seguimiento para ir ajustando los cronogramas y las nuevas necesidades a las realidades de la empresa. El propósito fue organizar el proceso de innovación en un propósito general de la organización, unificado y desarrollado para los procesos administrativos y fabriles.

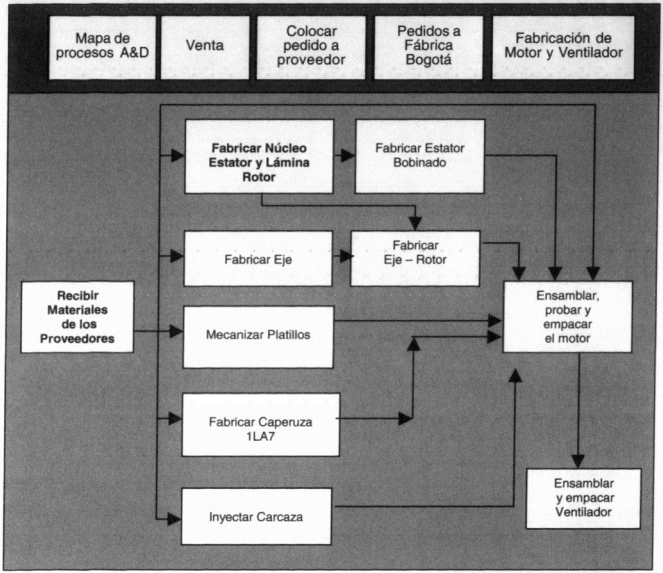
Simultáneamente se organizan los grupos de fabricación de la familia 1LA7, con tareas específicas y metas controladas en el tiempo en cuanto a gestión de proveedores y compras de fábrica, gestión de nuevos materiales como plástico y aluminio para todos los tamaños constructivos, reestructuración de planta, implementación de nuevas herramientas de diseño, y capacitación general del personal sobre la nueva familia. En julio de 1998 se tuvo listo el primer plano para fabricar motores familia 1LA7, el cual debía concluir con todos los tamaños constructivos en septiembre de 2002.

El énfasis de la empresa se volcó en ofrecer productos de igual o mejor calidad, a menores precios y ofreciendo la mayor cantidad de servicios adicionales. Podría decirse que el incremento en la relación beneficio/costo, desde el punto de vista de los clientes, era la prioridad para la empresa. El resultado de esta reorganización se condensa en el diagrama de flujo de producción de motores (ver **Diagrama 2**).

La apertura sirvió para detectar oportunidades interesantes en mercados de Latinoamérica y otras regiones del mundo, que conjuntamente con los beneficios ofrecidos por el gobierno colombiano para el fomento de las exportaciones y el establecimiento de acuerdos multilaterales con otras economías, servían para llevar los productos de la empresa a nuevas posiciones, muy competitivas y con grandes posibilidades de éxito.

El ingreso de nuevos competidores al mercado exige enfocar los esfuerzos de la empresa hacia la diversificación de servicios y productos especializados y la implementación de procesos eficientes y rápidos de diseño y fabricación, el ofrecimiento de nuevos servicios para sus clientes. El ideal es incrementar el uso de su capacidad tecnológica al máximo, mediante el ofrecimiento de nuevos productos y servicios a nivel andino y una eficiente y moderna estructura de diseño y producción.

Diagrama 2
Flujo de fabricación de motores –División A&D– Siemens S.A.



Fuente: Fábrica de Motores. Filiberto Bojacá, gerente de producción, División A&D – Siemens S.A.

El Departamento de Ventas pasó de recibir pedidos de su marca bien posicionada a vender realmente, ofrecer servicios, conquistar mercados, aprovechando la capacidad para producir especialidades que nadie más está en capacidad de ofrecer, acoplando distintos servicios y productos de otras divisiones y ofreciendo soluciones corporativas de generación de energía, automatización total de procesos, comunicaciones eficientes, atendiendo proyectos especiales y convirtiendo en una fortaleza real y tangible su gran experiencia en proyectos especiales y de especificaciones, más allá de lo estandarizado en las fábricas a nivel mundial.

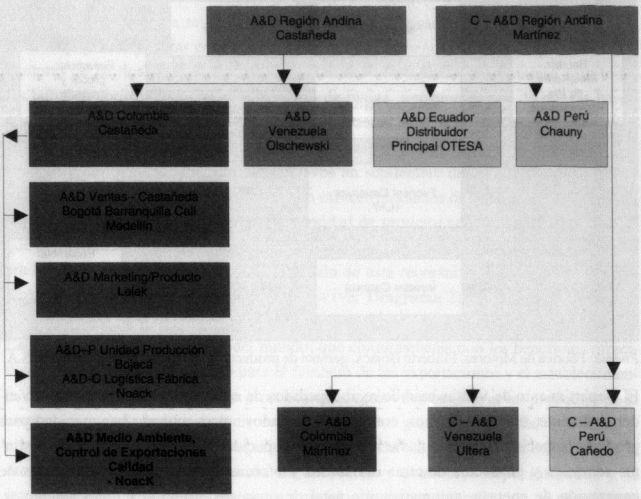
De otro lado, la estrategia se ha enfocado al fortalecimiento del servicio de mantenimiento para productos de la empresa y otros servicios de control y automatización de procesos. Se realizó una desintegración, entregando a proveedores la correspondiente parte de la maquinaria que van a desarrollar, estableciendo criterios particulares de operación y realizando evaluaciones permanentes de su desempeño. Esto constituyó un cambio radical

en la concepción del negocio, buscando en todo momento oportunidades para incrementar la eficiencia de operación, sin arriesgar el control sobre fabricación de las piezas por fuera de la empresa.

Con los múltiples cambios ocurridos, podría decirse que a pesar de significar un drástico viraje en el direccionamiento de la compañía, todos estos procesos han servido para fortalecer sus áreas y alcanzar nuevas posibilidades que en épocas anteriores eran inalcanzables. El **Diagrama 3** muestra la organización administrativa de la división A&D a nivel regional y nacional.

Diagrama 3

Organigrama de la División A&D – Siemens Andina



Fuente: Archivos de la División A&D, Siemens Colombia S.A.

De acuerdo con esta organización, las principales fortalezas se encuentran en ventas, mercadeo y producción, obteniendo ventajas en distribución, servicio y eslabonamiento con proyectos de automatización y control de procesos, que propone, instala y pone en funcionamiento la misma división.

Las áreas informan permanentemente de su gestión, generan un estado de resultados trimestral, logrando un flujo de información bastante ágil, gracias a la capacidad tecnológica de la misma empresa en telecomunicaciones. La coordinación interna en cada división es una réplica de la coordinación que tiene la subsidiaria colombiana dentro de la estrategia regional y mundial, planteada por la casa matriz para sus subsidiarias en todo el mundo.

La empresa cuenta con un proceso de planeación estratégica afín con los propósitos de la organización a nivel mundial. Aunque los lineamientos generales vienen dados por la casa matriz, las subsidiarias tienen un cierto grado de injerencia en este tipo de procesos y realizan variaciones al momento de hacer las implementaciones. Esto se da sobretodo en el caso de las fábricas en Colombia, especializadas en producir para las condiciones atípicas y específicas del mercado andino. Así, por ejemplo, los motores para bombas se adecúan a diseños especiales, los amperajes y frecuencias son también especiales para distintos lugares en la región, se produce el motor según la necesidad de cada uso particular.

El cambio en el direccionamiento estratégico se preocupó por incrementar la coordinación entre las diferentes áreas de la empresa, mediante el reporte unificado de las actividades productivas y la unificación de las estructuras de autoridad.

De acuerdo a material difundido por la compañía, los conocimientos, facultades y entusiasmo del personal es el factor decisivo para el éxito de la empresa. Los principios definidos, con los cuales se asume un compromiso, determinan lo que piensan y hacen, liberan las fuerzas necesarias para tener éxito, orientan la organización y todos sus sistemas, especialmente el de dirección. Su aplicación práctica se concreta atendiendo las experiencias directamente de comportamientos positivos y negativos.

- El cliente gobierna las acciones de Siemens.
- Las innovaciones de Siemens definen el futuro.
- El éxito de los negocios significa: ganar con las ganancias.
- El liderazgo de excelencia genera mejores resultados.
- El aprendizaje es la clave para el mejoramiento continuo.
- La cooperación de Siemens no tiene límites.
- Siemens asume su responsabilidad social como un compromiso.

Además de estas definiciones generales, en el informe de resultados del año 2001 aparece una presentación que hace la empresa sobre lo que quiere y entiende por una *Global Network of Innovatio* que busca posicionar a Siemens como empresa líder en el mundo en el área de la electrotecnia y la electrónica, definido en los siguientes términos:

1. Para ser una Red Global de Innovación, Siemens debe contribuir al éxito sostenible de sus clientes con la mejor tecnología, soluciones a la medida y servicios de

primera calidad. La clave en esta contribución es el Programa *Business-Excellence Top+* implementado en los procesos comerciales y de gestión y direccionamiento estratégico.

2. Debe ayudar a conseguir una mejor comunicación, de modo directo, entre las personas, y acceder con rapidez a la información que necesitan, desarrollando soluciones vanguardistas en informática y comunicación para oficina, hogar o servicios móviles.
3. Debe crear condiciones para nuevos desarrollos mediante la formación constante de los empleados para convertirlos en una fuente inagotable de ideas, conocimiento e iniciativa.
4. Debe estar presente en cualquier rincón del mundo, que permita estar lo más cerca posible de los clientes y socios estratégicos.
5. Y, por último, una Red Global de Innovación debe tener proyección de futuro, actuando de manera responsable para impulsar, fomentar y conformar los desarrollos tecnológicos más importantes, buscando primero una utilidad para la humanidad.

Cultura organizacional

Para indagar sobre la cultura imperante en Siemens Colombia se aplicaron 13 encuestas a personal de la planta de fabricación de motores, en todos los niveles jerárquicos, que arrojaron los resultados promediados y tabulados que se registran en las **Tablas 1** y **2**.

Tabla 1

Resultados promedio de encuesta de cultura organizacional en la fábrica de motores –División A&D– Siemens

Pregunta	Rta.	Pregunta	Rta.	Pregunta	Rta.	Pregunta	Rta.
1	2.1	2	2.4	3	2.1	4	2.5
5	1.9	6	1.7	7	3.0	8	2.7
9	1.6	10	3.3	11	1.2	12	2.8
13	1.7	14	2.9	15	2.7	16	2.3
17	2.8	18	2.4	19	3.2	20	2.2
21	2.5	22	1.6	23	1.9	24	2.0
25	1.5	26	2.6	27	2.2	28	3.0
29	1.7	30	1.7	31	3.3	32	2.7
33	1.6	34	2.5	35	3.0	36	1.2
Total	**17.4**	**Total**	**21.1**	**Total**	**22.6**	**Total**	**21.6**
(<22:E;>23:I)	**E**	(<22:S;>23:N)	**S**	(<22:T;>23:F)	**T, F**	(<22:J;>23:P)	**J**

Fuente: Cálculos basados en las encuestas adelantadas en la fábrica de motores

Tabla 2
Guía de interpretación de resultados sobre la encuesta de cultura organizacional

E: Extraverted	Enfoque hacia fuera, responde a estímulo externos
S: Sensing	Se mantiene al tanto de actualidades, está pendiente de los detalles
T:Thinking	Depende de procedimientos impersonales y principios
F: Feeling	Busca conclusiones con base en valores y creencias
J: Judging	Prefiere las cosas claras y definitivas, busca clausuras

Fuente: Bridges, W. (2000), *Character of Organization Index*, Davies Black Publishing

De lo anterior se concluye que Siemens Colombia, o por lo menos la fábrica de motores de la División de Controls and Drivers, se podría calificar como enfocada hacia fuera y que responde a estímulos externos, está al tanto de las actualidades, pendiente de los detalles, mantiene un equilibrio entre sujetarse a los principios impersonales y buscar conclusiones con base en valores y creencias, y prefiere las cosas claras y definitivas buscando clausuras.

Durante el desarrollo de la encuesta se anotaron percepciones como las siguientes:

- El punto de vista del cliente y el mercado se tienen muy en cuenta para la decisión y definición de proyectos de cambio o innovación. El mercado es el validador por excelencia de todas las acciones de cambio, lo cual se deben reflejar en los estados de resultados y la supervivencia de la empresa.
- Algunos desarrollos y proyectos se adelantan pensando en la producción para la fábrica y nuevos productos para la división, se importan algunos complementos para vender proyectos terminados y totalmente acabados para el uso final.
- La participación del personal en las decisiones es baja en el área de producción, pero muy alta en el área de diseño y en cargos directivos o de nivel intermedio hacia arriba.
- La toma de decisiones se apoya en la mayor cantidad posible de información, pero de manera ágil.
- Las decisiones que tienen algún contenido intuitivo se apoyan en información recolectada por personal especializado en análisis sectorial y prospección.
- Las posibilidades futuras de desarrollo humano y técnico se examinan y plantean en planes estratégicos.
- Cuando se cometen errores o se tienen sorpresas, estos se presentan más por eventos esporádicos o aleatorios. Se asume que los errores se deben a la falta de concretar algunas cosas al interior de la organización.
- La visión de largo plazo que se tiene se aplica pensado en la solución a problemas

concretos. Solo de esta manera es posible seguir pensando y promoviendo desarrollos, sin dejar nada pendiente, llegando a soluciones con responsables, tiempos y tareas concretas.

- La organización es comprensiva en la medida de lo posible con los problemas o inconvenientes laborales, pero dependiendo de la gravedad del asunto se toman también medidas tajantes y sujetas al reglamento.
- Aunque existen miembros visionarios en la organización a nivel directivo, todas las decisiones son aterrizadas debido a la interactividad de los grupos conformados para la toma de decisiones.
- Aunque la organización la mayoría de las veces se comporta como independiente, establece alianzas siempre que las condiciones redunden en el aumento de productividad, reducción de costos y el mantenimiento del control sobre las operaciones de la alianza.
- En general la organización no tiene aversión al riesgo, asume nuevos retos pero de manera metódica y considerando la mayor información posible. Ello, sin desviar el norte y el rumbo que se establece y se reafirma de manera constante mediante la planeación estratégica.
- A nivel de diseño, el personal depende más de los procedimientos impersonales y podría interpretarse como mayor cohibición para participar en procesos de innovación, ya que perciben el sistema como muy rígido y poco flexible a nuevas propuestas.
- El personal de planta es más extrovertido, prefiere mantener las opciones abiertas, desconfía de demasiadas definiciones, busca conclusiones con base en valores y creencias. Está al tanto de posibilidades, atiende a la perspectiva global.
- En el alto nivel directivo se percibe una conducta más conservadora y clausurativa, es decir, se prefiere las cosas claras y definitivas sin dejar nada al azar.

Capacidades tecnológicas de Siemens S.A.

En la fábrica de motores de Siemens en Colombia se producen motores de inducción Jaula Ardilla, monofásicos y trifásicos. Para esto la fábrica ha desarrollado no solo la implementación de modelos producidos en la casa matriz, sino que ha colaborado en el desarrollo de la última generación de motores, a la par con las demás fábricas del mundo. En la matriz de Likert que

[7] El Top +, es un concepto de gestión de la calidad adoptado por Siemens AG, el cual, para el ámbito de la Región Andina, esgrime como principales pilares que la calidad es personal, es un compromiso, es integral, es tarea gerencial, es tarea técnica y es medio ambiente.

se muestra en la **Tabla 3**, se resumen los siguientes factores predominantes de las capacidades tecnológicas de la empresa (el análisis se refiere al proceso de fabricación de motores eléctricos familia 1LA7, y al mismo producto terminado de esta familia):

Tabla 3

Matriz de Likert sobre evaluación de las capacidades tecnológicas Fábrica de motores —División A&D— Siemens Colombia S.A.

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica				X	
Formalización del manejo tecnológico				X	
Las decisiones de inversión tecnológica				X	
Incorporación de la tecnología • Vigilancia e identificación de la tecnología • Selección de la tecnología • Negociación y transferencia tecnológica • Uso y explotación de la tecnología					 X X X X
Investigación y desarrollo				X	
Eslabonamiento tecnológico					X
Innovación				X	
Salvaguardia tecnológica	X				
Capacitación y difusión tecnológica					X
Puntaje máximo alcanzable = 60	**12**	**24**	**36**	**48**	**60**
Puntaje alcanzado = 51	**1**	**0**	**0**	**20**	**30**

Fuente: Elaborado con base en entrevistas en la fábrica de motores de Siemens S.A. y Malaver (2002).

1. La actualización tecnológica del producto es la mejor posible, ya que la familia 1LA7 es la combinación de materiales, diseño y desempeño que mejor se puede lograr con la evolución del cobre y otras materias primas en cuanto a resistencia a temperatura, resistencia de aislantes y barnices y las menores pérdidas posibles de las láminas del rotor. Sin embargo, la actualización del proceso de fabricación y ensamblaje está lejos de implementar un proceso totalmente automatizado, como lo tienen en otras fábricas como la de República Checa.
2. La formalización del manejo tecnológico es alto, ya que sus procesos están certificados por la Norma ISO 9002, pero la misma administración de planta reconoce que hasta ahora recorren un camino del cual les falta por formalizar mucho todavía.
3. Para la toma de decisiones de inversión tecnológica funciona un comité de alto nivel administrativo en la división A&D, que busca el acondicionamiento e implementación de las mejores herramientas tecnológicas que permiten sus recursos, enlazadas con el programa Top+[7], que propende por una calidad sobresaliente y otras innovaciones de comercialización.

4. Sobre incorporación de la tecnología, para el caso específico de producción de motores de la familia 1LA7, se ha identificado, seleccionado, transferido y explotado la tecnología de punta para adecuar procesos, seleccionar materiales, exigir a proveedores, producir de manera confiable, ágil y económica el motor más eficiente de hoy día en el mundo.
5. Aunque no se cuenta con un departamento formal de I&D, la labor de desarrollo de productos y procesos, nuevas estrategias de comercialización, sistemas de asistencia al cliente y proveeduría de nuevos servicios, se desarrolla desde la dirección y gerencia de producción con un equipo de diseño altamente calificado y bien dotado de herramientas informáticas, con permanente asistencia de su casa matriz, complementado por un laboratorio de pruebas y control de calidad, que cuenta con una dotación acorde a las exigencias de la alta calidad del producto de la familia 1LA7.
6. En cuanto al eslabonamiento, se ha mencionado que un motor es tan solo una de las partes de un sistema completo de control y automatización, que debe complementarse muy bien a las exigencias de los sistemas de control electrónico de procesos, producidos y provistos por todas las líneas de la División A&D a nivel mundial. De modo que el eslabonamiento tecnológico en cuanto a control y automatización de procesos, de los motores de la familia 1LA7, se califica como muy alto.
7. La innovación, aunque se identifica como de gran validación en el mercado, no se califica como muy alta debido a que la totalidad del desarrollo no es local y los procesos de fabricación, aunque de alta y creciente eficiencia, no se equiparan a la frontera tecnológica desarrollada en fábricas como la de República Checa y otras de Siemens en el mundo, en grado de automatización y capacidad instalada.
8. La salvaguardia tecnológica es muy baja en el sentido de no haber registrado en Colombia patentes, licencias u otras salvaguardas de propiedad intelectual o industrial. A pesar de contar con la autorización de su casa matriz tampoco se cuenta con documentación de compromiso intelectual, ya que la empresa es 97% propiedad de la casa matriz. Sin embargo, la División A&D, y más específicamente la fábrica de motores, se precia de desarrollar proyectos de modernización e implementación de tecnologías, tanto de producto como de proceso, conjuntamente con la casa matriz en Alemania. No se tienen datos precisos de si alguna patente de tecnologías o productos desarrollados en conjunto tiene créditos colombianos[8].

[8] Aunque en Colombia no se patenta, Siemens informó en el último ejercicio 2001-2002 la presentación de 6.330 patentes en todo el mundo. También, informó que más del 75% de sus ventas provienen de productos que tienen menos de cinco años en el mercado. Tomado de *Mundo Siemens*, tercer trimestre de 2002.

En el caso específico de Motores, fábrica que pertenece a la División de A&D, se puede decir que produce un *commodity*, ya que no es posible pensar aún en un reemplazo de este tipo de producto por otro completamente novedoso que desarrolle la misma función en la industria y la sociedad, en tanto motor de potencia. Sin embargo, como cualquier máquina, evoluciona con el desarrollo de nuevos materiales, nuevas facilidades de producción, nuevas necesidades y nuevos usos. La importancia de la tecnología en cada uno de los componentes principales del motor se puede ver en la **Tabla 4**.

Tabla 4
Importancia de tecnología por partes constitutivas de un motor

Producto: Motor de Familia 1LA7		
Componentes tecnológicos	**Importancia promedio de la tecnología**	**Observaciones**
Carcaza	2	Inyectada en aluminio.
Núcleo-bobinado	3	Determinante en el desempeño eléctrico y mecánico del motor.
Rotor	3	También de gran importancia en el desempeño del motor.
Platillos	2	

Importancia de la tecnología: 1 = baja, 2 = media y 3 = alta.
Fuente: Bedoya, Carlos[9]

En este orden, Siemens Colombia tiene la única fábrica de motores del país (nadie más produce motores en Colombia). Fabricaba las generaciones o familias 1LA3, 1LA4 y 1LA5 hasta el año 1996, cuando decidieron homologar el desarrollo que se iniciaba en Alemania con la familia 1LA7, de modo que se saltó una familia y se continuó al paso de la casa matriz en los últimos desarrollos de diseño, materiales, procesos y usos. Una delegación de la fábrica viajó a la casa matriz y trajo toda la información necesaria para continuar a la par con el desarrollo de la familia 1LA7, que apenas iniciaban los alemanes. De este modo se logró el lanzamiento del primer miembro de esta familia en 1998: el tamaño constructivo 90. Después vendría el lanzamiento del 71, el 80, el 112, el 132, el 160, y actualmente la empresa desarrolla los tamaños 180, 200 y 225. La **Tabla 5** muestra la importancia de la tecnología para Siemens Andina, División de A&D, específicamente en la fábrica de motores.

[9] BEDOYA, Carlos. Gerente de fábrica de motores, División A&D –Siemens S.A., entrevista en octubre 25 de 2002.

Tabla 5
Importancia de tecnología vs. posición competitiva del mercado

Posición competitiva en el mercado	Importancia de la tecnología en el producto					
	Alta		Media		Baja	
	Nacional	Internal.	Nacional	Internal.	Nacional	Internal.
Líder			Electrotecnia	Electrotecnia		
Promedio						
Seguidor						

Fuente: Bedoya, Carlos

Talento humano

En la fábrica de motores —División A&D— Siemens Colombia S.A., se ha clasificado el grupo de colaboradores de acuerdo con la **Tabla 6**.

El personal cuenta en promedio con un alto tiempo de experiencia y la preparación requerida para laborar en la fábrica es exigente y en lo posible de nivel técnico o tecnológico. Sobre todo en los altos niveles directivos la experiencia se cuenta como muy importante para acceder a dichos cargos.

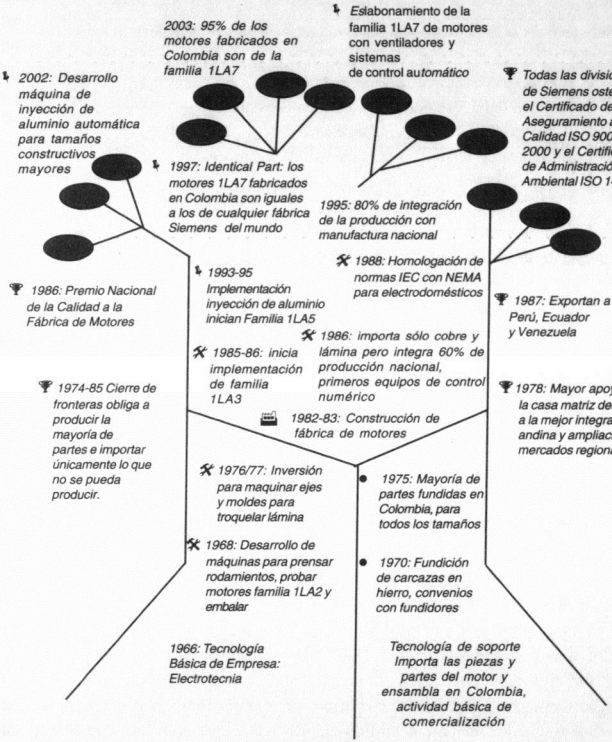
Tabla 6
Calificación de colaboradores en la fábrica motores

Calificación	Número	Experiencia años de labores	Actualización estudios	Edad
Operarios	88	9	Bachilleres Sap-Sena	32
Técnicos	35	15 años	Bachilleres Técnicos	40
Profesionales	12	8 años	Ingenieros	30 a 35
Posgraduados	3	12 años	Ingenieros	35 a 50
Total de personal	138			

Fuente: Bedoya, Carlos

En síntesis, se puede afirmar que la tecnología no solo es un elemento que se ha usado o implementado para la producción de un producto. También se ha apropiado de tal manera que se domina perfectamente, desde los desarrollos de diseños para nuevos prototipos y posibilidad de uso de nuevos materiales, pasando por la adaptación de las últimas tecnologías de administración, como *kaisen*, Justo a Tiempo, *Benchmarking*, llegando a desarrollar, al mismo tiempo que todas las subsidiarias del resto del mundo, un propio concepto de gestión como el Top +. Una síntesis de todo el desarrollo de la fábrica de motores se muestra en el **Diagrama 4**.

Diagrama 4
Árbol de Giget de Siemens Colombia S.A.



- Estímulos externos a la innovación
- Mejoras tecnológicas
- Incorporación de cambio técnico
- Facilidades de infraestructura para la innovación
- Innovaciones

Fuente: Elaboración propia con base en la información dada por Siemens Colombia.

Procesos, resultados e impactos de la innovación

Descripción general del proceso de innovación

Las innovaciones se originan desde las siguientes fuentes principales:

- Búsqueda de racionalizaciones del producto
- Mejoras inducidas por interacción con los clientes
- Programas acordados con casa matriz
- Búsqueda de mejora en la eficiencia de los procesos
- Búsqueda de participación en nuevos mercados

Para buscar las innovaciones necesarias y posibles, la empresa tiene establecido un comité de proyectos de desarrollo de la División A&D, en el que participan el vicepresidente, el jefe de fabricación, el jefe de diseño, el gerente de *marketing* y producto y un representante del área comercial. En ese comité se evalúan y definen los proyectos a realizar.

Con estas definiciones, se establecen planes de acción y responsables de las tareas, junto con el control del representante del área comercial. Las etapas para la definición y ejecución de proyectos de innovación se enumeran a continuación:

- Análisis y definición de los proyectos (proyección inicial de recursos)
- Asignación de responsables de las tareas
- Definición de plan detallado de actividades
- Desarrollo de actividades
- Control y seguimiento de las actividades (Comité de desarrollo)

En el caso del desarrollo de la nueva generación de motores, esta innovación requirió, al mismo tiempo, una innovación de proceso consistente en el diseño, construcción, montaje y puesta en marcha de una máquina para la fundición de las carcazas de gran tamaño constructivo. Además, la familia 1LA7 se desarrolló a la par con el programa de racionalización de procesos administrativos y fabriles, bajo la asesoría mencionada de la firma brasilera, que aunque no fue condicionante para el desarrollo tecnológico, sí ayudó a que los resultados fueran mucho más rápidos y eficientes que los logrados con sólo desarrollo tecnológico.

Mediante este estudio conjunto se eliminaron operaciones que no eran fundamentales, se rediseñaron todos los procesos, aumentando con ello la capacidad de respuesta de la planta y reduciendo tiempos y costos de producción. Durante esta etapa se ensayaron por lo menos 10 redistribuciones de planta hasta encontrar la más óptima, se eliminaron algunos proveedores que no pudieron o no quisieron implementar recortes sustanciales en sus tiempos de entrega, reemplazándolos por otros que se ajustaron a los requerimientos de la

fábrica. En este momento la compañía trabaja en la parte logística para hacer entrega del producto en un tiempo más corto.

En cierto modo, este cambio en la estrategia implica realizar esfuerzos adicionales para la coordinación de las tareas desarrolladas por otras empresas aliadas, fundamentales para que Siemens pueda alcanzar sus objetivos. La empresa tuvo que modificar su sistema productivo estableciendo contratos de *outsourcing* para la construcción de algunas piezas y para operaciones que no son fundamentales en el negocio. También tuvo que fortalecer las áreas de servicio al cliente, reparación y mantenimiento para equipos en uso. De la misma forma, los procesos de evaluación en la compañía deberían entrar a contemplar el desempeño de otras empresas aliadas y su contribución efectiva al negocio de la compañía.

Características de la innovación

En el proceso de innovación Siemens Colombia ha generado nuevos elementos en la construcción de motores para lograr una mejor eficiencia en el desempeño del mismo, pero también mayor rapidez en la fabricación, reducción de costos, fundamentalmente eliminación de antiguos procesos gracias a la utilización de aluminio en la fundición de carcazas por inyección en colada de este metal.

La innovación que se destaca en este estudio de caso es el desarrollo de la familia 1LA7, de motores con diseño, desempeño y protección mejorados (ver **Tabla 7**). El elemento central de esta nueva familia lo conforman:

1. Reemplazo de operaciones de ensamble de aletas de refrigeración del motor.
2. Ensamble en una sola operación de fundición de caja de bornes.
3. Menores requerimientos en pintura y acabado y otros detalles que hacían más dispendiosa la construcción de carcazas en acero fundido al carbón.
4. Utilización de aluminio fundido en un molde, que reduce en más de un 70% el tiempo de alistamiento de la carcaza.
5. Menor peso.
6. Mejores propiedades de transferencia de calor.
7. Mejor acabado y presentación, aunque el costo del material es bastante mayor.

Aunque el eje del motor no cambió, el rotor recibió modificaciones en el ranurado de lámina para aumentar eficiencia, reduciendo pérdidas eléctricas. Así, pasó de 24 a 36 ranuras. También variaron algunas longitudes de eje, carcaza y algunos de los maquinados de estas piezas.

El producto no ha incluido tecnologías radicalmente nuevas, más bien se han combinado tecnologías existentes, dándoles nuevos usos. Por ejemplo, la inyección de aluminio en la fabricación de carcazas, con facilidades como caja de bornes, aletas para disipar calor, huecos para tornillos de ensamble autorroscantes, patas fundidas y otros aditamentos en una sola pieza fundida. Tampoco se han obtenido nuevos productos gracias al uso de un

conocimiento nuevo. Sin embargo, sí se ha tenido que aprender sobre el manejo y uso de materiales como aluminio y plástico, de los cuales se fabrican ahora algunas partes que antes eran de lámina de acero.

Tabla 7

Principales impactos técnicos de la innovación para la nueva familia 1LA7 de motores Siemens

Tamaño Constructivo	Familia construida hasta el año 2001	Nuevo Desarrollo	Desarrollo Futuro	Modificaciones más relevantes	Impactos
071	1LA3	1LA7		Carcaza de CR a aluminio, rediseño de caperuza, cambio de rodamientos	Reducción de procesos de fabricación
080					Mejor refrigeración
090				Cambio de rodamientos, rediseño de carcaza	Mejor eficiencia en algunos tipos
100				Se eliminó el tamaño constructivo 100, rediseño de carcaza, caperuza y cambio de rodamientos.	Unificación de partes para algunos tamaños
112	1LA5				Mejor aceptación visual del producto
132				Rediseño de carcaza, parte activa (núcleo, bobinado y rotor), rediseño de caperuza	Mayor productividad en algunos procesos
160					Aumento del grado de protección física del motor (IP54 A IP55)
180	1LA4		1LA5		
200					
225	1LA3				

Fuente: Entrevistas con el señor Filiberto Bojacá.

Con estos nuevos materiales se redujo el tiempo unitario de producción, debido a la facilidad de moldear en una sola pieza lo que antes requería de ensamblaje, soldadura, maquinado, desbaste, etc. Así mismo, se logró mejor refrigeración, menor peso, mejor conducción de calor hacia fuera del mecanismo. Además, en los rotores se modificaron longitudes de varios parámetros para lograr mayores eficiencias en su desempeño, reduciendo la gama de productos intermedios para adaptar las condiciones de un solo tipo de eje a varias necesidades de potencia o de tamaño de los motores.

Además del uso de nuevos materiales, fundamentalmente en el desarrollo de la nueva generación 1LA7, se acoplaron varios subsistemas del motor en piezas únicas, que antes necesitaban un proceso de ensamble, pero que ahora vienen acopladas en un solo componente y se dimensionaron para desempeñarse como piezas únicas.

Las innovaciones no son el resultado de una labor de investigación y desarrollo. Simplemente constituyen una versión moderna de un producto que requería mayor agilidad en su producción y algún aumento de eficiencia en varios de los parámetros propios del equipo. Sin embargo, fue necesario conformar un equipo de diseño que se dedicara específicamente al dimensionamiento de piezas y mejoras en las máquinas para que se ajustaran a las necesidades de eficiencia en el proceso de fabricación y en el producto final.

Aunque no son productos totalmente novedosos, sí poseen innovaciones incrementales y características totalmente nuevas, como menor peso, mayor compactación, mejor refrigeración, mayor simplicidad y fácil mantenimiento. Esto representa un menor costo y tiempo de fabricación, compensado por el mayor costo del material de fabricación de carcazas, pero con una mayor vida útil, mejor garantía de calidad del producto final y algunas ganancias en la eficiencia de desempeño.

Se tiene también el caso de un producto que ha sido modificado para lograr nuevas funciones o usos. Se trata de motores fabricados para puertas o balancines que requieren cambio de dirección junto a frecuente prendido y apagado, variación de velocidad, cambio de sentido de giro del motor, para lo cual Siemens tuvo que desarrollar un tipo de motor con una modificación especial que permitiera la durabilidad de ciertas piezas que podrían sufrir deterioro acelerado por sus requerimientos de uso.

La familia 1LA7 también hace parte de un proyecto denominado *Identical Part*, cuyo propósito fundamental es encontrar repuestos y servicio técnico para cualquier motor construido en cualquier parte del mundo. En el año 2001 el proyecto avanzó en un 60% y para el 2002 sólo falta implementar este sistema en 3 de los 8 tamaños constructivos. Se han presentado ciertas restricciones de orden técnico, ya que en algunas regiones del mundo la frecuencia de las redes eléctricas son de 60 y en otras de 50 ciclos, la potencia se define en caballos de fuerza (HP) y/o en kilovatios, así como otras variaciones en cuanto a especificación.

Adicionalmente, en marzo de 2000 se realizó en el Centro de Ciencia y Tecnología Maloka, el lanzamiento al mercado de la nueva línea inteligente de aparatos de control y protección de motores, serie Sirius. A partir de esta fecha se capacitó a ingenieros, tecnólogos y técnicos de la industria a nivel nacional, mostrando ventajas técnicas tales como ahorro de energía, espacio y tiempos de instalación.

La más reciente innovación en comercialización se encuentra en la implementación de un sistema denominado APP+, el cual busca convertir a Siemens en un *partner* de nivel corporativo, encargado de proveer continuamente soluciones integradas de las divisiones A&C y PTD, dirigidas a clientes grandes como corporativos o medianas y grandes empresas, manejando los negocios con un solo representante de Siemens que coordina el trabajo interno de la empresa mediante equipos con tres elementos fundamentales:

1. El análisis y entendimiento del cliente desde una perspectiva corporativa.
2. La búsqueda continua de soluciones que le den el mayor valor agregado al cliente a través de la colaboración transdivisional. Se trata de encontrar la mejor solución para el cliente y para Siemens.
3. Trabajar en equipo (*Account Teams*) para asegurar una atención coordinada al cliente: *One face / concept to the customer.*

La empresa busca, a través de este programa, un crecimiento real de las ventas, por encima de las tasas de crecimiento del mercado. Esto se realiza a través de una metodología basada en

el trabajo en equipo representado en *Teams*, los cuales están integrados por colaboradores de varias divisiones (A&C, PTD, IC). Ellos se dedican a atender intensivamente a los clientes estratégicos, seleccionados dentro del proyecto y agrupados por sectores productivos (*branches*). Al mismo tiempo, el equipo es orientado por un padrino de nivel de vicepresidencia, que se comunica y atiende directamente al cliente, para buscar una relación constante, duradera y productiva.

La implementación del programa debe permitir a Siemens consolidar una estrategia de atención al cliente de largo plazo, así como la generación de ventas sostenidas a través de la conversión de proveedores ocasionales a socios estratégicos que proveen soluciones de todo tipo y de todas sus divisiones. Al mismo tiempo, se busca extender el conocimiento y los logros obtenidos con determinados clientes a todos los demás, en aras de alcanzar el mejor uso de los productos en cada sistema (*Best Practice Sharing*). Además, se logra una verdadera transferencia de conocimiento entre las divisiones internas de Siemens, no solo técnicas sino comerciales y de fabricación.

Al verse frente a la competencia internacional abierta y a la crisis posterior de la industria en Colombia, la división comprendió que las industrias no estaban en condiciones de adquirir nuevos equipos y herramientas, que debían hacer mantenimiento a lo que tenían. Es entonces cuando se introducen, mediante una gran labor de mercadeo, los servicios de mantenimiento y reparación de instalaciones industriales, automatización de procesos y otros que le permiten a Siemens mantener el nivel de ingresos por utilidad que tenía, incluso aumentarlo significativamente en algunas divisiones.

El proceso arranca en Colombia, se extiende a Venezuela, luego a Ecuador y por último a Perú. Bolivia es atendida desde Brasil. El nuevo enfoque organizativo se denomina Centros de Competencia y se fundamenta en estar lo más cerca del cliente principal, logrando así los mejores niveles de costo-eficiencia en la operación. Estos centros reportan directamente a las vicepresidencias regionales: en el caso de Siemens Andina, a Bogotá. De esta manera se identifican las principales necesidades y desarrollan las metodologías y tecnologías que les permitan responder de manera rápida, medido en disminución de tiempos de entrega y servicio.

Impacto de la innovación

Con cerca de 1.200 empleados, Siemens logró en Colombia un valor agregado nacional del 60% aproximadamente, en el total de su producción en el periodo 2000-2001. En Colombia Siemens está activa principalmente en los campos de *Information and Communication* (I&C), así como de *Power Transmission and Distribution* (PTD). Además es líder en el mercado de Information and Communication Networks, en motores eléctricos (*Automation and Drives*) y en transformadores (PTD), tanto como en *Health Care*[10].

[10] PTD es la División de Energía, I&C es la División de Redes de Información y Comunicación y HC es la División de Soluciones Médicas descritas en el diagrama 1.

El área de *Automation and Drives* suministró a una importante planta de aceites vegetales comestibles, tableros de control para el proceso de margarinas donde se integraron varios de los productos tales como: PLC, variadores electrónicos de velocidad, arrancadores electrónicos suaves, red de comunicación Profibus, aparatos de protección y control de motores serie Sirius, instrumentación y *software* de visualización.

De otro lado, dentro del concepto de *retro-fitting*, se modernizaron varios molinos de arroz en el proceso de transporte, molino, separadores, pulidores, clasificadores, que incluyen desde motores eléctricos hasta el control automatizado del proceso, mediante PLC Simatic S7; de esta forma se optimizó el proceso manual y se corrigió el alto índice de fallas y desperdicios logrando un proceso automático mucho más seguro y productivo.

Aunque en algún momento Siemens AG pensó en la posibilidad de atender el mercado andino desde otro lugar y suspender las operaciones en Colombia, se logró comprobar a Alemania que la atención y desarrollo de soluciones a las particularidades de un mercado como el colombiano se han convertido en fortaleza, que de no conservarse se arriesgaría el fortalecimiento de la competencia a nivel regional. Lo fabricado en Colombia como estándar para algunos nichos o clientes sería una especialidad en otras fábricas de Siemens. Tanto es así, que el lema en el Departamento de Ventas de la División A&D es "nuestra especialidad es la diferencia".

Siemens Colombia ha incursionado en el mercado de los Estados Unidos con exportaciones de transformadores de potencia. En el área de distribución se tienen contactos con Centroamérica. En Venezuela se han adelantado con mucha agresividad proyectos de telefonía móvil. En Perú y Ecuador el concepto regional está dando frutos: asociado con Abengoa, Siemens obtuvo el contrato para la construcción de una central de energía a gas y vapor en las afueras de la ciudad de Lima.

Concretamente, la fábrica de motores logró el ingreso a los mercados argentino y chileno, el cual fue propuesto como el principal objetivo comercial del desarrollo de la innovación 1LA7, debido a la alta exigencia de estos mercados. Después de la reorganización y el logro de objetivos muy concretos en la organización de la fábrica de motores (en cuanto a reducción de tiempos de fabricación, uso más eficiente de sus instalaciones y equipos, concientización de proveedores y trabajadores de las nuevas exigencias del mercado, consolidación de la fabricación de la nueva familia 1LA7 en la mayoría de tamaños constructivos) la fábrica está lista para responder a exigentes mercados como los mencionados y se ha consolidado en el mercado regional andino, avanzando también hacia Centroamérica y otros lugares del mundo.

Gracias a estas mejoras en producción y logística interna la empresa pasó de exportar del 10% del valor de su producción en 1991 a 40% para el año 2001, lo cual significa hoy una participación en unidades del 30%. Sin embargo, según el Departamento de Ventas de la División A&D, todo está por hacer ya que es la única fábrica de motores de Siemens IEC[11] de

[11] En el mundo los motores son de dos tipos de especificación: IEC y NEMA, especificaciones estas que corresponden a distintos tipos de corriente, diseño, tamaño y desempeño eléctrico y mecánico, de modo que donde se utiliza especificación NEMA no se puede utilizar IEC.

baja tensión en América. En México, otra de las fábricas en Latinoamérica, se fabrica bajo especificación NEMA en baja tensión y en EUA también NEMA pero para media tensión. La **Tabla 8** ilustra la evolución de la producción de motores durante los últimos años.

Tabla 8
Producción de motores cinco años —División A&D— Siemens

Año	1997-98	1998-99	1999-00	2000-01	2001-02
Unidades producidas	85.000	75.000	75.000	74.000	71.000
Participación de exportaciones (%unidades)	7.3	9.3	24.5	25.8	29.7

Fuente: Departamento Comercial —División A&D— Siemens S.A.

Aproximadamente el 95% de los motores producidos en el último periodo 2001-02 son de la familia 1LA7, lo que indica una consolidación del nuevo producto y una buena aceptación en el mercado nacional e internacional. Las exportaciones registradas en el periodo 2000-01 se destinaron hacia Venezuela, Ecuador, Perú, Panamá, Belice, Argentina, Bolivia, Chile, EE.UU, Nigeria, Costa Rica, El Salvador, Singapur, Guatemala, República Dominicana, España y Nicaragua

Conclusiones

1. Siemens, específicamente en la fábrica de motores en la División A&C, posee una gran independencia de la casa matriz, su conducta frente a la innovación no está muy determinada por directrices de la casa. Posee y maneja las suficientes capacidades y fortalezas tecnológicas que le permiten definir directrices en innovación tecnológica de naturaleza dura y blanda.
2. Sin embargo, gran parte de su capacidad tecnológica está directamente ligada a su casa matriz a través de la definición de principios corporativos, herramientas robustas de telecomunicaciones, direccionamiento estratégico regional, diseños y prototipos básicos y primarios, de los cuales parte para implementar las adaptaciones que le exige el mercado regional andino y sus propias restricciones de orden operacional y productivo.
3. Se destaca la gestión industrial hacia la innovación tecnológica, dirigida y liderada desde sus altos directivos, y la definición de objetivos bien delimitados y aterrizados a la realidad regional, fundamentados en especialidades para distintos mercados, usos y aplicaciones de los motores.
4. El desarrollo de los motores de la familia 1LA7, fue un reto superado con gran éxito y demostró a la casa matriz y a la misma subsidiaria que la fábrica de motores en Bogotá está en capacidad de llevar a cabo grandes desarrollos tecnológicos y además aportar a Alemania en aplicaciones y mejores formas de obtener resultados económicos y eficientes, desde el punto de vista financiero y tecnológico.

5. También es de resaltar la continua dinámica tecnológica en la subsidiaria, ya que define un presupuesto y una estrategia por el comité de desarrollo para adelantar innovaciones tecnológicas de proceso, producto, gestión comercial, herramientas informáticas y aplicaciones especiales para clientes o nichos específicos de sus soluciones en automatización y control de procesos, asumiendo con éxito el continuo cambio que se direcciona desde la casa matriz.
6. La visión y concepción de la innovación y el desarrollo tecnológico es diferente para cada división y para cada departamento en una empresa, para cada nivel de mando, y está determinada por las posibilidades de conocer, compartir y comparar la tecnología desarrollada, aplicada o usada en cada empresa. En el caso de Siemens, las grandes capacidades desarrolladas no solo son producto de su experiencia y aprendizaje vía *learning by doing* o *learning by solving problem*, en la fábrica de motores, sino que existe un factor fundamental y es el tener acceso a otras fábricas que hacen el mismo producto con variaciones en especificación y en tecnología, distinto número de colaboradores, distintos nichos de mercado y muchos otros usos, lo cual les permite abrir su visión y ampliar el límite de sus posibilidades de creación, adaptación y gestión de la tecnología.
7. En cuanto a competitividad se destaca el importantísimo papel de la tecnología blanda, ya que con las condiciones de fábrica y gestión comercial previos a la apertura, la empresa no hubiese podido sostener ni incluso aumentar su participación en el mercado regional andino, de no haber adoptado importantes cambios de índole organizacional que le permitieron obtener tiempos de respuesta más cortos, cambios en cuanto la concepción del cliente como motor principal de sus acciones, recorte de brechas productivas, salariales y de costos con otras fábricas de Siemens en el mundo, y mucho menos alcanzar el éxito de mercado y desarrollo tecnológico, alcanzado con la nueva familia de motores 1LA7. Aunque según los directivos de la División A&C, los procesos de desarrollo blando y duro fueron totalmente independientes y no condicionantes uno del otro. Sin embargo, el desarrollo de tecnología blanda fue previo al desarrollo de tecnología dura.
8. En cuanto a la transferencia de tecnología tanto dura como blanda, resalta en primera instancia la gran fortaleza de telecomunicaciones que ha desarrollado la empresa a nivel global, lo que le permite estar al día en cuanto a avances tecnológicos. Además, la gestión adelantada por la organización mediante talleres de capacitación, intranet, contratación externa, es constante y se divulga inmediatamente se reciben nuevos conocimientos que adelantan los cuadros directivos de la empresa. Específicamente el jefe de planta de la fábrica Motores, tan pronto realiza un curso, una capacitación o una visita a la casa matriz, realiza talleres de actualización con todo el personal de planta.

9. En la dirección comercial de la División se percibe la tecnología como indispensable y fundamental para sobrevivir en el entorno de apertura e incursión de nuevos competidores, además de acceder a nuevos mercados exigentes y de alta competencia, como de elevadas especificaciones técnicas. Cualquier esfuerzo por innovar es consecuencia del permanente interés por crecer en rendimientos y participación en distintos mercados regionales y nuevos nichos para el uso de motores. De no mantener este esfuerzo desaparecerían como fabricantes de motores, no solo por la presión del mercado sino de la casa matriz, la cual justifica la permanencia de la fábrica gracias a su capacidad técnica, poder de mercado y gran desempeño financiero y tecnológico. Además, esta capacidad técnica también le proporciona un posicionamiento estratégico tal, que Siemens no podría suplir las necesidades específicas de este mercado desde otra fábrica en el mundo, debido a la alta especialización en la diversidad de usos y características de las aplicaciones industriales de sus productos en la Región Andina.
10. Finalmente, es necesario precisar que este estudio de caso se sujetó a las posibilidades de tiempo y ocupación del personal de la empresa, y no alcanzó a cubrir todo el espectro de posibilidades de desarrollo tecnológico duro y blando que puede alcanzar una firma de estas dimensiones, por lo que para una empresa de este tipo sería necesario adelantar un estudio por división o por producto, ya que cada uno tiene su propio entorno y desarrollo.

Bibliografía

BRIDGES, W, *The character of organizations: using jungian type in organizational development,* Davies Black Publishing, 2000.

MALAVER, Florentino, "Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas e editoriales", en revista *Innovar,* julio-diciembre, No. 20, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2002.

MARKS, Lionel S., BAUMEISTER, Theodore, *Manual del ingeniero mecánico de Marks*, Buenos Aires, Editorial UTHEA, 1998

Mundo Siemens, International Edition, primero, segundo, tercero y cuarto trimestres de 2002, México.

SMITH, Alan, *Curso básico de motores eléctricos*, Barcelona, Editorial GLEM S.A., México, 1995.

www.Siemens -andina.com

Entrevistas con:

Carlos Martínez, gerente comercial de automatización y control, División A&D – Siemens S.A.

Filiberto Bojacá, gerente de producción, División A&D – Siemens S.A.

Carlos Bedoya, gerente de fábrica Motores, División A&D – Siemens S.A.

Gabriel Lelek, gerente de ventas, División A&D – Siemens S.A.

Wilson Ruiz, ingeniero de producto motores, Departamento de Ventas, División A&D – Siemens S.A.

Mauricio Vargas, ingeniero de diseño eléctrico, División A&D – Siemens S.A.

Edgar Cobo, analista de planeación, Gerencia Comercial – Siemens S.A.

Aceros Sogamoso Ltda

Dolly Yazmín Camacho Corredor
Jorge Huoberto Saavedra

Introducción

Esta investigación forma parte del proyecto "Estudios de caso sobre el proceso de innovación, sus determinantes e impacto en la industria manufacturera colombiana", dirigido por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología —OCyT—, con el respaldo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC, y tiene como propósito específico el estudio de dos casos del sector metalmecánico en Boyacá.

Realizado por los profesores investigadores de la UPTC: Jorge Humberto Saavedra, de la Escuela de Metalurgia, y Dolly Yazmín Camacho C., de la Escuela de Administración de Empresas, con la participación de Sandra Nadyuri Acevedo Ávila, ingeniera metalúrgica, y Jenny Edith Parada Camargo, administradora de empresas, como auxiliares de investigación.

La investigación está apoyada en los marcos teórico y metodológico determinados para este proyecto por el grupo investigador del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

En el departamento de Boyacá, se escogieron tres empresas representativas de este sector: Grupo Diaco S.A., específicamente la planta productiva del municipio de Tuta, Laminados Andinos S.A., de Duitama, y Aceros Sogamoso Ltda., ubicada en la ciudad de Sogamoso. Sin embargo, el estudio de la empresa Laminados Andinos por falta de información para analizar el impacto de la innovación, finalmente no fue posible incluirlo dentro de los casos estudiados.

Este trabajo corresponde a la empresa Siderúrgica Aceros Sogamoso Ltda. Está divido en 6 puntos, el primero presenta la caracterización de la empresa desde su fundación hasta el momento actual; el segundo punto presenta un análisis del mercado a nivel

global, regional y local; el tercer punto corresponde al análisis estratégico de la innovación; el cuarto punto determina cómo ha sido el manejo de la tecnología y la innovación en la última década y primeros años de la actualidad; el quinto presenta las principales tecnologías que se han adaptado y los equipos innovados y mejorados por la empresa. El sexto punto analiza el impacto, para finalizar con las conclusiones y recomendaciones.

Igualmente, se ha incluido un breve glosario de conceptos metalúrgicos con el propósito de orientar al lector.

Presentación de la empresa

Nombre: Aceros Sogamoso Ltda.
Dirección: Parque Industrial Sogamoso
Teléfono: (0987) 700613
Productos que vende o servicios que ofrece: varilla de acero de diferentes calibres, palanquilla
Productos que compra o servicios que utiliza: chatarra, ferroaleaciones, energía
Producción actual: 70. 000 toneladas/año
Número de operarios en planta: 150
Nombre del gerente: Luis Alfredo Reyna

Caracterización de la empresa

Reseña histórica

Aceros Sogamoso Ltda. es una empresa siderúrgica que atiende el mercado de la construcción a nivel nacional e internacional, apoyada en un recurso humano altamente motivado y capacitado. Con tecnología de punta y permanente desarrollo orientado hacia la búsqueda de una mayor eficiencia y una alta calidad de los productos.

Creada en 1980 como Acerías Sogamoso Ltda., como empresa familiar, la cual a través de su historia ha presentado modificaciones en su razón social así: en 1985 Siderúrgica Sogamoso, en 1995 Hornasa, y en 2000 Aceros Sogamoso, con el que se conoce actualmente.

En 1988 la empresa amplía el proceso productivo mediante el montaje de un horno eléctrico y un sistema de colada en reina, el cual se cambió en el año de 1992 a un sistema de colada continua, lo que permite producir su propia materia prima (palanquilla) y realizar el proceso completo de transformación de la chatarra en palanquilla y luego en producto final.

En este mismo año se implementó el desbaste continuo, que junto con el terminado continuo que ya poseía, da como resultado un proceso de laminación automático de calidad y con disminución importante de mano de obra. A esta fecha la empresa contaba con 640 trabajadores, operando con una capacidad instalada superior a las necesidades del mercado.

En el año de 1994 se compra una planta metalúrgica completa en Seattle, con una capacidad de 100.000 t/año. Para 1996 se implementó el sistema de afino en cuchara, proceso que le permitió mejorar la calidad de sus productos y optimizar los tiempos de producción.

Al inicio de la década de los noventa, frente a la apertura el grupo Hornasa pudo soportar la importación de acero y el descenso de los precios, gracias a las fortalezas tecnológicas y de recursos humanos y técnicos que para el momento tenían; sin embargo, al finalizar este período la crisis de la actividad edificadora conllevó a una caída en las ventas y en los precios del acero que la empresa no pudo soportar.

Lo anterior incidió para que en el año 1998 los costos de producción y administrativos tuvieran un valor superior a los precios del mercado; esto sumado a que la empresa tenía una capacidad instalada subutilizada, y a los problemas laborales originados con el sindicato, precipitaron un cierre temporal con pérdidas significativas en el patrimonio y liquidez.

En el año 2000 la empresa reinicia su actividad productiva con dos hornos eléctricos utilizados para la fusión de chatarra, y el proceso de afino respectivamente. Además, se implementó la máquina de colada continua —MCC—. Esta nueva organización la inician con una disminución importante en los niveles de producción y en la vinculación de personal en razón a que después de las crisis la recuperación del mercado nacional no se había dado y la empresa además tuvo que iniciar la recuperación de sus antiguos clientes.

Actualmente utiliza el 35% de la capacidad instalada, con una producción de 5.000 a 6.000t/mes, para un total de 70.000t/año, 180 trabajadores, con capital 100% nacional, constituida como sociedad familiar.

La permanencia en el mercado de esta empresa, a pesar de las dificultades que ha soportado, es el reflejo de la estrategia empresarial que ha tenido la organización en sus diferentes épocas y denominaciones. La reestructuración empresarial y administrativa le ha permitido analizar los desarrollos tecnológicos del sector empresarial metalúrgico y desarrollar los requerimientos de la empresa de acuerdo a las necesidades, a través de la observa-ción en visitas e investigaciones en empresas siderúrgicas del exterior (Estados Unidos, Brasil, Argentina, México).

En el campo ambiental se está desarrollando la construcción de un sistema de eliminación de ruidos y humos, adicional al sistema de depuración existente. Lo anterior permitirá mejorar el ambiente de trabajo de la empresa y lograr una mayor armonía con el entorno.

A futuro la empresa planea volver a prender el segundo horno (apagado en la crisis), que le permitirá aumentar la producción. Así mismo, proyecta lograr mayores índices de producción y menores costos realizando cambios en los transformadores por unos de mayor potencia, que le permitirá menores tiempos de colada y mayores niveles de producción.

Estructura organizacional

La nueva estructura, iniciada en el año 2000, tiene como misión y visión las siguientes:

Misión: Aceros Sogamoso Ltda. es una empresa siderúrgica que atiende el mercado de la construcción a nivel nacional e internacional, apoyada en el recurso humano altamente motivado y capacitado, con tecnología de punta y permanente desarrollo orientado hacia la búsqueda de una mayor eficiencia y alta calidad de los productos.

Visión: ser en el futuro una de las empresas líderes en el mercado nacional con proyección internacional, sustentada en el desarrollo tecnológico y una alta calidad en sus productos y servicios.

La nueva estructura está conformada administrativamente por tres cargos; gerente, jefe de compras y jefe de ventas. En la medida que la organización fue creciendo, se han generado nuevas áreas con funciones específicas y responsabilidades diferentes. Actualmente se ha determinado una estructura administrativa y operativa jerárquica participativa y didáctica, tal como lo muestra el **Diagrama 1.**

Las funciones administrativas y técnicas del personal de la planta están formalizadas en los respectivos manuales, que son permanentemente actualizados.

Las decisiones de la empresa son tomadas en el segundo y tercer nivel de la jerarquía: gerente y jefes de departamento, quienes tienen capacidad de decisión y autonomía en su desempeño. La gestión general de la empresa recae directamente en la gerencia de la empresa, apoyada por los diferentes jefes de áreas.

Por su parte, la Junta Directiva es informada a través del gerente de los estudios, proyectos y realizaciones aprobadas y esta realiza finalmente el análisis de viabilidad para la implementación del proyecto.

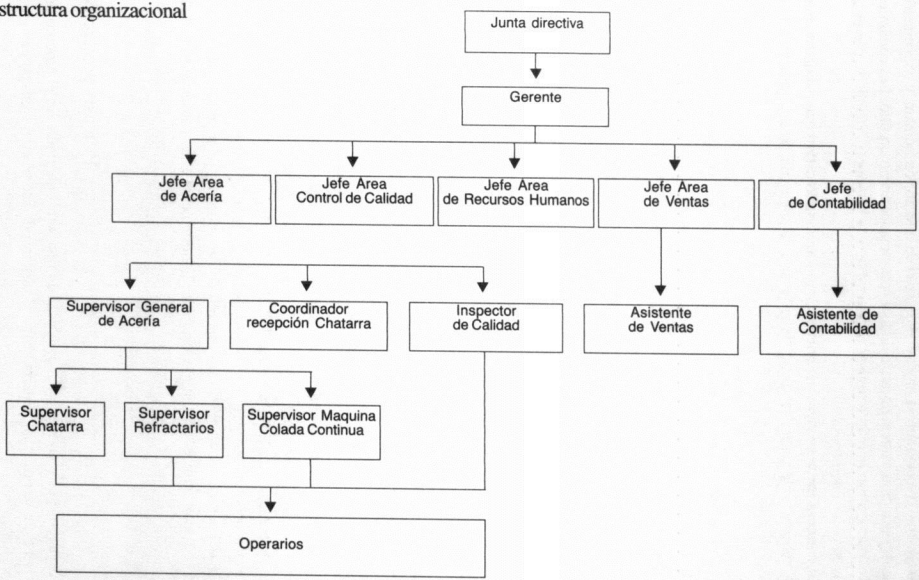
Los departamentos están subdivididos en áreas; las principales son:

- Acería
- Control de calidad
- Contabilidad
- Ventas
- Recurso humano

Las labores de los operarios están esquematizadas y sistematizadas, contrastando con las de los administrativos, quienes ejercen actividades, responsabilidades y tomas de decisiones diferentes día a día.

Los procesos de retroalimentación, interacción y evaluación entre los distintos departamentos, se realizan mediante comités de calidad, llevados a cabo semanalmente y conformados por todas las áreas de la empresa, con participación del gerente, jefes de departamentos, supervisores y jefes de áreas, al igual que los operarios se integran con representantes de cada departamento, logrando un proceso participativo e interactivo.

Diagrama 1
Estructura organizacional



Fuente: Elaboración con base en información de la empresa.

De otra parte, el estudio y análisis de la cultura organizacional aplicado a la empresa Aceros Sogamoso permitió conocer que es dinámica, maneja positivamente los cambios, y tiene claramente definida su visión con una mentalidad vanguardista.

Así mismo, en la empresa hay un alto grado de interacción humana y cooperación, tienen ideas y principios que valoran, cuidan y son tomados como orgullo. Las comunicaciones y el diálogo son muy importantes dentro y fuera de la empresa cuando se presentan conflictos entre los miembros.

La empresa lucha siempre por sobresalir, no importa lo difícil que pueda ser, tiene claro los conceptos de responsabilidad de cada uno de sus miembros y genera en ellos mentalidad positiva, creativa y activa.

Es una organización de grandes metas, que busca lograrlas evolucionando constantemente. Los miembros son importantes en la medida en que contribuyen al mejoramiento y evolución de la empresa; sus procedimientos financieros son formales, con mandos gerenciales, políticas, y regulaciones del personal adecuadas; se preocupa por la atención de sus clientes y el cumplimiento de las normas.

La dirección de la organización recae en un individuo carismático y en un equipo eficaz y bien conformado, con alto nivel de organización y mando. Los líderes de la organización normalmente manejan muy bien sus relaciones públicas, y buena parte de su tiempo lo dedican a las comunicaciones en su organización en los diferentes niveles.

Esta organización normalmente puede depender de los niveles altos, como de las personas líderes, si esto no es bien manejado puede ser causante de crisis y llevarlos hasta el caos.

La empresa, de igual forma, mantiene y promueve los siguientes valores:

- Trabajo en equipo*:* basado en el respeto mutuo, la coordinación y la planificación en cada una de las dependencias, para lograr en conjunto los objetivos trazados por la organización.
- Ética comercial*:* el compromiso adquirido es el cumplimiento con los clientes, proveedores, entidades financieras y gubernamentales.
- Gerencia profesional y creativa: la cual estimula la búsqueda de métodos para hacer las cosas cada vez mejor.
- Reconocimiento y respeto por las personas*:* fundamentado en la participación del personal y en el reconocimiento de sus aportes a la organización.
- Responsabilidad*:* asumir y responder honestamente a las consecuencias de las acciones que inciden sobre los trabajadores, clientes y comunidad.

Proceso productivo

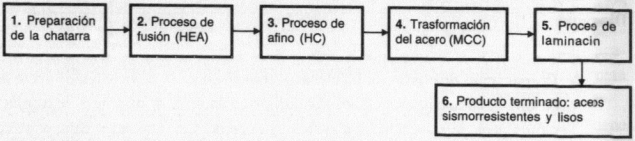
Aceros Sogamoso es una empresa siderúrgica de tipo semi-integrada. En el proceso productivo tiene como principal materia prima la chatarra de acero, en un alto porcentaje de

procedencia nacional, para la producción de palanquilla y productos terminados dedicados principalmente a la construcción. Un esquema de este proceso se puede apreciar en el **Diagrama 2**.

- **Preparación de chatarra.** La chatarra utilizada para la fabricación de acero es de origen nacional, esta es llevada por los chatarreros a los patios de recolección, donde se selecciona y clasifica de acuerdo a su tamaño y composición. Como la chatarra llega con dimensiones muy irregulares, la fragmentadora la homogeiniza y para aumentar la densidad se lleva a la compactadora para ser transportada a continuación al horno. Con este proceso se logra mejorar las condiciones de fusión en el proceso, evitar perdidas de energía y disminuir los constantes recargues del horno.
- **Proceso de fusión**. Se lleva a cabo en el horno eléctrico de arco, el cual tiene una capacidad de 35t, donde se funde la chatarra a más de 1600°C, hasta obtener un acero líquido de diferentes calidades.
- **Proceso de afino**. Se lleva a cabo en un horno eléctrico que hace las veces de horno cuchara, donde se ajusta la composición química a los requerimientos deseados, mediante la adición de ferroaleaciones tales como ferromanganeso, ferrosilicio, ferrocromo, ferrovanadio, entre otras, y donde se realiza el proceso de afino que le permite obtener las propiedades esperadas.
- **Transformación del acero**. Después del proceso de afino el acero líquido es transportado a la máquina de colada continua, donde se vierte a un molde de fondo desplazable, cuya sección transversal tiene la forma geométrica del semiproducto que se desea fabricar, en este caso la palanquilla.
- **Laminación**: para este proceso se tienen habilitados dos trenes de laminación, que realizan las etapas de adelgazamiento de la palanquilla hasta lograr los diámetros deseados, de acuerdo con las especificaciones del producto.
- **Productos terminados:** los productos que tiene actualmente en el mercado la empresa Aceros Sogamoso son:

  - Perfiles angulares
  - Tees
  - Canal U
  - Cuadrados
  - Redondos

Diagrama 2
Proceso productivo



Fuente: Grupo de Investigación Innovación, UPTC, con base en información de la empresa

Análisis del mercado

El sector siderúrgico dentro de la producción mundial ha sido considerado como u sector básico para el desarrollo económico. El acero es un material importante, estratégico e indispensable para el desarrollo de la industria, de los países y su capacidad económica, ya que constituye el primer eslabón de importantes cadenas productivas, como on la metalmecánica, la automotriz, y la construcción, entre otras.

Una de las características más importantes del sector siderúrgico es la de construir industrias con altos requerimientos tecnológicos, lo que implica importantes inversones, personal calificado, capacitación permanente y alto grado de desarrollo. Igualmente este tipo de industrias se caracteriza por tener productos muy determinados, de allí que los cambios e innovaciones se den principalmente en los procesos productivos, más queen el desarrollo de nuevos productos o en los sistemas de comercialización. La inversión en maquinaria y equipo está destinada principalmente al aumento de la capacidad instalada y de la productividad.[1]

Las anteriores condiciones de la industria la lleva a constituirse en mercado de tipo oligopólico.

La producción mundial de acero para el año 2000 llegó a un total de 847 millones de toneladas, de las cuales América Latina contribuyó con un total de 56 milones, el 6.6% de la producción global. Del total de acero producido en América Latina Colombia contribuye con 0.7 millones de toneladas, aproximadamente el 1.3% de la producción latinoamericana.

Es importante resaltar que el estudio proyectado de consumo de acero para el año 2002 es de 1.500.000 toneladas, de las cuales cerca de 800.000 toneladas deben ser importadas; para un futuro las empresas nacionales, si continúan desarrollando los

[1] Durán, Xavier, y otros (2000), *Innovación tecnológica en Colombia*, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, COLCIENCIAS, Departamento Nacional de Planeación.

proceso tecnológicos, podrían sustituir al mercado exterior aproximadamente de 500.000 toneladas.

Boyacá es el departamento que produce la mayor cantidad de acero en Colombia y su porcentaje es aproximadamente del 85%. Aceros Sogamoso produce 70.000 toneladas anuales, representando el 10% de la producción nacional. Ver **Cuadro 1**.

Cuadro 1

Consumo y producción nacional de acero

Consumo nacional de acero

Total consumo nacional	1,500.000 Tn/Año
Producción nacional	700.000 Tn/Año
Importaciones	800.000 Tn/Año

Producción nacional

Acerías Paz del Rio	240.000
Grupo Diaco*	290.000
Aceros Sogamoso	70.000
Laminados Andino	60.000
Otros	40.000

Fuente: Ramírez (2002).

*De ese total la Planta Tuta produce aproximadamente 250.000 toneladas año, la producción restante corresponde a aceros especiales de la planta Sidelpa.

La elaboración del acero en Colombia se realiza en dos tipos de industria básicamente: la industria de clase integrada, representada por Acerías Paz del Río, empresa que actualmente, debido a una infraestructura no actualizada, al bajo rendimiento del mineral de hierro y a dificultades administrativas, la tienen en difícil situación económica; las industrias semi-integradas, las cuales han logrado un desarrollo económico importante, un manejo competitivo de costos y un aumento en su capacidad productiva, que les ha permitido permanecer con solvencia en el mercado nacional y estar preparadas para el mercado internacional.

Los sectores siderúrgico y metalmecánico totalizaron el 17.7% de la producción real nacional, siendo uno de los pilares del actual desarrollo industrial colombiano. La apertura realizada durante los últimos años ha medido y equilibrado la capacidad de estas industrias,

al competir de forma directa con los productos importados. De esta forma, la entrada de bienes del exterior con estándares de calidad altos ha obligado a los fabricantes nacionales a mejorar la calidad de la producción. De otra parte, la apertura ha originado numerosas prácticas desleales de comercio, tales como el contrabando y el *dumping* de importaciones.

El sector siderúrgico se puede considerar como punto de partida de otros debido a que el acero es la base de muchas industrias que se desarrollan en el país; además es de vital importancia por la función que cumple en la cadena productiva, por su participación en el conjunto de la actividad económica, por los crecientes coeficientes de inversión y por la generación final de empleo.

Es importante resaltar que la economía de Boyacá tiene tres tipos de industria de relativa importancia: la siderúrgica, los materiales de construcción y las bebidas, los cuales generan el 81% del empleo industrial en el departamento.

Comportamiento competitivo de la empresa

Aceros Sogamoso sólo lleva dos años de reapertura de operaciones con este nombre, sin embargo, ha conservado a través de sus dirigentes y empleados toda la experiencia del trabajo de producción, mantenimiento, reparación, adaptaciones y mejoras que durante casi veinte años había acumulado.

El conocimiento y experiencia adquirida por la empresa representa una ventaja competitiva y una fortaleza en el conocimiento del mercado y del proceso productivo del acero, que le ha permitido en corto tiempo adquirir las tecnologías de punta y hacer las reparaciones y adaptaciones necesarias que le han servido de soporte para conseguir importantes niveles de producción y mercadeo.

Capacidades distintivas

El buen nombre de la empresa, su cumplimiento, la atención y el servicio a clientes y proveedores, creó una mentalidad de compromiso y lealtad para con la organización. En el último año la empresa ha tenido un crecimiento elevado en las ventas y buen posicionamiento en el mercado, a pesar de las crisis que ha sufrido y que la llevaron a cierres temporales.

Una ventaja competitiva que muestra esta organización es el tipo de sociedad que ha mantenido, que al ser de carácter familiar y limitada le facilita las decisiones rápidas y oportunas de carácter administrativo, tecnológico y de innovación, de acuerdo a las necesidades.

Así mismo, el conocimiento adquirido, acumulado y renovado durante los veinte años de existencia del grupo empresarial en sus diferentes denominaciones, le ha dado la capacidad y habilidad de hacer adquisiciones de equipo y tecnologías de alta calidad en condiciones favorables y realizar los montajes, reparaciones y mantenimiento necesarios.

El desarrollo de la tecnología que ha tenido la empresa a través del tiempo se ha soportado en el conocimiento adquirido y acumulado del recurso humano, en el tipo de organización y en el manejo de sus mercados, lo que le ha permitido generar nuevas posibilidades de desempeño a partir de realizar y diseñar estrategias para el acertado manejo técnico y administrativo de Aceros Sogamoso.

Las anteriores ventajas competitivas han significado para la empresa una ventaja frente a otros productores, grandes ahorros en las inversiones de montaje, mantenimiento y adaptaciones de los equipos, así como en los costos de producción.

Los recursos y capacidades que le han permitido tener mayor valor estratégico y buen desempeño han sido especialmente la capacidad de gestión del socio fundador, quien en las diferentes crisis de la empresa ha desarrollado fortalezas con el propósito de darle una nueva proyección. Entre estas cabe destacar:

- Aprovechar la capacidad técnica desarrollada por el personal para la adaptación de tecnologías, montaje y mantenimiento de máquinas.
- Reorganización administrativa que le permita bajar niveles de costos fijos administrativos.
- La buena atención y relación con el cliente que le permita recuperar y mantener los mercados.
- La propiedad de tipo familiar le ha permitido llegar fácilmente a consensos.

Es importante resaltar que el grupo familiar, formado por dos generaciones, ha aprovechado el conocimiento tecnológico que sus miembros han adquirido a través de la educación formal, internet, revistas especializadas y los viajes al exterior, permitiéndoles tener capacidades competitivas en la producción de acero. Las anteriores características le ha facilitado a la empresa la negociación de la maquinaria y equipos en condiciones favorables, así como realizar reparaciones, mantenimientos necesarios y adaptaciones importantes en la maquinaria y equipo.

Otras estrategias empresariales que ha tenido la organización en sus diferentes épocas y denominaciones ha sido reestructurar la empresa legal y administrativamente de acuerdo a su desarrollo, así como la búsqueda permanente de tecnología a través de la observación, visitas e investigación en empresas siderúrgicas del exterior. Destacándose las siguientes políticas.

- Actualización investigativa
- Cambios estructurales
- Estudios de mercado
- Certificaciones
- Cooperación universidad-empresa
- Alianzas estratégicas

- **Actualización investigativa:** con el ánimo de conocer y evaluar los desarrollos tecnológicos existentes en la industria internacional, la empresa a lo largo de su historia se ha proyectado con actualizaciones en siderúrgicas de países que tienen adelantos importantes en el sector metalúrgico como Brasil, Méjico y Japón. Estas investigaciones han suministrado conocimientos y asesorías basados en los procesos más recientes que se están desarrollando en esas empresas extranjeras, permitiéndole a la organización poder adaptarlos a su proceso de producción.

  Estas investigaciones mantienen a la empresa actualizada y le permiten potencializar el nivel competitivo, con la oportunidad de incursionar en el mercado internacional.
- **Cambios estructurales:** en la parte de producción se realizaron varios cambios estructurales, siendo el más importante la consecución de un proceso más continuo, que se logró mediante el abastecimiento de las materias primas necesarias en el momento requerido, lo que permitió implementar un sistema para el proceso productivo de entrega de productos terminados, basado en el justo a tiempo, lo que implicó acelerar la producción, disminuir tiempos de fusión y obtener mayor rotación de inventarios.
- **Estudios de mercado:** como respuesta a los cambios del entorno, la empresa tuvo en cuenta los precios del mercado para lograr una competencia equitativa. La empresa maneja los niveles de producción de acuerdo con estudios de ventas estimados y *stock* de productos en cantidades racionales. Es así como ha podido incursionar en nuevos mercados nacionales y extranjeros como es el caso del venezolano, con productos sismorresistentes. La actual tasa de cambio favorece las posibilidades de incursionar en este mercado internacional.

  Es importante destacar que la empresa, en la estrategia de mercado, da prioridad a la atención al cliente, teniendo en cuenta todas sus opiniones y sugerencias, y respondiendo a ellas de forma oportuna y eficiente.
- **Certificaciones:** la empresa, conciente de la necesidad de competir con calidad, adoptó un sistema de normalización para sus productos, logrando la certificación otorgada por el Icontec, NTC 2289 para aceros sismorresistentes y NTC 161 para aceros lisos, garantizando así la calidad de los productos y la competitividad dentro del mercado.

  De igual manera, se están adelantando los desarrollos para optimizar el medio ambiente mediante la implementación de las normas ISO 14000 y la certificación a los proceso a través de la norma ISO 9000.
- **Cooperación universidad empresa:** la empresa mantiene contacto permanente con la universidad a través de pasantías, prácticas empresariales con estudiantes y trabajos de investigación con participación de ingenieros de la empresa, profesores y estudiantes.
- **Alianzas estratégicas:** este tipo de alianzas las ha realizado con empresas del mismo sector productivo, como Grupo Diaco S.A., Acerías Paz de Río, entre

otras, con el propósito de fortalecer y mejorar los procesos y la distribución del producto.

Análisis funcional del manejo de la tecnología y la innovación

Aceros Sogamoso, en busca del cumplimiento de los objetivos de calidad, mejores tecnologías y un adecuado uso de los recursos financieros, impulsa el mejoramiento continuo a través de la investigación y el desarrollo de control de calidad y acería.

La reorganización de la nueva empresa le permitió plantear una estructura con nueva misión, visión y valores propias de la época actual.

Como una herramienta que permita la valoración de las capacidades tecnológicas se aplica la matriz de la escala de Likert **(Cuadro 2).**

Cuadro 2
Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de la empresa Aceros Sogamoso
(evaluación cualitativa según escala de Likert)

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica			X		
Formalización del manejo tecnológico			X		
Las decisiones de inversión tecnológica				X	
Incorporación de la tecnología • Vigilancia e identificación de la tecnología • Selección de la tecnología • Negociación y transferencia tecnológica • Uso y explotación de la tecnología		X	X	X X	
Investigación y desarrollo			X		
Eslabonamiento tecnológico			X		
Innovación			X		
Salvaguardia tecnológica		X			
Capacitación y difusión tecnológica			X		
Puntaje máximo alcanzable = **60**	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = **37**		4	21	12	

Fuente: Elaborado con base en entrevistas en Aceros Sogamoso Ltda. y Malaver (2002)

Evaluación de las capacidades tecnológicas

El análisis de la Matriz de Likert para la evaluación de las capacidades tecnológicas, permite ver que las mayores fortalezas corresponden a la permanente búsqueda e identificación de los adelantos tecnológicos que se realizan en el sector de la producción de acero. A través de asistencia a ferias, visitas a empresas innovadoras internacionales, a la lectura de revistas

especializadas y a consultas en las redes informáticas, la empresa ha podido tomar decisiones acertadas de inversión en tecnología.

El soporte tecnológico que la empresa ha ido adquiriendo y desarrollando, le ha posibilitado adelantar actividades de diseño, reparación y mantenimiento, lo que ha fortalecido la capacidad de realizar adaptaciones importantes de la tecnología adquirida.

La adaptación de tecnología ha estado acompañada de la permanente y continua capacitación que la empresa ha ofrecido al personal, de forma que este adquiera los conocimientos y experiencias necesarias para un adecuado desarrollo tecnológico.

Es conveniente que la empresa adelante actividades que la lleven a adquirir cesión de contratos, sistemas de *know how* y convenios internacionales de cooperación. Es importante, además, que todas estas actividades se expliciten a través de documentos, patentes y modelos de utilidad, acompañados del adecuado manejo del secreto industrial.

Se puede concluir que Aceros Sogamoso Ltda., con relación a la ubicación en la escalera tecnológica, se encuentra en el nivel que se denomina de "complejidad intermedia –media", dado que además de la adecuada capacidad de negociación, reparación y mantenimiento, ha realizado adaptaciones importantes en sus equipos y maquinarias.

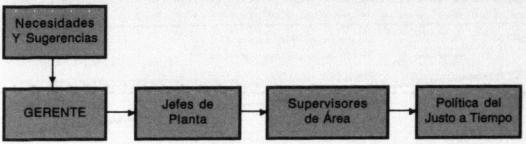
Análisis de la innovación

Para la empresa Aceros Sogamoso la innovación ha estado unida con los cambios que se realizan en los diferentes niveles ya sea de maquinaria, tecnología o personal, que contribuyan al desarrollo de la empresa y a la disminución de costos en el proceso productivo.

En este sentido, durante el último año la empresa ha implementado el departamento de control de calidad, a cargo de dos ingenieros, quienes junto con el gerente general de la empresa, los jefes de planta y los supervisores de área, son los responsables del manejo de la tecnología y la toma de decisiones para consolidar y efectuar los proyectos, según su viabilidad y costos.

Para la toma de decisiones, los estudios de necesidades y las sugerencias hechas por los funcionarios de la empresa, son conocidas por el gerente y luego evaluadas por los jefes de planta y los supervisores de área. Este proceso se desarrolla dentro de la política de "justo a tiempo", que para la empresa implica acelerar la producción, disminuir tiempos de fusión y obtener mayor rotación de inventarios. El **Diagrama 3** muestra este proceso.

Diagrama 3
Proceso de toma de decisiones I+D



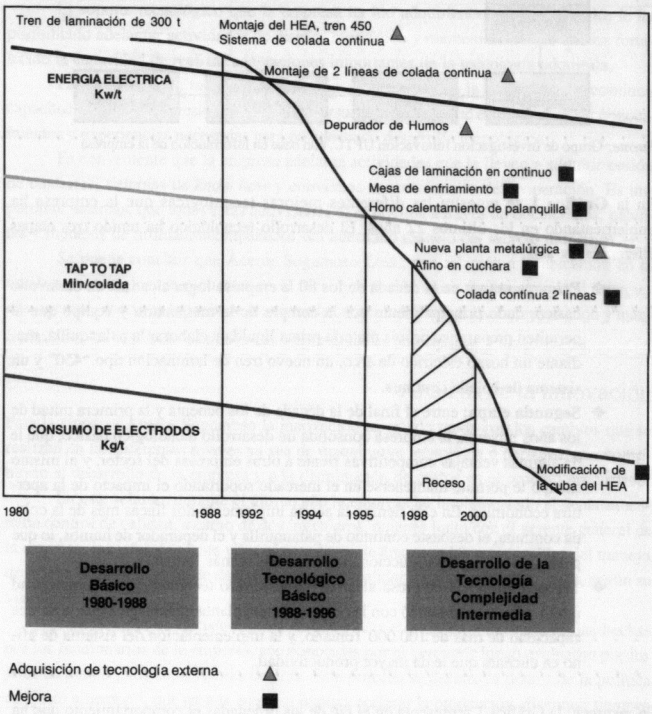
Fuente: Grupo de Investigación Innovación UPTC, con base en información de la empresa

En la **Gráfica 1** se muestra las diferentes mejoras tecnológicas que la empresa ha implementando en los últimos 22 años. El desarrollo tecnológico ha tenido tres etapas diferenciadas así:

- **Primera etapa:** en la década de los 80 la empresa logra alcanzar un desarrollo básico, dado principalmente por la compra de la maquinaria y equipo que le permiten preparar su propia materia prima líquida y elaborar la palanquilla, mediante un horno eléctrico de arco, un nuevo tren de laminación tipo "450" y un sistema de colada continua.
- **Segunda etapa:** entre el final de la década de los ochenta y la primera mitad de los años noventa, la empresa consolida un desarrollo tecnológico básico, que le da algunas ventajas competitivas frente a otras empresas del sector, y al mismo tiempo le permite mantenerse en el mercado soportando el impacto de la apertura económica. En este tiempo la acería implementa dos líneas más de la colada continua, el desbaste continuo de palanquilla y el depurador de humos, lo que permite una mejor producción con tecnologías más limpias.
- **Tercera etapa:** la empresa alcanza un desarrollo tecnológico de complejidad intermedia, que comenzó con la compra de una planta metalúrgica que le da una capacidad de más de 100.000 Ton/año, y la implementación del sistema de afino en cuchara que le da mayor productividad.

En resunen, la Gráfica 1 representa en el eje de las ordenadas el comportamiento que ha tenido el consumo de energía (Kw/Ton), el tiempo entre coladas (Min) y el consumo de electrodos (Kg/T), los cuales muestran una importante y continua disminución a través de las etapas de desarrollo y mejoras tecnológicas que ha tenido la empresa.

Gráfica 1
Mejoras tecnológicas en Aceros Sogamoso



Fuente: Grupo Investigación Innovación, UPTC, con base en Forero (2002), e información de la empresa

A continuación se detallan las principales adaptaciones y mejoras que la empresa ha desarrollado en equipos y procesos a partir de la tecnología básica, desde 1989 hasta hoy.

a. **Montaje de horno eléctrico de arco de 30 toneladas:** este horno permitió dar inicio a la producción de su propia materia prima.

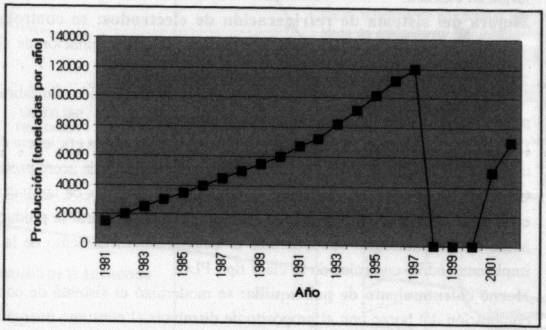
b. **Montaje del sistema de colada continua dos líneas:** la empresa compró un sistema de tecnología italiana. El montaje y las adaptaciones necesarias se hicieron con personal de la empresa.
c. **Montaje de planta siderúrgica con tres hornos eléctricos:** las labores de mantenimiento, reparación y montaje de los equipos comprados se realizaron con personal propio.
d. **Adopción del sistema de metalurgia en cuchara:** se logró con la transformación y adaptación de uno de los hornos eléctricos al sistema de afino en metalurgia en cuchara.
e. **Mejora del sistema de refrigeración de electrodos:** se controlaron y optimizaron los sistemas de caudales y presiones con combinación de sistema de aire comprimido.
f. **Fabricación cajas guías:** utilizadas para trenes de laminación. Su fabricación provee repuestos de difícil consecución y altos costos.
g. **Depurador de humos:** se modificó el sistema aumentando la eficiencia de captación de polvos, pasando de 5 a 10 kilogramos por tonelada de acero producido.
h. **Cajas de laminación en continuo:** se modernizó el sistema de laminación de estas cajas, trabajando y reformando al mismo tiempo sin parar la producción.
i. **Mesa de enfriamiento:** se modernizó el sistema de enfriamiento de la mesa, implementándole controles de la clase tipo PLC.
j. **Horno calentamiento de palanquilla:** se modernizó el sistema de control y combustión del horno con el propósito de disminuir el consumo energético, al pasar de 25 a 13 galones por tonelada.
k. **Colada continua:** se realizó el montaje y adaptación de la tercera línea de colada continua junto con las obras civiles y adaptaciones mecánicas necesarias.
l. **Modificación de la cuba del horno eléctrico:** se efectuó un trabajo de adaptación para aumentar el tamaño del horno con ingeniería y personal de la empresa.
m. **Fabricación repuestos:** permanentemente se realizan la producción y adaptación de repuestos de difícil consecución o de costos muy onerosos.
n. **Software:** se diseñaron dos *software*, uno para el manejo de indicadores de empresa y control estadístico de producción; y otro para el mantenimiento general de la empresa.

Impacto

A pesar de que la empresa tiene una historia de más de veinte años en la producción y comercialización de acero, con aumentos de producción significativos y desarrollos tecnológicos importantes, en razón a las crisis que ha tenido solamente se considera el impacto de la empresa en los últimos tres años.

La **Gráfica 2** muestra cómo a partir del año 2000, la producción ha ido creciendo significativamente, de forma que para el año 2001 la producción representó casi el doble de la correspondiente al año anterior. La producción para finales del año 2002 ha llegado a 70.000 toneladas por año. Es importante destacar que la empresa en los últimos años ha logrado sus niveles de producción con menor cantidad de personal y bajos costos administrativos, gracias al desarrollo tecnológico alcanzado.

Gráfica 2
Producción de la empresa Aceros Sogamoso

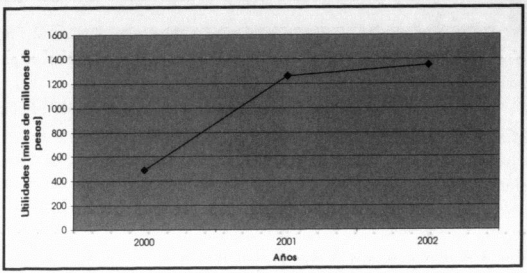


Fuente: Grupo de Investigación Innovación UPTC, con base en información de la empresa.

El anterior comportamiento permite que la empresa consiga un aumento representativo y continuo en las utilidades y las ventas, lo que le permitirá realizar futuras inversiones y desarrollos innovativos, como lo tienen planificado.

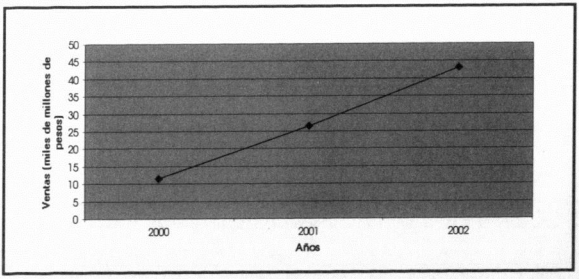
Es de resaltar que la empresa a pesar del receso presentado de 1998 al 2000 y de la problemática por la que atravesó, ha logrado retomar niveles de producción, ventas y utilidades de relativa importancia, que le avizoran buenos tiempos. Las fortalezas del conocimiento acumulado y las estrategias desarrolladas le han permitido alcanzar este comportamiento. Ver **Gráficas 3** y **4.**

Gráfica 3
Utilidades de la empresa Aceros Sogamoso
(2000-2002)



Fuente: Grupo de Investigación Innovación, UPTC, con base en información de la empresa

Gráfica 4
Ventas de la empresa Aceros Sogamoso
(2000-2002)



Fuente: Grupo de Investigación Innovación, UPTC, con base en información de la empresa

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La empresa Aceros Sogamoso Ltda. está considerada como esencial y de gran importancia para el desarrollo económico del departamento de Boyacá. A nivel nacional su producción representa un 10% del total.

El proceso establecido para la toma de decisiones está mediado principalmente por el ingenio y capacidad de gestión que permanentemente están buscando mejores tecnologías que le permitan a la empresa disminuir costos, generar ahorro de energía y menores tiempos de producción. Debe resaltarse que los ingenieros de la segunda generación (dentro del núcleo familiar) han sido involucrados en este proceso, quienes difunden a la organización los adelantos y nuevos manejos.

La evaluación de las capacidades tecnológicas (matriz de Likert), determina que la empresa tiene complejidad intermedia-media, dado que realiza reparaciones, mantenimiento y adaptaciones de equipos y maquinaria a partir de las adquisiciones tecnológicas que ha efectuado la empresa.

La empresa implementa para los empleados programas de capacitación y visitas técnicas a otras empresas, especialmente del exterior, con el propósito de desarrollar el capital humano y conocer las tecnologías de las grandes empresas del sector.

La alianza con universidades y empresas de la región le ha permitido desarrollar proyectos de investigación y realizar convenios para manejos de precios y costos.

El desarrollo de la política de "justo a tiempo" ha generado una dinámica de mejoramiento, tanto en la producción como en las actividades de comercialización, manejo de clientes y proveedores.

De acuerdo al análisis de la cultura organizacional, la empresa Aceros Sogamoso es dinámica, sabe manejar los cambios con otro tipo de organizaciones, tiene definida su visión con una mentalidad vanguardista. Igualmente, tiene alto grado de interacción humana, tiene ideas y principios que valoran, cuidan y son tomadas como orgullo.

Los aumentos de producción, disminución de tiempos en el proceso productivo, el ahorro en el consumo de energía, y los niveles de utilidades, permiten concluir que la empresa ha tenido en los tres últimos años un impacto importante en la producción de acero.

Recomendaciones

Para consolidar el nivel de complejidad intermedia, se deben realizar procesos sistemáticos de mejoramiento e innovación y desarrollos propios que permitan la transferencia tecnológica.

Igualmente, impulsar la transferencia tecnológica a través de asistencia técnica, servicios tecnológicos, cesión de derechos, desarrollo del *know how*, mediante convenios internacionales de cooperación que le permitan a la empresa desarrollar nuevos productos.

Promover redes de desarrollo tecnológico para establecer el eslabonamiento tecnológico y el desarrollo de la innovación.

Mejorar e impulsar los procesos de salvaguardia tecnológica, especialmente los referidos a los signos distintivos, patentes y secretos industriales.

Glosario

Acero: Aleación de hierro, maleable en algún intervalo de la temperatura a que fue inicialmente fundida, contiene manganeso, generalmente carbono y a menudo otros elementos aleantes.
Alambrón: Alambre grueso con diámetro mayor a cinco milímetros.
Aleación: Material metálico compuesto por dos o más elementos donde el principal es uno de los metales componentes.
Chatarra: Residuo metálico reciclable, materia prima para la producción de acero.
Co-Jet: Sistema robotizado de inyección de oxígeno y carbón pulverizado en los hornos eléctricos de arco para la producción de energía química.
Colada: Operación de verter metales fundidos en moldes.
Desbaste: Producto obtenido de una primera laminación o forja de un lingote, puede ser de sección cuadrada o rectangular, su espesor está comprendido entre 130 y 340 mm y su ancho entre 130 y 500 mm.
Ferroaleaciones: Aleación donde el elemento principal es el hierro, usadas para ajustar la composición química de los aceros.
Figuración: Proceso y operaciones donde se da determinada forma a los subproductos de la laminación.
Horno eléctrico de arco: Es un reactor eléctrico donde se funde la chatarra, mediante un arco formado entre electrodos de grafito y la chatarra, para luego convertirse en acero.
Laminación: Disminución de espesores de los productos de la fundición por medio de rodillos en rotación.
Palanquilla: Barra de sección aproximadamente cuadrada y aristas redondeadas cuyos lados están comprendidos entre 40 y 125 mm.
Perfiles: Producto de la laminación cuya sección puede tener forma de T y U.
Siderúrgica integrada: Fabrica acero laminado a partir de minerales de hierro, para su utilización directa o para transformaciones posteriores. Ejemplo, Acerías Paz del Rio.
Siderúrgica semi-integrada: Fabrica acero a partir de un subproducto como chatarra. Ejemplo, Aceros Sogamoso, Laminados Andinos.
Tap to tap: Tiempos entre colada y colada.
Termotratado: Tratamiento térmico que consiste en enfriar el acero laminado mediante duchas de agua a una presión determinada, para lograr propiedades físicas y mecánicas características del acero sismorresistente.

Tundish: Artesa, distribuidor o recipiente intermedio que recibe el chorro de acero de la cuchara, lo acumula durante un tiempo y lo distribuye entre las distintas líneas, regulando su caudal.

Bibliografía

FORERO GONZÁLEZ, Raúl (2002), "Mejoras tecnológicas en la acería de arco eléctrico", Grupo Diaco, en Primer Congreso Latinoamericano del Acero Producción y Aplicaciones, Paipa, noviembre 14-15.

MALAVER, F. (2002), "Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas y editoriales", en revista *Innovar*, No. 20, julio–diciembre, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela (2003), "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

RAMÍREZ ACEVEDO, Óscar (2002), "Salvar la industria nacional del acero", en Primer Congreso Latinoamericano del Acero, Paipa, noviembre 14-15

SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (2000), *Plan estratégico del programa nacional de desarrollo tecnológico, industrial y calidad, 2000-2010*, Bogotá, D. C., diciembre, p. 135.

SOLÍS CIMA, Jesús Manuel (1992), *El proceso siderúrgico*, Grupo ENSIDESA, Avilés, pp. 94-128.

UNIÓN DE EMPRESAS SIDERÚRGICAS —UNESID— (1987), *La siderúrgica española: el proceso siderúrgico*, Madrid, ICES, tercera edición, pp. 107- 124.

VARGAS, Marisela y MALAVER, Florentino (2003), "Dinámica económica y tecnológica de la cadena metalúrgica – metalmecánica en los años 90", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

IMER S.A.

Rafael Guillermo Ricardo Bray

César Augusto Bernal Torres

Presentación

IMER S.A. se dedica a la fabricación de productos metalmecánicos con diversas aplicaciones. Se destacan especialmente sus productos para las industrias de telecomunicaciones y electrónica. La planta de producción está ubicada en la Transversal 39 No. 20-09 en Bogotá, D.C.

La empresa y su evolución

La visión y la misión

El señor Ramírez, fundador de la empresa, después de contraer matrimonio viajó a Estados Unidos y estableció su residencia en la ciudad de Miami. En esa época, el fundador poseía unas cuantas máquinas que utilizaba en la fabricación en metal de avisos publicitarios y letreros para almacenes. En los primeros años de la familia dicho negocio era su actividad productiva y la fuente de sustento.

A raíz del nacimiento de su primera hija y de algunos problemas la familia regresó a Colombia. Al volver a su patria, el señor Ramírez trajo consigo su maquinaria usada, vieja y rudimentaria. Ante la necesidad de encontrar alguna forma de producción y sustento, buscó algo qué hacer con esa maquinaria. Lo primero que fabricó fueron tacones puntilla para zapatos y de otros tipos que tuvieran algún elemento metálico.

Según el testimonio de sus hijos, la responsabilidad, la dedicación y el compromiso eran los principios orientadores de la vida y el trabajo del fundador. El señor Ramírez

era una persona de "pensamiento sistemático". Todo tenía que ser perfecto y para él no tenía cabida la mediocridad. En particular, lo que los japoneses fabricaban, para él era un reto hacerlo mejor.

La intención inicial del fundador era tener una empresa pequeña sin muchos trabajadores. Le gustaba además enseñar y dar trabajo a las personas. Acostumbraba también contratar empleados que pertenecieran a una misma familia. Cuando los hijos asumieron el control de la empresa hubo dificultades para manejar el personal, ya que varios de ellos tenían lazos familiares. En efecto, el señor Ramírez nunca tuvo un plan para el relevo generacional en la dirección de la empresa. Al morir el fundador hubo dificultades entre los herederos para manejar las relaciones de poder e influencia.

La empresa ha formulado su misión como sigue:

Trabajar para ofrecer al mercado productos metalmecánicos de precisión y un permanente desarrollo empresarial.

De otra parte, ha formulado su visión en los siguientes términos:

Ser una organización de mejoramiento continuo en procesos, recursos humanos y satisfacción al cliente.

Las principales etapas del desarrollo de la empresa

La etapa empresarial

En 1957 se estaba iniciando la televisión pública en el país. El fundador tuvo contactos con empresas como National y Panasonic, que se disponían a emprender el ensamble de televisores. El señor Ramírez logró entonces un contrato para producir un chasís para un modelo de televisor. De esta manera se inició en la industria de partes metálicas para productos electrónicos y cerró la fabricación de tacones. Posteriormente le solicitaron que fabricara perillas en metal para radiolas. El señor Ramírez aceptó y para cumplir con este nuevo compromiso importó maquinaria española. En esta etapa de la empresa, el fundador desempeñaba todas las funciones críticas: compra de materiales, dirección de la producción, ventas, etc.

Industrias IMER fue constituida legalmente en 1969 con el objeto de fabricar partes metalmecánicas para la industria electrónica. El 5 de junio de ese año se fundó oficialmente la empresa para poder firmar los contratos que la ensambladora japonesa Panasonic exigía. En consecuencia, el señor Ramírez formó una sociedad con su esposa y de esta manera elaboraron y firmaron su primera escritura pública. En la operación del negocio, la señora le apoyaba en los asuntos administrativos y él se dedicaba a la gestión de la producción. Al respecto, debían entregar muestras de las piezas a la empresa Panasonic para ser enviadas a la oficina central en Japón para su aprobación, previa la aplicación de algunas correcciones. Entre el año 1969 y el año 1978 se produjeron partes metálicas para 9 de 11 ensambladores de radio y televisión que operaban en Colombia.

Con ocasión del cambio de la televisión en blanco y negro a la televisión en color (1981-1982), la empresa se dedicó a producir cajas para alarmas y para otros usos. La empresa también incursionó en la producción de tableros, celdas y cofres. Sin embargo, de las empresas Panasonic, Colel y Toshiba le siguieron solicitando la fabricación de algunas piezas que cada vez eran menos, más pequeñas y de mayor precisión. A todos estos clientes se les fabricaban sus piezas a partir de sus respectivas especificaciones.

De acuerdo con los actuales ejecutivos, no se presentó una crisis como tal, ya que con la misma maquinaria la empresa se dedicó a fabricar cajas para alarmas y de otros tipos: para estabilizadores, reguladores, etc. En consecuencia, el cambio tecnológico que experimentó la televisión en Colombia, antes que acabar con el negocio, impulsó más bien al fundador a diversificar las líneas de productos. Aunque se poseían las máquinas y el conocimiento, no se había tomado esta decisión porque se consideraba que no había demanda suficiente.

En 1984, Texas Instruments inició el ensamblaje de computadores. Sus representantes evaluaron a IMER S.A. para comprobar su capacidad. Por primera vez el fundador firmó una póliza de cumplimiento. Sin embargo, la multinacional suspendió su operación de ensamblaje. La empresa alcanzó a producir unas 700 cajas para computadores.

En 1985 se empezó a trabajar en la línea de oficina abierta, fabricando zócalos, conectores y enganches. En 1987 se comenzaron a producir los primeros gabinetes de 19 pulgadas. Por esa época, la esposa del fundador cayó enferma y tuvo que retirarse del negocio, luego falleció. Al mismo tiempo, el hijo Bernardo empezó a participar más en la empresa. Igualmente, surgieron más clientes y nuevas líneas, como la de oficina abierta. Padre, hijo e hija estaban al frente de la empresa. A los 4 años el padre enfermó y falleció en el año 1988.

La etapa funcional

En esta etapa, el ingeniero Luis Alfredo Venegas se vinculó a la empresa y se encargó de la dirección de la producción. Los actuales ejecutivos interpretan esta coyuntura como la del verdadero despegue de la empresa. Según sus hijos, el fundador no contrataba más personas ni compraba más máquinas para responder a los pedidos de los clientes. Se necesitaba que alguien se encargara de la producción porque el hijo, Bernardo, no podía dirigir él solo todas las operaciones de la empresa. Antes se había ensayado con algunos de los trabajadores para que se ocuparan de la dirección de la producción, pero no resultó, porque ellos no fueron capaces de ser líderes de sus compañeros de trabajo. Afortunadamente, Luis Alfredo poseía conocimientos complementarios con los del hijo del fundador y pudieron entenderse. En resumen, el ingeniero Venegas se encargó de la planta de producción, el hijo Bernardo del área comercial y la hija Sonia del área operativa o administrativa.

El nuevo gerente de producción decidió despedir a buena parte del personal que tenía relaciones familiares cercanas. La razón fundamental fue la necesidad de restable-

cer la autoridad y el orden en la planta, que habían entrado en crisis al morir el fundador. Para lograr este propósito hubo que contratar abogados. En algunos casos se pagó la indemnización con máquinas. Algunos de los despedidos las utilizaron para montar sus propios negocios y se volvieron competencia de la empresa. También se presentaron algunos incidentes de sabotaje de máquinas y enfrentamientos verbales entre el nuevo jefe de producción y algunos trabajadores antiguos. Al incorporarse nuevo personal, la situación empezó a estar bajo control y la planta a funcionar de acuerdo con los principios del nuevo jefe.

La etapa de la diversificación de las líneas de productos

Al entrar en crisis el ensamblaje de televisores se presentó la oportunidad de incursionar en la elaboración de otros productos, como *racks* de comunicaciones y elementos de oficina abierta. La empresa empezó a demostrar su capacidad para enfrentar este nuevo reto. En particular, la planta comenzó a trabajar soldadura y pulido de gran tamaño. Hubo que ensanchar la parte posterior de la bodega para acomodar los equipos que se requerían en esta nueva etapa.

En el año 1990 se celebró un contrato con la empresa Sony-Colel para fabricar chasises para cuatro modelos de equipos de sonido que ellos producían para Venezuela, Perú, Ecuador y Panamá. Este contrato se cumplió bajo supervisión, tanto del proceso como de la calidad, de técnicos japoneses de la casa matriz. Es de anotar que ellos enseñaron cosas tan importantes como, por ejemplo, el costeo de productos.

En 1991se estableció la división comercial y se dividió en dos secciones, la línea de gabinetes de 19" y complementos, y la línea de oficina abierta. En ese momento el jefe de producción presentó su renuncia. Sin embargo los socios le plantearon que se quedara y asociara con ellos. El señor Venegas aceptó la propuesta y aportó una suma que la empresa le debía por unas comisiones de la venta de equipos de oficina abierta.

En 1992 se ampliaron las instalaciones de la compañía para atender la demanda de los fabricantes de oficina abierta y la de los de gabinetes de telecomunicaciones. Se efectuó también la implementación de la línea de pintura electrostática en polvo, para dar un excelente acabado a los productos fabricados.

En el año 1993 la empresa firmó un contrato con la empresa Grupo Spar Communications para fabricar los primeros 198 gabinetes empleados en el montaje del proyecto de telefonía celular de Celumóvil y Comcel. Todo el trabajo se hizo bajo especificaciones y la supervisión de dicha empresa canadiense, cumpliendo con las normas internacionales. Hasta el día de hoy se han vendido a Celumóvil y Comcel alrededor de 2.300 gabinetes. Expertos de Canadá asesoraron a la empresa sobre aspectos técnicos de su fabricación.

Posteriormente, de Estados Unidos vinieron a realizar varios estudios para ver qué empresa podía fabricar los gabinetes para los equipos de comunicación satelital de Avianca con Europa. IMER fue recomendada por Celumóvil, compañía de comunicaciones a la que le fabricaba gabinetes. Fue posible llegar a un acuerdo sobre la ficha técnica de los

gabinetes y se realizó el contrato de producción. Es de anotar que el técnico norteamericano ayudó a la empresa en el refinamiento de los gabinetes.

La etapa de la renovación de la tecnología

Alrededor de 1994 la empresa inició la etapa de adquisición de tecnología de punta. En esa época llegaron al país unas punzonadoras de CNC (control numérico computarizado). El jefe de producción, y ahora socio, impulsó la compra de una, aunque implicaba una deuda de 200 millones de pesos. Existía además el agravante de que nadie en la empresa conocía esa nueva tecnología. Sin embargo, los socios decidieron comprarla y afrontar el riesgo y la oportunidad que se les presentaba. En efecto, esta máquina duplicó la capacidad de punzonado, así como la calidad del trabajo. Antes de la compra de la nueva punzonadora se producía una caja para regulador para la firma Spectronic en 32 minutos. Luego de la adquisición de la nueva tecnología se fabricaba en 23 segundos. La empresa comenzó a producir series de 100, 200 y 300 unidades. La productividad y la facturación se dispararon tanto para las cajas como para los equipos de oficina abierta.

IMER fue la segunda empresa a nivel nacional que dispuso de este tipo de máquina. Esta máquina se maneja por medio de un *software* que automatiza la ejecución de las tareas. En ese momento la empresa tenía unos contratos grandes para la fabricación de cajas de reguladores, especialmente para empresas como Spectronic, y producía un promedio de 200 mensuales. Con la nueva máquina se lograron fabricar las mismas 200 en 72 horas. De otra parte, se redujeron los errores humanos a cero, porque todo se maneja desde un computador. El software facilitó además los cambios en las órdenes de producción que exigían los clientes a último momento.

En 1997 ocurrió la transformación de la sociedad Industrias IMER LTDA. en Industrias IMER S.A. Ese mismo año fue trasladada la planta de pintura a una bodega cercana, obteniendo así mayor espacio para la producción de la línea metalmecánica. Este cambio duplicó el rendimiento del área de pintura, la cual se complementó con un horno de alta tecnología con control automático del tiempo y la temperatura, y con varios equipos de pintura, los cuales controlan la intensidad de corriente, el amperaje y el voltaje y el caudal de flujo. Por la demanda del mercado, la empresa abrió las líneas de gabinetes en tres, gabinetes y *racks* de 19", canaleta y bandeja portacable. Se efectuaron igualmente negociaciones con empresas de fuera de Bogotá y contactos para exportar a Ecuador y Perú, no directamente sino a través de algunos clientes.

La etapa de la apertura internacional

En 1998 la empresa adquirió una plegadora o dobladora de CNC. A partir de esta adquisición se estableció un segundo turno de producción y empezaron las visitas a ferias a internacionales, entre ellas Infocomm International en Dallas, Texas, y NEO-CON en Chicago, especializadas en oficina abierta. La intención de estas visitas fue la identificación de nuevos

productos y el conocimiento de las nuevas tendencias de la industria para generar cambios. La información y el conocimiento obtenidos sirvieron para introducir mejoras en muchos modelos. Específicamente los cambios abarcaron la ampliación de la gama de colores, las texturas de los acabados y los tipos de correderas. Estos cambios no los exigía el mercado en ese momento pero podrían significar para la empresa ganancias para su imagen.

En 1999 la empresa logró tener más de 30 clientes en la línea de oficina abierta, y desarrolló la línea de archivo rodante y todo lo relacionado con accesorios de oficina abierta. Se adquirió una cizalla de CNC para corte de lámina que aumentó la producción. Igualmente, fue sacado al mercado el segundo modelo de los Gabinetes de 19". De igual manera, los ejecutivos visitaron la primera feria de NEO-CON SOUTH, especializada en diseño y productos de la línea de oficina abierta, realizada en Miami exclusivamente para países de Centro y Suramérica.

En el año 2000 la empresa obtuvo a través de un distribuidor un contrato de suministro de archivadores, estantería y casilleros para el Ministerio de Educación. La empresa reforzó también sus recursos tecnológicos al adquirir una segunda plegadora de CNC. Adicionalmente, los ejecutivos hicieron la segunda visita a la feria de NEO-CON SOUTH, realizada en Miami, donde uno de los clientes expuso productos fabricados por IMER S.A. Este año la empresa comenzó a trabajar en la implementación del sistema ISO.

En el año 2001 la planta fue ampliada de 1600 m^2 a 2100 m^2, y la empresa aumentó las áreas de pintura, ensamble y almacenamiento. También creció la nomina a más de 100 empleados y adquirió la segunda máquina punzonadora de CNC, una cortadora de CNC y un equipo de pintura de CNC. Actualmente, IMER S.A tiene toda el área de metalmecánica y sus procesos de corte, punzonado, doblado, soldadura y pintura, bajo control numérico computarizado. Ese mismo año fue fortalecida la división comercial mediante el nombramiento de un director comercial y un ejecutivo de ventas por cada sector de productos. De igual manera, se reforzó la división operativa por medio de la definición de funciones específicas. Adicionalmente, la empresa trabajó intensamente para obtener la certificación por la norma ISO 9001.

Las líneas de productos

Las líneas de productos de la empresa son las siguientes:

- Comunicación y cableado: *racks*, gabinetes, canaletas, ductos, bandeja portacable, bandeja de fibra óptica, organizadores de cable, accesorios.
- Seguridad: gabinetes para monitoreo y gabinetes para centrales de alarma.
- Centrales de cómputo: módulos lan.
- Oficina abierta: cajoneras, archivadores de columna, archivadores horizontales, módulos, mástiles, costados, pedestales, gabinetes, repisas, herrajes, y soportes *free standing*.

- Accesorios de oficina abierta: basureras, cajón lápiz, papeleras, percheros, porta teclados, portacpu y sillas.
- Archivos rodantes: manuales y mecánicos.
- Productos especiales para laboratorios: *lockers*, estantería, clósets metálicos y tabiques divisorios
- Electricidad y electrónica: cofres, armarios, tableros, celdas, cabinas para plantas, accesorios, cajas para reguladores, cajas para inversores, gabinetes para u ps, cajas para sistemas de alarmas, cajas para sistemas de teléfonos y cajas para amplificadores.
- Servicios: corte, doblado, punzonado, soldadura y pintura.
- Partes metálicas para exhibidores y estanterías.

Posicionamiento y participación de mercado

Las 38 empresas constituidas de oficina abierta se pueden dividir en tres niveles. La empresa produce para el 100% del nivel alto, constituido por cinco empresas de multiproyectos de marca reconocida. Para los niveles 2 y 3, de gama media y pequeña, la empresa tiene una participación del 65 %. A los clientes los atrae la tecnología, el servicio y la calidad.

Las líneas más fuertes son las de telecomunicación y computo, y de oficina abierta. Dos líneas que en nada se parecen la una a la otra [pero que cuando cae la demanda de la una sube la demanda de la otra]. Esta dinámica ha ayudado a mantener la regularidad en la producción y en las ventas. En las dos líneas la empresa ha sido líder. Hoy en día en oficina abierta IMER S. A. le produce a nueve de las principales empresas a nivel nacional. Estas compiten entre sí en el mercado, especialmente en las licitaciones, y la empresa les fabrica a pedido a todas.

La empresa tiene productos de línea propios y productos exclusivos de los clientes. Las diferencias entre ellos se dan en aspectos mínimos que destacan a cada cliente en particular. El100% de la producción se hace bajo pedido y se fijan unos topes mínimos y unos topes máximos para los lotes de producción. Los remanentes que quedan se utilizan para completar futuros pedidos de otros clientes.

Las empresas que constituyen la competencia más importante para IMER S.A. se pueden observar en el **Cuadro 1.**

En IMER S. A. el área de desarrollo está a cargo de la división comercial, que contacta a los clientes y recoge sus demandas para el diseño, el rediseño y la fabricación de sus productos. En aras de proyectarse con más fuerza al extranjero, en cinco años, se planea trabajar en el desarrollo de productos con especificaciones propias para los mercados de otros países. Para tal fin la empresa quiere prepararse previamente para ser competitiva y reducir el riesgo de fracaso.

Cuadro 1
Empresas competidoras de IMER S.A.

Empresa	Líneas	Participación de mercado
OYG	Muebles de oficina	10%
SERVIMECOL	Muebles de oficina-servicios de troquelado	10%
IGM	Gabinetes-canaletas-bandejas portacables	10%
CN CORTAR	Servicios de punzonado, troquelado y doblado	10%
DISARCHIVOS	Archivos rodantes y muebles de oficina	10%

Fuente: IMER S.A.

En el **Cuadro 2** se presenta la lista de los principales clientes de IMER S. A.

Cuadro 2
Principales clientes de IMER S.A.

Empresa	Líneas	Participación en ventas
NCR	Gabinetes y centros de cómputo	10%
RAFE	Muebles de oficina	30%
FAMOC	Muebles de oficina	20%
MULTIPROYECTOS	Muebles de oficina	10%
LISTER PETER	Cajas para reguladores y estabilizadores	5%
URIBE Y GARCÍA	Cajas para reguladores-gabinetes	5%
OTROS		20%

Fuente: IMER S.A.

Actualmente la empresa está dando un giro hacia la línea de tubería, ya que las empresas multinacionales están invirtiendo en productos promocionales en que se usa este elemento. En segundo lugar, se ha orientado hacia la prestación de servicios a empresas grandes que están reduciendo sus nóminas y subcontratando trabajos. De igual manera, IMER S. A. troquela y punzona los paraderos de acero inoxidable que se están colocando en Bogotá, para una empresa que se ganó una licitación de 200 paraderos. Por primera vez la empresa trabaja en acero inoxidable. Las capacidades tecnológicas adquiridas han ayudado mucho a responder a este nuevo reto. Al respecto, hay una estrategia en marcha para lograr contratos con otras empresas que han ganado licitaciones para colocación de paraderos, para un total de 4.700 en toda la ciudad. Es posible que este producto colombiano sea exportado a países como Panamá, Ecuador y Venezuela. [Y se abran de esta manera nuevos negocios para la

empresa]. La política de no producir para consumidores finales se mantiene igualmente para el caso de las exportaciones.

En general, las estrategias de mercadeo apuntan primordialmente a sostener una relación favorable entre precio por unidad y volumen de venta, y entre beneficio y costo para el cliente. Adicionalmente, se recalcan la actualización permanente de los diseños y el servicio y respaldo integrales.

El **Cuadro 3** resume el comportamiento de las ventas de acuerdo con las líneas de producto más fuertes de la empresa.

Cuadro 3
Comportamiento de las ventas por línea de producto

Línea	Ventas 1996	Ventas 1997	Ventas 1998	Ventas 1999
Gabinetes	42%	32%	26%	17%
Oficina Abierta	25%	27%	38%	52%
Canaletas	16%	23%	17%	16%
Cajas	17%	12%	10%	9%
Eléctrica	0%	5%	6%	3%
Bandeja Portac.	0%	1%	3%	3%
Total	100%	100%	100%	100%

Fuente: IMER S.A.

Hasta el año de 1999 se notó un descenso progresivo en las ventas de la línea de gabinetes y un aumento progresivo en las ventas de la línea de oficina abierta. Actualmente, a partir del diseño y comercialización de un gabinete innovador, se espera aumentar las ventas de la línea de gabinetes y equilibrar de esta manera su comportamiento frente a la línea de oficina abierta. Cómo se verá más adelante al describir el impacto de dicho gabinete como innovación de producto, su introducción empezó a mover en sentido positivo las ventas de la línea de gabinetes.

La empresa tuvo un volumen de ventas de $3.813 millones en el año 2002, de los cuales $2.460 millones correspondieron a las líneas de catálogo y $1.353 millones a servicios y a productos especiales. Estas cifras corresponden a un 30% de participación en el mercado.

IMER S. A. y la apertura económica

La apertura económica generó un proceso de análisis interno en IMER S.A. Dicho proceso estimuló su conversión en una empresa flexible y adaptable que pudiera cambiar de una línea de producción a otra y no depender de una sola. Lo anterior se complementó con políticas de apertura de mercados, de adquisición de tecnología, y de producción para empresas diseñadoras e instaladoras y no para consumidores finales. Esta última política evitó volverse competencia para los propios clientes.

Según la opinión de sus ejecutivos, la apertura económica fue beneficiosa ya que en el año 1999 la empresa creció el 99%, en el 2000 el 42%, y en el 2001 el 62%. En efecto, cuando se dieron los apagones eléctricos en 1991, la empresa fabricó los soportes y cabinas para las plantas eléctricas portátiles. Igualmente, al ser más baratas las oficinas abiertas fabricadas por IMER que las importadas, se aumentó su producción. Los ejecutivos explican este fenómeno por la tecnología, la calidad y el servicio, mientras otras empresas tuvieron que cerrar por carecer de ellos.

IMER S. A. y la cadena metalúrgica-metalmecánica

De acuerdo con el documento "Caracterización de la cadena metalúrgica-metalmecánica", que acompaña a estos estudios de caso, IMER S. A. se ubica en la segunda subcadena, conformada por las ramas de actividades que dan lugar a la fabricación de bienes de capital, y específicamente a la producción de equipo no eléctrico.

Es de destacar que, como plantea dicha caracterización, el comportamiento de toda la cadena ha estado determinado en mayor medida por el desempeño de la metalmecánica que de la metalúrgica, dado su mayor peso relativo en todas las variables de la cadena. En efecto, la caracterización reconoce que en el periodo 1996-1999, en medio de la recesión, aumentaron las exportaciones de la cadena, lo cual pareció una salida para contrarrestar la disminución de la demanda interna. Al finalizar el periodo la cadena se encontraba más abierta al comercio internacional. Las anteriores afirmaciones coinciden con las acciones hacia la apertura internacional emprendidas por IMER S. A. en ese periodo, como estrategia para el mejoramiento de tecnologías y productos, y de ampliación de mercados. En consonancia con la caracterización aludida, IMER S. A. se ha proyectado especialmente a la Comunidad Andina de Naciones-CAN. Aunque se reconoce el proceso de aprendizaje exportador y la acumulación de capacidades competitivas, se llama la atención sobre el peligro derivado de una gran dependencia de mercados inestables. No obstante, sin detrimento de lo afirmado, de manera similar al conjunto de la cadena, el aumento de las ventas de IMER S. A. fue impulsado fundamentalmente por la demanda interna antes que por las exportaciones, a pesar de la apertura y de la recesión.

Frente a la apertura y el nuevo entorno competitivo, al igual que muchos de sus pares en la cadena, la empresa optó por la modernización de su parque tecnológico. De

igual forma que para el conjunto de la cadena, esta modernización fue acompañada de una racionalización en los procesos de trabajo, derivada especialmente de la adopción de las normas ISO.

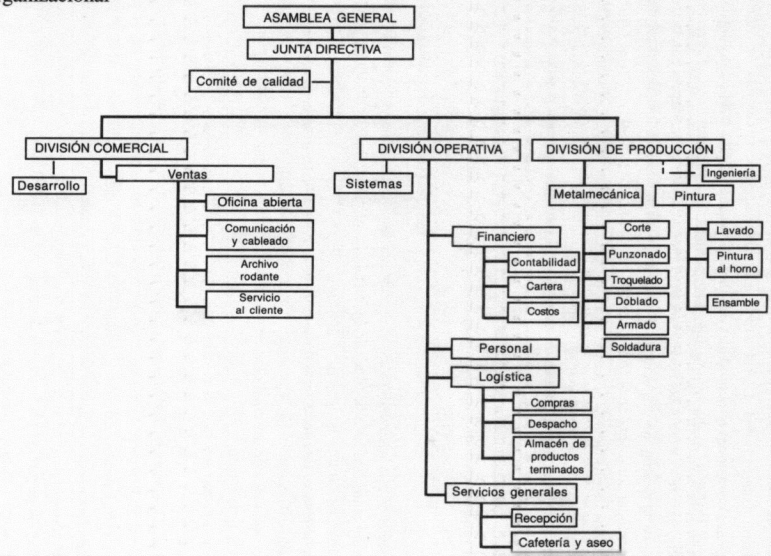
En términos de su comportamiento tecnológico, la caracterización confirma la búsqueda por parte de IMER S. A., de un desempeño tecnológico superior al promedio de la industria manufacturera. La subcadena a la cual pertenece la empresa se caracterizó tanto por sus inversiones en actividades de innovación como por los resultados innovadores. En efecto, IMER S. A., ha emprendido adaptaciones, modificaciones y rediseños de sus productos para responder a las necesidades del mercado. En coincidencia con la caracterización de la cadena, los resultados de innovación en la empresa han sido determinados en primer lugar por inversiones en adquisición de maquinaria y equipo, y en segundo lugar por diseños de producto y proceso. Estos factores también pueden ayudar a explicar el comportamiento de la empresa como innovadora en un sentido amplio que obtiene innovaciones incrementales. Igualmente, parece que existe una relación directa entre el aumento de las capacidades innovadoras de IMER S. A. y su competitividad en los mercados externos en que ha incursionado. De la misma manera que para la cadena, hay una relación entre la dinámica tecnológica de la empresa y su desempeño productivo.

La estructura organizacional

La empresa es una sociedad anónima de carácter familiar, aunque ya superó la etapa de separación entre familia e institución. Su estructura es plana y no tiene un gerente general. Existen en cambio las gerencias comercial, de producción y operativa que reportan a la junta de socios. Las decisiones propias de un gerente general las toma la junta de socios por medio del consenso. Cada gerente a su vez reporta mensualmente a la junta. Los gerentes recogen opiniones de sus colaboradores para sustentar sus propuestas a presentar a la junta directiva. Igualmente, solicitan resultados a sus colaboradores y hacen seguimiento a los procesos. En este sentido, hay tolerancia al error dentro de márgenes razonables. En la estructura de la empresa se destaca la ubicación del departamento de desarrollo en el área comercial. De esta manera se busca facilitar el contacto directo con los clientes para captar la retroinformación para ser utilizada en el diseño y rediseño de productos. Ver **Gráfico 1.**

La estructura organizacional de IMER S.A posee una departamentalización por especialidades funcionales (organigrama por áreas funcionales), proceso de toma de decisiones centralizado, aunque consultivo, y un sistema de comunicaciones formalizado que facilita la coordinación de tareas. La búsqueda de la certificación ISO ha llevado, por su parte, a la formalización y estandarización de procesos e indicadores. Al combinar la diferenciación vertical (distribución de la autoridad) con la diferencia horizontal (distribución de tareas), se puede concluir que la estructura organizacional es medianamente compleja.

Gráfico 1
Estructura organizacional



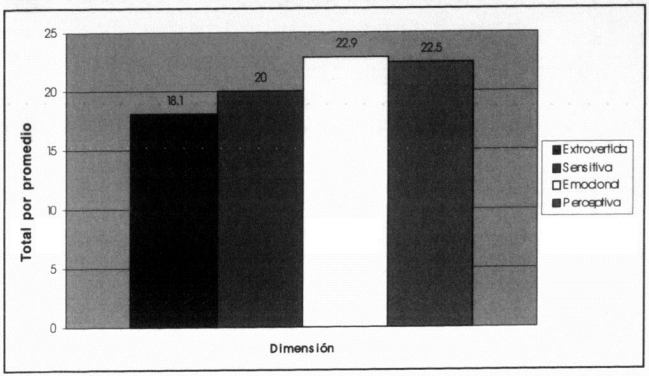
Fuente: Documentos de la empresa

La cultura organizacional

Se aplicó una encuesta al 80% del personal de la empresa, incluyendo directivos y operarios, para establecer el perfil de la cultura organizacional.

El **Gráfico 2** y el **Cuadro 4** representan la caracterización de la cultura de IMER S. A., de acuerdo con dicha encuesta:

Gráfico 2
Perfil cultural



Fuente: Encuesta sobre cultura organizacional

Cuadro 4
Categorías para la interpretación de la cultura

E: Extrovertida	Enfoque hacia fuera, responde a estímulos externos
S: Sensitiva	Se mantiene al tanto de las actualidades, está pendiente de los detalles
F: Emocional	Busca conclusiones en base a valores y creencias
P: Perceptiva	Prefiere mantener las opciones abiertas, desconfía en demasiadas definiciones

Fuente: Encuesta sobre cultura organizacional

IMER S. A, como una organización ESFP, busca darles a sus clientes lo que ellos esperan recibir. La empresa se manifiesta entonces como una organización con enfoque hacia afuera, orientada básicamente a responder a las necesidades de sus clientes, y a los retos y exi-

gencias externas del medio. De otro lado, la empresa le suministra a su propia gente experiencias satisfactorias y beneficios, para que sus colaboradores obtengan satisfacción tanto del trabajo en sí como de las recompensas formales que da la empresa. IMER S.A. es también una organización pragmática y poco preocupada por el precedente o los procedimientos formales. La organización tiene poca tolerancia por la ansiedad y el estrés y se controlan las tensiones interpersonales. De igual manera, la empresa es efectiva en sus relaciones públicas y en el mantenimiento de una buena imagen.

En cuanto a la innovación, se pueden agregar los siguientes elementos a la caracterización de la cultura de IMER S. A. Ver **Cuadro 5.**

Cuadro 5
Elementos de la cultura que inciden en la innovación

	Grado de presencia en la empresa			
Elementos de la cultura importantes a la hora de innovar	Alta	Media	Baja	Ninguna
Compromiso personal hacia la práctica sistemática de la innovación	X			
Sentido de identidad de los empleados con la empresa y su misión	X			
Manejo de elementos subjetivos (conocimiento tácito de los empleados, sugerencias, intuiciones, corazonadas)		X		
Creatividad	X			
Diligencia	X			
Persistencia	X			

Fuente: Entrevista a directivos

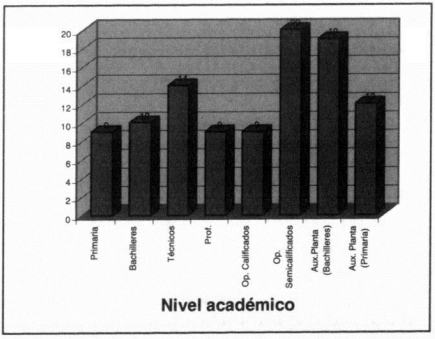
El compromiso personal hacia la práctica sistemática de la innovación se deriva, en buena parte, del legado de recursividad e inventiva y de perfectibilidad de productos y procesos que el fundador de la empresa dejó, tanto a directivos como a trabajadores de base.

A partir de las entrevistas a los directivos puede agregarse que, en términos actitudinales, los operarios ven con agrado la adquisición de nueva tecnología porque va a facilitar el trabajo y generar oportunidades de mejoramiento. De acuerdo con los actuales directivos, se compra nueva tecnología para contratar más gente. Aunque se busca la fabricación con mínima mano de obra, no existe una política expresa de reducción de personal. Hay más bien una política de reentrenamiento de personal para funciones diversas. Los operarios quieren aprender a manejar nuevas máquinas, no sólo para conservar el empleo, sino para desarrollar nuevas habilidades. En la práctica, se capacitan 10 operarios en el manejo de una nueva máquina y se escogen 2 para que la operen. Se tienen en cuenta los operarios antiguos y nuevos para la capacitación. A los antiguos se les reconocen especialmente las destrezas ya desarrolladas.

En opinión del gerente de producción, el operario típico de IMER S. A. posee tres características: conocimiento global de todas las operaciones, manejo de la máquina bajo su responsabilidad, y experiencia adquirida previa y posteriormente a su incorporación a la empresa. El conocimiento global del proceso productivo le ayuda a participar en el rediseño y en el mejoramiento de la fabricación a través del aporte de ideas y sugerencias, ya que puede prever problemas que puedan presentarse en las operaciones posteriores a la suya.

Tal como se infiere del **Gráfico 3** y del **Cuadro 6**, un 33% de los empleados poseen un grado de calificación de medio a alto, una experiencia promedio de 8 años en la empresa y una edad promedio de 31 años. Estos factores pueden ayudar a la consolidación de una cultura favorable a la innovación si los directivos continúan ofreciendo los incentivos apropiados, tal como se describe a continuación.

Gráfico 3
Personal por nivel académico



Fuente: Documentos de la empresa

Cuadro 6
Calificación y experiencia del personal

Calificación	Número	Experiencia	Actualización de estudios	Edad
Operarios	55	5	1 vez al año	23
Técnicos	10	10	1 vez al año	28
Profesionales	10	10	1 vez al año	30
Posgraduados	4	5	1 vez al año	35
Total de personal	79			

Fuente: Documentos de la empresa

Los ejecutivos de la empresa admiten que nadie posee la sabiduría absoluta sobre un producto y reconocen la de los operarios que tienen que fabricarlo y ensamblarlo. En consecuencia, el gerente de producción y los diseñadores recogen sus opiniones y las tienen en cuenta para el diseño y el rediseño. La empresa no solamente realiza esta recolección para satisfacer expectativas de los clientes, sino para facilitar la fabricación de las partes y el ensamblaje final. Se espera que de esta manera, fabricar y ensamblar sean actividades más cómodas, eficientes y placenteras para los operarios.

Los operarios de la planta no son responsables del diseño de los productos, pero contribuyen a refinarlo cuando señalan problemas que se presentan en la elaboración de los prototipos. Cuando el producto está terminado, el gerente de producción los lleva a la planta de ensamble y se los muestra. Los operarios sienten satisfacción, comprenden que su trabajo es importante y que son también, en alguna medida, propietarios del producto terminado.

A los que colaboran en el rediseño se les invita a un almuerzo especial, el cual se paga con recursos de la empresa. Esta política de involucramiento y reconocimiento genera deseos de participación, ya que existe una actitud favorable a la comunicación de ideas y sugerencias por parte de los operarios al gerente de producción y a los diseñadores. Cuando no se gasta todo el presupuesto para estos almuerzos, al finalizar el semestre se brinda una lechona o una ternera a la llanera a todo el personal y a sus familias durante un fin de semana. Los niños tienen así la oportunidad de conocer la planta y saber qué hacen sus padres para llevar el sustento a sus casas.

Sin embargo, en algunas ocasiones han surgido propuestas originales de los operarios para rediseñar productos. En el caso de los archivadores, a un operario se le autorizó a trabajar un prototipo un fin de semana. El lunes se examinó y aprobó el prototipo, se hizo una producción de prueba y el rediseño se incorporó al catálogo. El nuevo diseño implicó una reducción significativa de piezas sobre el modelo anterior. Al operario se le dio una bonificación de $150.000.

De acuerdo con las anteriores prácticas, IMER S.A ha establecido una política formal de incentivación de la participación del personal en el mejoramiento del diseño de productos. La empresa reconoce los aportes individuales y los jefes no se apropian de los méritos de sus colaboradores. Cuando los trabajadores cumplen 10 años de servicio no se les suspende el contrato de trabajo sino que se les regala un viaje a Cartagena con la esposa con todos los gastos por cuenta de la empresa. No se retira a la gente cuando cumple 10 años sino que se le premia su lealtad y se le retiene por la experiencia y capacidades que posee.

Igualmente, es una práctica cultural de la empresa compartir con los trabajadores lo que los ejecutivos aprenden en las ferias de la industria. Se ha comprobado que esta práctica motiva la generación y la presentación de ideas para usos adicionales de las nuevas máquinas. El que aprende más y mejor se vuelve operario del nuevo equipo. Otra práctica cultural es la realización de asados y de misas para celebrar la adquisición de máquinas.

Comportamiento competitivo de la empresa

Orientación estratégica

Desde hace cuatro años la empresa se orienta por un plan estratégico a dos años que funciona como directriz general para su desarrollo. En efecto, se elabora un análisis DOFA y se diseñan programas de acción por áreas con indicadores que se comparan con los propios del sector industrial. Este plan estratégico es revisado cada 3 meses por la junta directiva y se complementa con un plan para la implementación del ISO 9000. El plan se confronta cada mes con informes mensuales de resultados y se elabora y analiza un informe trimestral de ejecución de lo planeado. De esta manera, se facilita tomar decisiones de control a tiempo que sustenten la implementación del plan estratégico. De otro lado, el plan estratégico contempla un objetivo específico de innovación y desarrollo de productos y tiene un rubro específico para ello.

Desde una primera perspectiva de análisis, la formulación estratégica de IMER S. A. se produce mediante procesos formalizados que generan objetivos y estrategias explícitas, y metas y recursos específicos. A partir de una segunda perspectiva de análisis, esta formulación estratégica puede verse como una combinación de una respuesta a los cambios en el entorno de la década de los noventa y de un resultado del propio impulso interno, derivado del desarrollo y explotación de sus recursos y capacidades. Adicionalmente, las estrategias formuladas obedecen más a la búsqueda de productos diferenciados de alto valor agregado que a la sola reducción de precios. Al analizarse más adelante una innovación de producto se verá que el énfasis en la diferenciación produjo una rebaja paralela en los costos y en el precio final al cliente.

Perfil de las capacidades competitivas de la empresa

La interacción sinérgica entre los recursos de la empresa ha generado, en primer lugar, en cuanto al desarrollo tecnológico, capacidades distintivas en diseño de productos y dominio de tecnologías de punta a nivel nacional. En segundo lugar, en referencia a la comercialización y el servicio, se han originado capacidades distintivas en la retroalimentación de los clientes sobre el desempeño de los productos y en la respuesta de la empresa a los cambios en sus expectativas. En tercer lugar, en cuanto a la administración de recursos humanos, se han consolidado capacidades distintivas especialmente en capacitación, desarrollo y compensaciones.

Al analizar la cadena de valor, las capacidades distintivas, o aquellas capacidades que permiten rendimientos superiores al promedio del sector, se reflejan en la diferenciación, la calidad y el precio competitivo de los productos de IMER S. A reconocidos por sus clientes. Estas capacidades distintivas son en verdad capacidades competitivas que distinguen a IMER S. A. en el conjunto de las empresas del sector.

Áreas funcionales importantes críticas y sus desempeños asociados

Producción, diseño, comercialización, servicio y recursos humanos han sido, y continúan siendo, las áreas funcionales críticas de la empresa. Esas áreas han sido los espacios organizacionales donde la agrupación e interacción de recursos valiosos ha generado las capacidades críticas que se han convertido en las capacidades competitivas de IMER S.A.

En producción es evidente la flexibilidad en los procesos productivos debido a una mejor utilización de las prestaciones de equipos y máquinas. En diseño aparece una mayor capacidad para entender las tendencias globales de la industria, para captar e incorporar las expectativas de los clientes en cuanto a estética, funcionalidad y precio, para aprovechar las posibilidades de las nuevas tecnologías en las características de los insumos, y para asimilar la retroinformación de las personas de producción, comercialización y servicio. En comercialización y servicio se han fortalecido las capacidades de conectarse a los clientes, identificar y procesar sus necesidades y expectativas, hacer seguimiento al desempeño de los productos, y transmitir a diseño y producción la información crítica obtenida. Por su parte, recursos humanos ha potencializado su capacidad para articular capacitación, desarrollo y compensación de las personas.

Recursos y capacidades críticas

Las capacidades distintivas de IMER S.A. se han configurado a partir de la agrupación de ciertos recursos tangibles e intangibles. Entre los recursos tangibles se destacan la creciente ampliación y modernización de la planta, la renovación de máquinas y equipos, el

aumento de la nómina de personal, la generación de recursos financieros propios, una formulación estratégica coherente, y una estructura o modo de organización y administración que soporta la implementación de esa estrategia. Entre los recursos intangibles se reconocen la imagen progresista de la empresa, la cultura de recursividad y mejoramiento inspirada por el fundador e impulsada por sus herederos, la acumulación de conocimientos prácticos por sus ejecutivos y empleados, el estilo gerencial centrado en las personas, las redes de trabajo que conectan a directivos y personal operativo, y las características de comportamiento orientadas hacia la comunicación y la participación.

Capacidades tecnológicas de la empresa

Análisis estratégico

El desarrollo de capacidades tecnológicas en IMER S. A. ha sido derivado de decisiones orientadas a mejorar los procesos productivos en búsqueda de la eficiencia y de ventajas competitivas en calidad, diseño y precio. Según los ejecutivos de la empresa, hay una relación directa entre esa diferencia competitiva y la política de renovación de tecnología. En su opinión, con la tecnología actual hay pocos límites para la imaginación en el diseño. Se señala que no sólo hay experiencia y conocimiento previo en las personas, sino un conocimiento a fondo de la tecnología disponible y de sus posibilidades. En efecto, la empresa busca articular lo que saben las personas con la obtención del máximo aprovechamiento de la tecnología.

IMER S.A. al adoptar inicialmente la tecnología CNC (Control Numérico Computarizado) no pudo detener su adquisición progresiva, ya que cualquier etapa del proceso que la incorporaba empezaba a demandar su utilización en las otras, puesto que se generaban "cuellos de botella". La generación de cuellos de botella en el proceso productivo ha incentivado las decisiones de adquisición. Las adquisiciones han sido multipropósito y han permitido ampliaciones en la capacidad de producción y en la generación de nuevas líneas de productos.

La empresa inició con la punzonadora la incorporación de la tecnología CNC. Al principio sólo se la usaba 70 horas al mes y el resto de tiempo permanecía desocupada. Hubo entonces que traer primero cortadoras y luego dobladoras, y posteriormente aumentar la capacidad de soldadura, pintura y ensamble. Este desarrollo se justificó porque a mayor volumen de producción se lograba un menor costo, se contaba con productos para entrega inmediata y se podían imponer precios, revisar y mejorar la calidad, y elaborar nuevos diseños. Con la tecnología que se posee actualmente se pueden elaborar formas curvas, mientras que con tecnologías más atrasadas sólo se podían trabajar en ángulos de 90 grados. Entre otros, la empresa adquirió un equipo para pintura en polvo desde hace 10 años, dobladoras de control numérico de 2 y 3 ejes y una punzonadora que perfora de 200

a 300 huecos por minuto, complementada con un paquete de *software* de diseño israelí. Programas de CAD (Computer Assisted Design) ayudan a visualizar los productos en sus verdaderas dimensiones. Posteriormente, un programa de CAM (Computer Assisted Manufacturing-*software* israelí) realiza la interfase entre las máquinas y el programa de CAD. En conclusión, la renovación en tecnologías no se ha concentrado en una sola etapa del proceso sino que las ha involucrado en su totalidad.

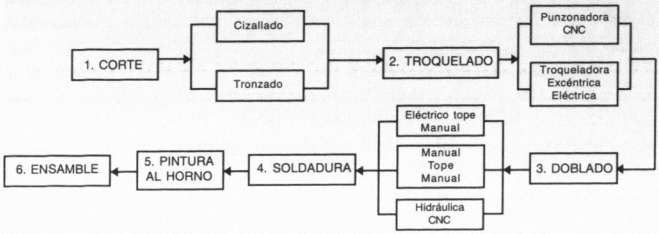
A partir de lo expuesto, puede afirmarse que la empresa domina en grado superior su tecnología básica o genérica y que adelanta con amplia ventaja a su competencia en la renovación de la misma. En especial, la adquisición de máquinas con CNC ha profundizado la distancia tecnológica entre IMER S. A. y sus más inmediatos competidores.

La empresa efectúa sólo adaptaciones mínimas a sus adquisiciones y no ha realizado desarrollos propios que se hayan traducido en una tecnología diferenciada o esencial. El papel estratégico de la evolución tecnológica se ha limitado en consecuencia a mantener la distancia con la competencia antes que a obtener tecnologías esenciales propias. En el contexto del análisis competitivo del negocio, aunque IMER S.A. no ha generado tecnologías esenciales propias, la empresa ha convertido su adelanto en tecnología básica en fuente de ventaja competitiva.

Para ilustrar el uso de la tecnología genérica se describe el proceso de producción (Ver **Gráfico 4):**

1. ***Corte.*** En esta etapa se fragmenta el material en las diferentes piezas que van a conformar el producto. Para el efecto se usan la cizalladora para la lámina plana y la trozadora para la tubería y los ángulos.
2. ***Troquelado.*** Aquí se le da forma a las diferentes piezas, especialmente para abrir huecos.
3. ***Doblado.*** En esta etapa se da volumen al material y se mejora su comportamiento estructural. Dependiendo de la complejidad del trabajo a realizar se utiliza uno de los tres tipos de máquinas que aparecen en el diagrama, siendo la dobladora hidráulica con CNC la más avanzada tecnológicamente.
4. ***Soldadura.*** El tipo de punto trabaja por medio de un arco eléctrico con electrodo de cobre que funde las piezas a soldar. El tipo *migmag* usa un material adicional que se funde y une las piezas. También se utiliza un gas a presión.
5. ***Pintura.*** Las piezas se lavan y preparan y luego se someten a la pintura al horno.
6. ***Ensamble.*** Una vez pulidas y desbastadas las piezas se ensamblan para obtener el producto final listo para el despacho.

Gráfico 4
El proceso de producción



Fuente: IMER S.A.

Análisis funcional

En cuanto a su actualización, la tecnología utilizada por IMER S.A. tiene un retraso relativo de 3 a 4 años frente a la tecnología de última generación de la industria global. Sin embargo, ante sus competidores nacionales la empresa está a la vanguardia tecnológica.

En lo relativo a la formalización del manejo tecnológico, el gerente de producción lidera el proceso de renovación tecnológica y la junta directiva actúa a manera de comité de tecnología. Por su parte, el área de desarrollo tiene la misión de innovar, diseñar y rediseñar productos frente a las exigencias del mercado.

En cuanto a la inversión tecnológica, las decisiones las toma la junta directiva por consenso. La razón fundamental que las motiva es mantener y acrecentar las ventajas competitivas adquiridas.

Con relación a la incorporación de tecnología, la búsqueda es eminentemente activa. Para el efecto se realizan reuniones con clientes, se visitan ferias y se consultan revistas especializadas. Adicionalmente, los directivos analizan la tecnología empleada por los competidores. Al respecto, se tienen en cuenta las posibilidades de máquinas y equipos para el desarrollo y fabricación de nuevos productos. La compra de máquinas incluye la capacitación del personal operativo por parte de los proveedores.

Respecto del uso y explotación de la tecnología, la empresa asimila en grado superior las nuevas tecnologías y procura que el mayor número de operarios se apropie del dominio tecnológico. Esta actividad cumple un papel estratégico. También hay programas de reparación y mantenimiento y las nuevas tecnologías soportan la eficiencia y calidad de los productos.

En lo relativo a investigación y desarrollo, la generación de productos se basa en la retroalimentación que brindan los clientes, en la identificación de las exigencias del mer-

cado, en la indagación de las tendencias de la industria y en la dinámica interna de consultas y sugerencias a todos los niveles de la organización.

En cuanto a la innovación, además del énfasis en la copia bien hecha de productos, la empresa está avanzando hacia la consolidación de la innovación como su gran capacidad competitiva.

Al respecto de la salvaguardia tecnológica, con ocasión de las exigencias de la implementación de la certificación ISO, la empresa ha adelantado la explicitación, documentación y normalización de sus productos y procesos.

En referencia a la capacitación tecnológica, los fabricantes y proveedores capacitan a los operarios en el manejo de máquinas.

En cuanto al eslabonamiento tecnológico, es evidente que IMER S.A. necesita realizar grandes esfuerzos para implementar y consolidar esta actividad.

En términos cuantitativos el desarrollo funcional de las capacidades tecnológicas se evalúa de la siguiente manera: Ver **Cuadro 7**

Cuadro 7
Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica				X	
Formalización del manejo tecnológico			X		
Las decisiones de inversión tecnológica				X	
Incorporación de la tecnología • Vigilancia e identificación de la tecnología • Selección de la tecnología • Negociación y transferencia tecnológica • Uso y explotación de la tecnología		X	X X	X	
Investigación y desarrollo		X			
Eslabonamiento tecnológico		X			
Innovación			X		
Salvaguardia tecnológica	X				
Capacitación y difusión tecnológica		X			
Puntaje máximo alcanzable = **60**	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = **30**	1	8	12	12	0

Fuente: Elaborado con base en entrevistas a directivos y Malaver (2002)

Como puede verse, IMER S. A ha recorrido un camino destacado en pro del fortalecimiento tecnológico que la ha llevado a una etapa de despegue y avance creciente hacia la innovación. Se notan desarrollos importantes en las primeras actividades tecnológicas que empiezan a sustentar los primeros intentos en las actividades finales. La innovación como tal empieza a proyectarse con perspectivas interesantes, como podrá constatarse

más adelante en la descripción de una innovación de producto. Finalmente, en términos de un balance global, la empresa está entrando en una nueva etapa en su evolución histórica, caracterizada por el papel cada día más estratégico de la innovación y por una mayor apertura al mercado internacional. Las ventajas competitivas adquiridas y las capacidades tecnológicas logradas pueden dar fundamento y solidez a esta nueva etapa.

Para complementar el anterior análisis funcional, como se observa en la escalera tecnológica, IMER S. A. ha logrado llegar al límite entre la complejidad intermedia y la complejidad alta. Se destacan especialmente sus logros en la selección e identificación, el uso, la adaptación y las mejoras. De otro lado, empieza a perfilarse con fuerza la innovación propiamente dicha.

Caracterización del proceso, los resultados y el impacto de la innovación

El proceso de innovación

El desarrollo del nuevo modelo de gabinete Ecoline se realizó en el año 2002 durante cuatro meses. El origen de la idea de la innovación fue la división comercial que recogió las expectativas de los clientes y las transmitió al departamento de diseño. Al respecto, en IMER S. A. los modelos de los productos se cambian cada 2 ó 3 años. Para identificar los cambios la división comercial trabaja en particular con los instaladores y con las mismas empresas que hacen el montaje de los productos de IMER S.A. Para el efecto, se invitan de 20 a 25 instaladores de diferentes empresas y se recogen sus experiencias con los productos. En estas reuniones, a partir de la identificación de problemas se buscan las soluciones. Desde el año 2002 se comenzó a poner por escrito el registro de estos problemas. Esta retroalimentación la dan los clientes o los instaladores y la empresa la transforma en productos viables que se puedan fabricar. La implantación del sistema ISO exigió igualmente este registro para fundamentar cambios en las operaciones de soporte.

Los objetivos que se buscaron fueron diferenciar el nuevo modelo de las copias del anterior hechas por la competencia, mejorar la estética externa del producto, reducir el número de piezas, lograr una mayor funcionalidad, abaratar los costos de producción, ofrecer un precio más atractivo, y de esta manera responder a las expectativas del mercado y aumentar las ventas y la rentabilidad.

En términos del proceso como tal, el departamento de diseño transcribió los bocetos originales a planos por medio de Autocad. Posteriormente, la división de producción hizo retroalimentación sobre las medidas del nuevo modelo y se reajustó el diseño tres veces, previa la autorización de la división comercial. Los reajustes tuvieron en cuenta las posibilidades y limitaciones de máquinas y equipos y los requerimientos del ensamblaje. La decisión de incorporar el diseño en curva surgió de dos sesiones de "lluvia de ideas" realizadas

entre producción y diseño. Una máquina punzonadora de control numérico computarizado marca Trumpf, traída de Alemania, permitió la fabricación de los dobleces que implican una combinación de radios, ángulos y aristas vivas para los techos. El nuevo modelo surgió pues, de una combinación de tecnología de maquinaria, retroalimentación del mercado, diseño y capacidad instalada de producción. La división de producción se ocupó de ordenar la fabricación de las herramientas apropiadas para la fabricación del nuevo modelo.

En términos generales, el proceso de innovación fue acelerado, conectado con las expectativas del mercado y claro en sus objetivos. De otra parte, las áreas de comercialización, diseño y producción actuaron de forma sincronizada y pudieron lograr resultados en un plazo corto y sin contratiempos significativos. Se destacan especialmente la comunicación efectiva entre las áreas y la flexibilidad para efectuar ajustes mutuos en aras del éxito de la innovación.

Innovación de producto

Gabinete 35" Ecoline-Referencia 7110193561 para equipos de informática y telecomunicaciones.

Esta innovación de producto es incremental y su alcance de mercado es nacional e internacional. A continuación se detallan las características del nuevo modelo que lo hacen innovador y superior frente al anterior:

Reducción del número de partes.

La reducción de partes se derivó de un análisis estructural del producto frente a las necesidades del cliente que buscó ofrecerle funcionalidad sin detrimento de la calidad, buen precio y mejor presentación estética, y obtener un margen de utilidad razonable para la empresa. En efecto, se fusionaron 2 piezas independientes, el piso y las tapas laterales, en una sola pieza que cumple las funciones de las 2 anteriores.

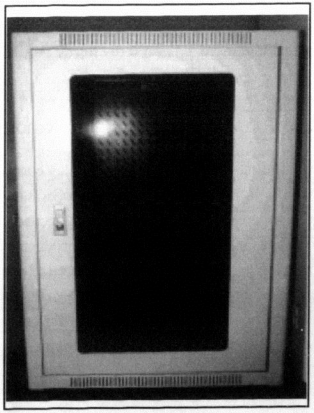
Se efectuó esta fusión porque de un análisis de las necesidades de los clientes se llegó a la conclusión de que las tapas laterales no necesitaban ser desmontables. De hecho, para su uso los gabinetes son colocados de costado uno a uno, lo que impide el acceso lateral y hace inútil la desmontabilidad de las tapas laterales. Sólo es desmontable la tapa trasera. Para el cliente que busca economía de costos, este cambio no afecta la funcionalidad del producto. Adicionalmente, se fusionaron las estructuras internas de las esquinas con las estructuras de las tapas laterales en una sola pieza que cumple la misma función que antes cumplían 6 piezas. De hecho, dichos cambios representaron menos ope-

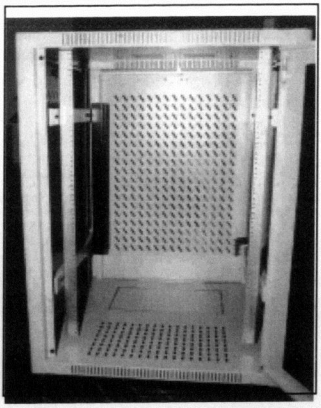
raciones de fabricación de piezas, menos soldadura, la supresión del pulimento, y el ensamble se hizo más simple y requirió menos mano de obra. Estos cambios disminuyeron en consecuencia los costos de producción. De otro lado, en algunos pedidos especiales de gabinetes se ha podido reducir el espesor de la lámina utilizada sin detrimento de la resistencia estructural, lo que lleva también a una reducción adicional de costos. Adicionalmente, debido al rediseño de la cremallera interna donde se colocan y atornillan los componentes de telecomunicaciones o informática, el nuevo modelo es más versátil que los extranjeros y se acomoda a necesidades variadas de los clientes.

Variaciones en la forma y mejoramiento estético

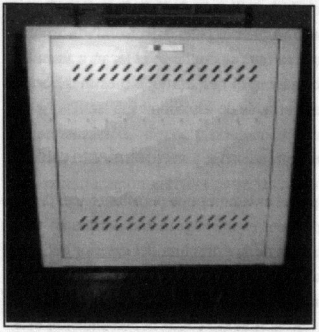
La empresa adquirió herramientas para las máquinas existentes que permiten hacer dobleces curvos, y de esta manera la estética del gabinete es más agradable porque no tiene remates de aristas vivas. Al respecto, las 4 verticales de la estructura del exterior del gabinete tienen remates curvos que lo hacen más atractivo frente al modelo anterior, que era una caja en forma de paralepípedo. Adicionalmente, algunos punzonados inclinados en los costados del nuevo modelo mejoran tanto la ventilación como la presentación estética. Ver **Fotografías 1, 2, 3** y **4**

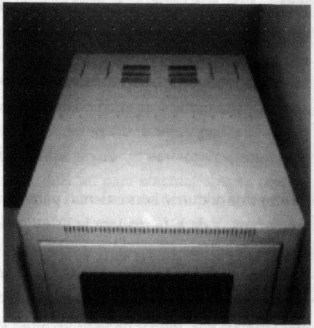
Fotografías 1 y 2
Vistas anterior e interna del gabinete Ecoline





Fotografías 3 y 4
Vistas posterior y superior del gabinete Ecoline





Factores que inciden en la innovación

Factores externos

Las actividades innovadoras en la empresa han sido impulsadas externamente por las expectativas de los clientes, la presión de la competencia por copiar los productos de IMER S.A. y los cambios en las tendencias de la industria.

Factores internos

La detección de oportunidades de mercado y la materialización de las capacidades competitivas y de las capacidades tecnológicas han sido también factores impulsadores. Al respecto, los directivos actuales consideran que la empresa posee la tecnología adecuada y suficiente y las capacidades tecnológicas apropiadas para diseñar y fabricar productos que sean competitivos internacionalmente. El problema actual a resolver, según ellos, es la obtención de volúmenes de ventas que permitan generar economías de escala, reducir costos y facilitar la competencia en precios. El aumento en la demanda podría llevar también a una aceleración del proceso de innovación y mejoramiento de los productos, ya que sería posible recoger la retroinformación de diversos mercados. El diseño y el rediseño de productos alcanzarían entonces niveles superiores a los actuales.

En cuanto a los recursos tangibles e intangibles, ha sido evidente la fundamentación que han dado al desarrollo de las capacidades competitivas, y en especial, al desarrollo de las capacidades tecnológicas. En referencia al patrimonio cultural, el fundador de la empresa dejó un legado de recursividad e inventiva y de perfectibilidad de productos y procesos tanto a directivos como a trabajadores de base. Este capital cultural ha impulsado y se ha aunado a los procesos de renovación tecnológica y a los cambios gerenciales, estructurales y comerciales. A estos recursos se han unido la experiencia y el conocimiento de directivos, empleados y operarios.

La estrategia, por su parte, ha establecido formalmente políticas de innovación y de mejoramiento de la calidad y de reducción de costos. En el plan estratégico de la empresa apareció como una debilidad crítica el proceso de desarrollo de productos. Se formuló entonces el objetivo de trabajar en este proceso según los requerimientos del mercado. En consecuencia, dentro del plan estratégico se destinó un rubro para este objetivo. En efecto, se contrató a un diseñador industrial profesional, con experiencia, como jefe de desarrollo con la misión de innovar, mejorar y generar productos amparados en la tecnología que posee la empresa, con referencia a normas internacionales y en función de las necesidades del mercado. Se dio una redistribución de funciones que llevó a precisar que el área de desarrollo se ocupara fundamentalmente del diseño, rediseño y mejoramiento de productos.

La estructura organizacional también ha sido un recurso clave para el desarrollo de capacidades. En especial, las áreas de diseño, desarrollo y servicio trabajan articuladamente para volcar sus capacidades especializadas en el diseño, adopción y fabricación de productos innovadores de calidad y precio competitivos. En efecto, la adscripción del área de desarrollo a la división comercial ha facilitado la actividad de retroalimentación del mercado y de los clientes para el diseño y rediseño de productos. Se ha trabajado en particular con los instaladores de las empresas que hacen el montaje de los productos y con los clientes. Adicionalmente, la comunicación ágil con el personal operativo de producción ha sido una actividad que también ha propiciado el liderazgo de la empresa en su desempeño frente a la competencia. La innovación de producto seleccionada para este estudio es un resultado de este proceso de comunicación organizacional.

De igual manera, los ejecutivos de la empresa admiten que nadie posee la sabiduría absoluta sobre un producto y reconocen la de los operarios que tienen que fabricarlo y ensamblarlo. En consecuencia, el gerente de producción y los diseñadores recogen sus opiniones y las tienen en cuenta para el diseño y rediseño de productos. Así mismo, la empresa ha establecido una política formal de incentivación de la participación del personal en el mejoramiento del diseño de productos.

Las visitas a ferias en el extranjero han sido también determinantes porque se han recogido ideas para la innovación de productos y han ayudado a cambiar la cultura gerencial

en favor de una visión del papel estratégico de la innovación. La comparación de los productos propios con los extranjeros ha llevado también al reconocimiento de las fortalezas de IMER S.A. Estas fortalezas son indicativas de las capacidades logradas para competir en mercados extranjeros, ya que son la base de la generación presente y futura de productos innovadores.

Otro factor determinante del proceso innovador en IMER S. A. son los proveedores, que al desarrollar nueva tecnología inducen a la empresa a su adquisición para el mejoramiento de sus procesos y productos, ya que la política de la empresa es estar a la vanguardia y así mantener y acrecentar ventaja sobre la competencia.

Finalmente, la combinación adecuada de recursos propios y de crédito, más el estudio racional de los proyectos de inversión en renovación tecnológica, han sido factores positivos claves para los avances en innovación.

El impacto de los procesos de innovación

Según los directivos de la empresa, el diseño del gabinete Ecoline es original y no existen similares en Colombia y en otros países. Los directivos estiman en 3 años el plazo para que sea copiado por la competencia. Este nuevo modelo se creó para enfrentar la copia del modelo anterior y diferenciarlo del mismo. El nuevo diseño es pues, una iniciativa de la empresa para tomar distancia de la competencia y aventajarla. Los directivos definen al modelo Ecoline como una auténtica transformación ante el modelo previo y consideran que este modelo es innovador frente a los propios de sus competidores. De otro lado, se observa que a nivel internacional los fabricantes siguen utilizando el diseño tradicional en ángulo sin curvas, tal como se vio en la última feria internacional de video e informática celebrada en Las Vegas.

En cuanto al nivel competitivo, la división comercial acogió el nuevo diseño para la línea oficial de gabinetes y sacó del catálogo y descontinuó la producción del modelo anterior. En una próxima feria especializada en gabinetes, a realizarse en Colombia, se lanzará oficialmente el nuevo modelo. Además, empresas de telefonía en Venezuela han comenzado a efectuar pedidos. De otra parte, ventajas en costos y en estética pueden hacerlo atractivo en el mercado de Estados Unidos.

En referencia al desempeño económico, el modelo innovador ha tenido una excelente acogida en los clientes, hasta el punto que se ha presentado un significativo aumento en los pedidos frente a los del modelo anterior. De hecho, se han logrado en un mes pedidos que no se habían podido conseguir en los meses anteriores de 2002. La reducción en costos ha significado el aumento de la rentabilidad y un precio más atractivo.

El **Cuadro 8** resume las diferencias en costos entre los dos modelos.

Cuadro 8
Comparación de costos entre el Modelo Ecoline y el Modelo 1

Rubros	Modelo 1	Ecoline	Diferencia en pesos	Diferencia en porcentajes
Materia prima y materiales	$ 82.852.00	$ 74.588	-$ 8.264	-9.97%
Operaciones	$ 77.569.00	$ 52.463	-$ 25.106	-32.37%
Pintura	$ 30.295.00	$ 35.801	+$ 5.506	+18.17%
Alistamiento	$ 9.666.67	$ 13.840	+$ 4.173.33	+43.17%
Programa de punzonado	$ 3.075.00	0	-$ 3.075.00	-100%
Total de insumos	$151.303.52	$ 63.345	-$ 87.958.52	-58.13%
Pulido Tiempo	$ 12000.00 45 minutos	$ 533 2 minutos	-$ 11.467 -43 minutos	-95.56% 95.55%
Total de costos	**$367.061.19**	**$240.570.00**	**-$126.491.19**	**-34.46%**
Impuestos	$ 41.623.16	$ 35.551.00	-$ 6.072.16	-14.59%
Precio sugerido	$502.681.70	$385.521.00	-$117.160.70	-23.31%
Rentabilidad	**23%**	**28%**	**+5%**	**+21.74%**

Fuente: IMER S.A.

En la tabla anterior se destacan la reducción del 32% en los costos de operaciones y del 58% en el costo total de insumos. De igual manera, es significativa la reducción del 95% en costos y tiempo del trabajo de pulido. La reducción total de costos del 34% permite al final una rebaja del 23% en el precio al cliente y un aumento de 5 puntos porcentuales en la rentabilidad para la empresa. En resumen, sin detrimento de la calidad, con mejoramiento de la funcionalidad y de la estética, con una reducción de precio cercana a la cuarta parte del precio del MODELO 1 y con ganancia apreciable en rentabilidad, el modelo Ecoline representa claramente el impacto beneficioso interno y para el mercado de una innovación de producto en IMER S. A.

En su contribución al desarrollo de capacidades tecnológicas, es evidente el impulso que ha dado la aparición del gabinete Ecoline a la generación de otras innovaciones. Actualmente el área de desarrollo adelanta varios proyectos de productos que pasarán a la fase de prototipo, para de esta manera renovar el actual portafolio. En este momento hay 2 proyectos importantes en curso. El primero es una propuesta diferente de archivo rodante que busca mejorar su funcionalidad y simplicidad y reducir costos. El segundo proyecto implica el rediseño de las cajoneras para facilitar y hacer más modular su fabricación, hacer un producto más universal, completamente desarmable, y de esta manera aumentar las exportaciones.

Conclusiones

La innovación de producto, objeto de análisis de este estudio, surgió de un proceso organizacional consciente y sistemático, realizado bajo la orientación de la alta dirección, con visión estratégica y con la participación de las personas y grupos más directamente involucrados en las relaciones con los clientes y en el diseño y elaboración de productos. En consecuencia, la innovación no fue fruto del azar sino del desarrollo de recursos y capacidades que condujeron a la generación de ventajas competitivas.

IMER S. A. es una empresa que se ha destacado por una permanente apertura a reconocer sus fortalezas y limitaciones y a aprender de la evolución de su entorno específico. Se puede reconocer su gran flexibilidad y capacidad de adaptación a los cambios de la industria y a las necesidades de sus clientes. De otro lado, es clara la evidencia de la genuina preocupación de sus directivos por estimular, reconocer y premiar la participación de sus empleados en el mejoramiento de los procesos y productos de la empresa.

Los anteriores planteamientos permiten afirmar que IMER S. A. es una empresa que exhibe significativos logros tecnológicos, económicos y humanos. Estas realizaciones serán la base de futuros avances en el campo específico de la innovación.

Para los estudiosos de la administración, de las organizaciones y de la innovación, IMER S.A. será una empresa a observar con detenimiento en los años por venir. Más allá de los alcances de este estudio, empresas como esta merecen la atención de los interesados en los grandes temas del trabajo organizado y de sus procesos, resultados e impacto.

Bibliografía

AFUAH, Allan (1998), "Innovation Management", en *Strategies, implementation and profits*, Oxford, New York.

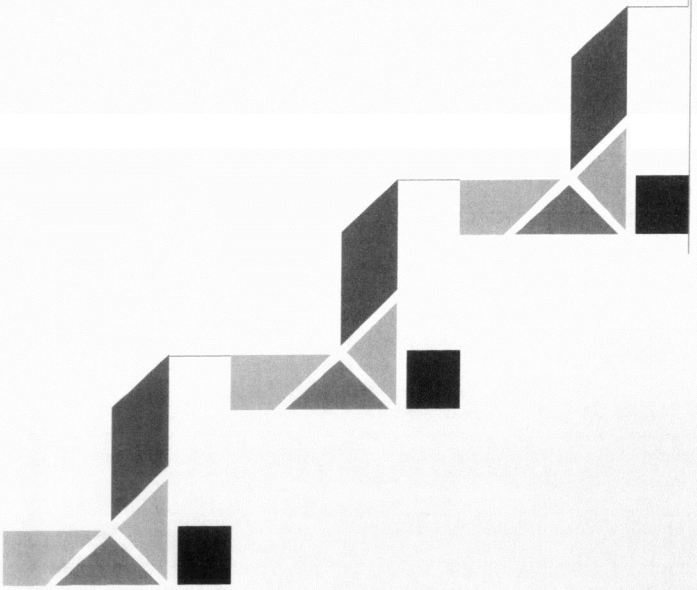
BRIDGES, W. (2000), *The character of organizations: using jungian type in organizational development*, California, Davies- Black Publishing.

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela (2003), "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

KING, Nigel y ANDERSON, Neil (2003), *Cómo administrar la innovación y el cambio. Guía crítica para organizaciones*, Thomson, Madrid, 2003.

VARGAS, Marisela y MALAVER, Florentino (2003), "Dinámica económica y tecnológica de la cadena metalúrgica – metalmecánica en los años 90", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

PARTE III



Dinámica económica y tecnológica de la cadena petroquímica - plásticos en Colombia

Florentino Malaver Rodríguez[*]
Marisela Vargas Pérez[**]

Introducción

La elaboración de los estudios de caso orientados a indagar por los determinantes e impactos de la innovación en la industria colombiana requiere de una mirada sobre el contexto en el cual se desenvuelven las empresas estudiadas. El reconocimiento de esa necesidad condujo a realizar sucintos estudios sectoriales destinados a aportar información y referentes útiles para dimensionar el comportamiento y los resultados arrojados por dichos estudios de caso.

Con el fin de contar con un diagnóstico de la industria en la cual se desenvuelven las empresas de plásticos estudiadas, se realizó el análisis del comportamiento de la industria en la década de los 90 que aquí se presenta. Este estudio se divide en dos partes: en la primera se efectúa una breve caracterización del comportamiento económico de la rama en este período y, en la segunda, se analizan indicadores relacionados con su desempeño tecnológico.

Los resultados del ejercicio señalan una agrupación que en materia económica y tecnológica supera el desempeño promedio de la industria en general; muestran igualmente profundas transformaciones tanto en su estructura global como en el ámbito de sus empresas, orientadas a enfrentar los desafíos que plantea el actual entorno económico, pero que parecen insuficientes para superarlos.

---

* Magíster en Economía de la Universidad Nacional, economista de la UPTC y profesor investigador de la Pontificia Universidad Javeriana.
** Economista e ingeniera industrial de la Universidad de los Andes, investigadora del OCyT.

Descripción de la cadena productiva[1]

En las líneas que siguen se efectúa una breve descripción del encadenamiento productivo del cual hace parte la industria del plástico. Para tal fin, primero se describe la cadena en su componente petroquímico, y luego se describe, con mayor detalle, su componente conformado por la fabricación de productos de plástico.

La industria petroquímica

La cadena petroquímica colombiana comprende una amplia gama de actividades productivas: con la explotación del gas y la refinación del crudo se inicia la producción de materias primas básicas para el desarrollo, "aguas abajo", de la industria dedicada a la aplicación de las fibras y resinas obtenidas para elaborar textiles, cauchos y plásticos (ver Diagrama 1, Anexo 1). Para efectos del presente trabajo se ha seleccionado el encadenamiento productivo constituido por la elaboración, en la industria petroquímica[2], de las resinas que luego serán aplicadas para la fabricación de los productos plásticos.

La cadena productiva comienza con la obtención de las materias primas iniciales: el petróleo, el gas natural, GLP, y nafta aromática producida en Colombia exclusivamente por Ecopetrol y destinada a la producción de combustibles. A partir de las primeras transformaciones de los hidrocarburos derivados del petróleo y del gas natural se obtienen principalmente olefinas, metanol y amoniaco; etileno, propileno y butadieno; y aromáticos: benceno, tolueno y xileno. Estas materias primas conforman el primer eslabón de la cadena o productos básicos.

La siguiente fase comprende la elaboración de productos intermedios y monómeros resultantes de la transformación petroquímica de los productos básicos. En esta etapa se obtiene una gran variedad de productos elaborados por una amplia gama de empresas dedicadas a la producción de bienes básicos, monómeros e intermedios que soportan las actividades de la cadena aguas abajo. Es en esta fase donde realmente comienza el eslabonamiento petroquímico colombiano; en ella se elaboran productos como la caprolactama, el dimetil tereftalato (DMT), el estireno, el bicloruro de etileno, el cloruro de vinilo y el acrilonitrilo.

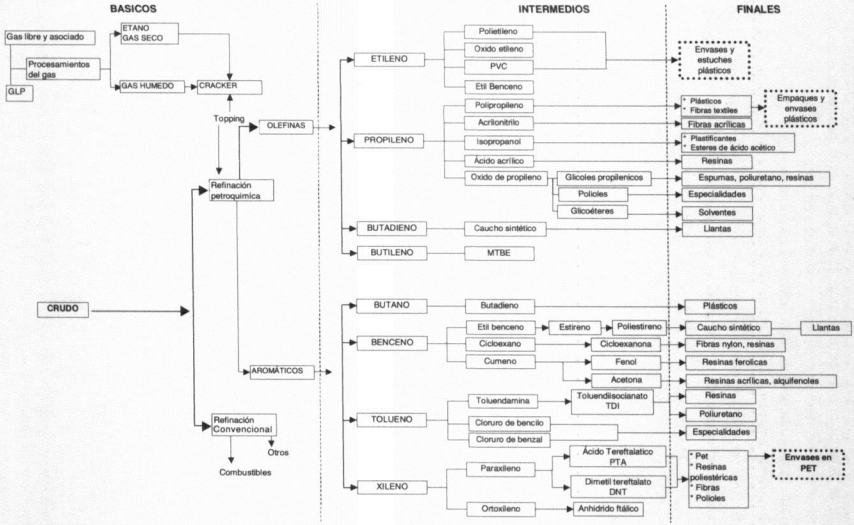
---

[1] Esta parte del trabajo se elaboró con base en Cárdenas (1996), DNP (2002), Chudnovsky y López (1997).

[2] Productos petroquímicos es el nombre genérico con el cual se designan a los productos químicos que, con la tecnología actual, se producen en condiciones económicas a partir de fracciones de hidrocarburos del petróleo o del gas natural.

Diagrama 1

Cadena tecnoproductiva de la industria petroquímica



Fuente: Elaboración propia a partir de Cárdenas (1998), Dnp (2002) y Chudnovsky y López (1997)

Luego vienen los productos petroquímicos *finales y polímeros*, obtenidos en la última etapa del proceso a partir de los bienes intermedios y básicos, y otros productos químicos de naturaleza no petroquímica. El resultado es la producción de insumos para otras actividades económicas que los transforman en artículos plásticos, de cauchos y de fibras sintéticas, o detergentes, destinados al consumidor final[3].

Dentro de la cadena el foco del estudio está puesto en *la producción de plásticos sobre la base de resinas* de formas primarias o con un mayor grado de complejidad tecnológica. En ellas sobresalen la producción de las resinas alquídicas, de poliéster, acrílicas, eoxificxas, amino plásticas y fenólicas, y las de mayor producción: el polietileno de baja densidad, el polipropileno, el poliestireno y termoplásticos como el cloruro de polivinilo de suspensión y el polietilentereftalato PET.

La producción del plástico

El plástico se define como un polímero lineal de alto peso molecular que combinado con otros ingredientes, como catalizadores, plastificantes y productos de carga, puede ser moldeado bajo calor y presión, y luego, maquinado en su estado sólido. Debido a que el plástico es un elastómero termoplástico[4], a partir de él se puede generar una gama amplia de productos destinados a diferentes usos.

Los principales ingredientes que constituyen el compuesto plástico son:

- *Elastómeros termoplásticos.* Son polímeros lineales saturados obtenidos a partir de derivados del petróleo. Su producción constituye una de las principales ramas de la industria petroquímica. Los más importantes son: polietileno, polipropileno, acrílico, resinas ABS, acetato de celulosa, nylon, poliéster, PTFE (polietrafluoroetileno), PIB (polisobutileno), poliestireno, PVC (cloruro de polivinilo), PET (polietileno tereftalato), PVA (acetato de polivinilo), resinas ABS, EVA (vinil etil acetato), etc.
- *Rellenos.* Tienen como función general incrementar la dureza y la rigidez de los artículos de plástico y reducir su costo. Los principales rellenos usados en esta industria son: arcilla, sílica, carbonato de calcio.

[3] Al analizar la producción por la clasificación $CIIU_2$ a cinco dígitos, se encuentran cuatros grandes agrupaciones que elaboran líneas de productos que sirven de soporte de la cadena petroquímica y que en algunos casos se destinan al mercado internacional. Estas son: fabricación de materias sintéticas de poliestireno no saturado o siliconas; fabricación de materias sintéticas por polimerización y copolimerización; fabricación de celulosa regenerada, sus derivados químicos y fibra vulcanizada; y fabricación de otras resinas y materias plásticas artificiales.

[4] Elastómeros termoplásticos son aquellos fusionables permanentemente. Sobre sus características y procesos de transformación puede consultarse, Alting (1990).

- *Plastificantes*[5]. Son empleados en la producción de termoplásticos, y son básicamente los mismos que para el caucho: aceites nafténicos y parafínicos. Otros plastificantes son los derivados de los ácidos acético, adípico, benzoico, fumárico, glutámico, oleico, fosfórico y ftálico.
- *Estabilizadores*. Dentro de este grupo se incluyen las sustancias de protección contra agentes oxidantes, ozono, luz ultravioleta. Para su procesamiento los elastómeros termoplásticos contienen un estabilizador, el Ionol, para proteger al polímero.

Proceso productivo del plástico

El conjunto de actividades que configuran el proceso productivo de la industria manufacturera del plástico (ver **Diagrama 2**) se encuentra dividido en dos grandes grupos: 1) *la mezcla,* constituida por la incorporación y distribución uniforme de los ingredientes del compuesto en forma de sólidos (polvo, gránulos, *pellets*) y líquidos en la matriz del polímero. Para ablandar el elastómero se utiliza energía térmica. La mezcla se lleva a cabo en molinos de rodillos o en mezcladores tipo banbury. Esta operación generalmente la realiza el proveedor para suministrar el compuesto en forma de *pellets*, gránulos, escamas, o polvo, listos para obtener el artículo final por medio de moldeo. 2) *El moldeo*, proceso en el cual se funde el polímero seguido de la aplicación de presión para forzar el paso del material fundido a través de un dado, o para el llenado de las cavidades de un molde con la forma del producto final.

Para los compuestos termoplásticos existen cuatro procesos de moldeo:

I) Por inyección del material termoplástico fundido, el cual es presionado por un pistón hasta introducirlo en el molde. El ciclo de trabajo de la máquina inyectora es el tiempo necesario para llenar el molde, enfriar su contenido bajo la presión del pistón, abrir el molde para expulsar el artículo moldeado, y volver a cerrar el molde.

II) Por extrusión. Las extrusoras son máquinas que fuerzan el material termoplástico a través de una tobera o dado para darle un perfil determinado. Las extrusoras se dividen en dos tipos, aquellas en las que la presión para forzar el material a través del dado es producida por un pistón o martinete, y aquellas en las cuales la presión es producida por un tornillo. El material extruido, que sale del dado, se soporta en una banda transportadora hasta endurecerse por enfriamiento con agua o aire.

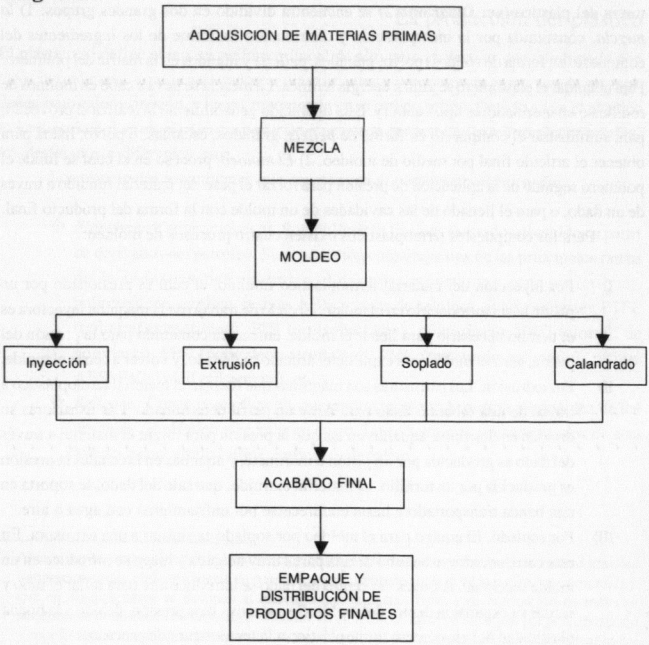
III) Por soplado. El equipo para el moldeo por soplado es similar a una extrusora. En este caso, se extruye un tubo de una pared muy delgada y luego se introduce en un molde seccional. A través del centro del dado se introduce aire para inflar el tubo y causar su expansión dentro del molde. Se usa aire a baja presión, debido a la buena plasticidad del elastómero termoplástico a la temperatura de proceso.

[5] El efecto general de los plastificantes es mejorar la procesabilidad y disminuir la rigidez, la dureza y el costo de los compuestos formulados con termoplásticos.

IV) Por calandrado. Las calandrias se utilizan para laminar compuestos plásticos, obtener perfiles específicos, o recubrir otros materiales. El material se alimenta en forma granular a los rodillos del tren del calandrado que lo funde por efecto de la fricción y del calentamiento que puede hacerse a través de vapor circulante. Este calentamiento se hace con el fin de facilitar el paso del material a través de los rodillos del tren de calandrado.

El acabado final de los productos de plásticos, obtenido por cualquiera de los métodos mencionados, consiste en mejorar la apariencia del artículo y corregir defectos menores producidos durante el proceso de moldeo.

Diagrama 2



Fuente: Elaboración propia a partir de varios autores

Características generales de la cadena petroquímica-plásticos

La industria petroquímica en el mundo está conformada por grandes empresas integradas verticalmente que cuentan con economías de escala, altas barreras de entrada (de capital y tecnológicas), altos márgenes de utilidad y un papel central de las firmas transnacionales; es además una de las industrias líderes en investigación y desarrollo, en incrementos en la productividad e innovación, aunque sus más recientes avances parecen sustentarse más en los desarrollos de sus aplicaciones, que en la investigación para sintetizar nuevas sustancias químicas (Cárdenas, 1996 y sf).

Los plásticos copan cerca del 60% de las aplicaciones de las materias primas provenientes de la industria petroquímica y constituyen la rama más dinámica de la cadena debido, entre otras razones, a su alta capacidad de sustitución de otros materiales a bajos precios, a una demanda creciente y a una amplia variedad de productos para atender diferentes sectores con soluciones nuevas resultantes de su desarrollo tecnológico. Si bien su expansión es alta en todo el mundo, incluidos los países latinoamericanos, es mayor en los países asiáticos (Cárdenas, 2001), especialmente China; los países desarrollados, por su parte, ante la presión de la globalización tienden a orientarse hacia las resinas especializadas, con tecnologías más avanzadas e investigación en polímeros y preparación de mezclas para mejorar sus propiedades y desempeño; igualmente, hacia las tecnologías de procesos buscando reducir los costos e incrementar la productividad de sus plantas (Cárdenas, 1996).

En el país la cadena está constituida por un conjunto de actividades productivas que se encadenan hacia productos de creciente grado de transformación, conformando diferentes subcadenas o, por facilidad expositiva, distintos encadenamientos productivos: las cadenas de hidrocarburos-petroquímicos-plásticos, de hidrocarburos-petroquímicos-cauchos, e hidrocarburos-petroquímicos-fibras sintéticas. Aquí, como se ha mencionado, se ahondará en la primera.

En Colombia la industria petroquímica es intensiva en capital y tecnología, cuenta con procesos continuos y automatizados, y las plantas están especializadas por productos; pero, al comenzar la cadena la oferta de productos petroquímicos es insuficiente debido a la inexistencia de un *craker*[6] destinado a satisfacer la demanda interna de olefinas y aromáticos en la industria petroquímica. Los desarrollos en este sentido han sido precarios y esto relacionado con que la oferta de productos resultantes de la refinación del petróleo se han dedicado, en una alta proporción, a satisfacer la demanda interna de combustibles[7]. Este

6 Proceso de ruptura térmica, por medio de la cual se obtienen las olefinas.

7 En tal sentido, la próxima construcción de una planta de olefinas en Cartagena puede contribuir en gran medida a superar este importante vacío existente en las fases iniciales de la industria petroquímica.

fenómeno incide a su vez en el limitado desarrollo de los sectores de transformación por no disponer de una gama amplia de materias primas en el país.

Avanzando un poco más por la cadena, se encuentra que en el país son pocas las empresas petroquímicas fabricantes de materias primas para la industria plástica; por ello, los transformadores de plásticos dependen en alto grado del suministro externo de materias primas. Sin embargo, en los renglones en que actúan esas empresas cuentan con una alta integración vertical, economías de escala, procesos continuos, actualización tecnológica y una capacidad productiva que les permite cubrir, con resinas que compiten con precio, las necesidades de los mercados nacionales y exportar a distintos países latinoamericanos.

Los transformadores de las resinas plásticas son los mayores usuarios de la industria petroquímica. A partir de la transformación de esas resinas termoplásticas y mediante procesos de inyección, extrusión, soplado, calandrado, etc., obtienen una amplia variedad de productos. Esto hace de los plásticos una rama industrial bastante heterogénea, tanto por el tipo de producto y sectores a los que están dirigidos, como por las empresas que la constituyen.

Esa heterogeneidad hace parte de las diferencias que presenta la agrupación de los plásticos frente a la petroquímica. Mientras esta se concentra en Cartagena, la mayor cantidad de las empresas de plásticos se localiza en Bogotá; las empresas petroquímicas se caracterizan por su gran tamaño, integración vertical, altas barreras de entrada (tecnológicas y de capital) y altos volúmenes de exportación, en tanto que en las empresas de plásticos predominan las pymes y existe una alta heterogeneidad en materia tecnológica, en los volúmenes de capital requeridos para operar, en las barreras de ingreso, en las escalas de producción y en la orientación exportadora.

En síntesis, la cadena es débil en sus eslabones iniciales y esto se deriva de la especialización del país en la producción de combustibles, como por las carencias en la producción de algunas materias primas básicas y la falta de capacidades en investigación y desarrollo de nuevas resinas. Adicionalmente, y a diferencia de lo ocurrido en algunos países en vía de desarrollo (como Corea y China) que han avanzado a grandes pasos en la producción de maquinaria y equipo, los plásticos se resienten de esta limitante para el desarrollo de la cadena en el país.

Evolución de los plásticos

A semejanza de lo ocurrido en el resto del mundo, pero con un par de décadas de retraso, en Colombia el surgimiento y consolidación de la petroquímica en los años 70 facilitó un gran desarrollo de la industria de los plásticos durante esa década y su consolidación en los años 80[8]. En el período estudiado, los años 90, esta agrupación industrial presentó una dinámica que, si bien comparte los vaivenes del sector manufacturero, fue más acelerada y revela

[8] Recordemos que en este caso la cadena inicia con la producción de petroquímicos básicos (olefinas y aromáticos), los cuales son la base para la producción de petroquímicos intermedios (monómeros y polímeros), y estos a su vez se convierten en productos finales (de resinas plásticas).

indicios de haber enfrentado con mayor éxito que el conjunto de la industria las vicisitudes originadas en los choques provenientes de los frentes externo (la apertura económica de comienzos de la década) e interno (la recesión de fines de la década).

En general, tal como lo muestra el **Cuadro 1**, esta agrupación tuvo un mejor desempeño que la industria a lo largo de la década. En el período de apertura (años 91-95), su crecimiento fue sustancialmente mayor; la crisis produjo una sustancial reducción de su dinámica (años 96-99), pero no alcanzó a tornarse negativo su crecimiento, como aconteció con la industria; y, luego, en los años 2000-2001, logró una rápida y acelerada expansión, especialmente en el frente externo, hecho que contrasta con la prolongada recesión que azota al sector en su conjunto. No obstante lo anterior, comparte con la industria los efectos adversos que sobre el empleo tuvo la crisis y que se han traducido en crecimientos negativos desde mediados de la segunda parte de la década pasada.

Cuadro 1

Caracterización general de la agrupación de los plásticos

Según dinámica por períodos y participación en la industria nacional

Período	Empresas (NE)	Empleo (N)	V. Agregado (VA)	Producción Bruta (PB)	Exportaciones (X)	Importaciones (M)
Dinámica del total de la industria						
86-90	3.0	2.1	3.9	5.0	20.8	14.1
91-95	2.0	6.9	11.4	8.3	5.9	22.9
96-99	-3.1	-5.3	-0.5	-1.2	10.8	-2.7
00-01	-	-0.4	11.5	8.8	10.7	11.9
Dinámica de la agrupación de los plásticos						
86-90	6.1	1.3	-1.4	-3.4	-8.7	7.1
91-95	3.7	8.2	11.7	10.3	32.9	31.5
96-99	-1.3	-2.3	1.7	0.6	7.1	8.2
00-01	-	-0.7	11.2	8.9	25.2	14.5
Los plásticos como proporción del total de la industria nacional						
86-90	4.8	4.0	3.3	3.8	0.9	0.4
91-95	5.3	4.4	3.6	3.6	2.6	1.2
96-99	6.0	5.5	4.8	4.8	4.3	2.1

Fuente: DANE, EAM 1986-2000, MMM 2001

El crecimiento registrado por los plásticos durante la década es notablemente alto y, en todo caso, mayor que el exhibido por la industria química en general[9]. Este hecho resulta bastante

[9] Esta división industrial está compuesta por la rama química industrial (351), los otros químicos (352), los derivados del petróleo (354), los productos de caucho (355) y los plásticos (356).

significativo habida cuenta que la división industrial de los químicos presentó el mayor dinamismo dentro del sector industrial, fue un claro "ganador" en la década, y en razón de ello, amplió sustancialmente su participación dentro del sector manufacturero (Malaver, 2002). Es más, junto con la agrupación de los otros químicos, 352, los plásticos, 356, presentaron el mayor dinamismo en la década (Anexo 1) y, por ello, jalonaron el aumento de la participación de esta división industrial en la industria en su conjunto (**Cuadro 2**). Esto se expresó en aumentos sustanciales en la participación en el empleo, N, el valor agregado, VA, la producción bruta, PB, y las exportaciones, X. Pero, al final de la década, en el año 1999 se presentó una desbandada de laboratorios farmacéuticos (pertenecientes a la rama 352) que se desplazaron hacia otros países. Esto permite pensar que al finalizar la década sean los plásticos la agrupación industrial más dinámica de la industria química y petroquímica.

Cuadro 2

Dinámica de la participación de la petroquímica en la industria

Por períodos y en porcentajes

Período	351	352	353	354	355	356	35	Total Nacional
# Empresas								
86-90	1.8	4.3	0.1	0.3	1.1	4.8	12.5	100.0
91-95	2.1	4.6	0.1	0.4	1.2	5.3	13.7	100.0
96-99	2.1	4.7	0.1	0.5	1.3	6.0	14.7	100.0
Empleo								
86-90	3.3	5.2	1.0	0.2	1.3	4.0	15.0	100.0
91-95	2.5	6.4	1.0	0.2	1.2	4.4	15.7	100.0
96-99	2.1	7.0	0.9	0.2	1.0	5.5	16.7	100.0
Producción								
86-90	7.4	6.6	4.0	0.5	1.6	3.8	23.9	100.0
91-95	6.4	7.5	3.5	0.5	1.1	3.6	22.6	100.0
96-99	5.3	7.0	4.1	0.6	0.7	4.8	22.5	100.0
Valor Agregado								
86-90	6.6	7.2	1.4	0.4	1.7	3.3	20.7	100.0
91-95	6.1	9.4	2.4	0.4	1.3	3.6	23.2	100.0
96-99	4.9	8.7	4.1	0.6	0.7	4.8	23.7	100.0
Exportaciones								
86-90	12.2	2.7	0.0	0.1	1.1	0.9	16.9	100.0
91-95	12.5	3.2	0.1	0.3	0.6	2.6	19.3	100.0
96-99	13.6	7.9	0.1	1.0	0.8	4.3	27.7	100.0
Importaciones								
86-90	24.1	4.8	4.9	0.1	0.7	0.4	35.0	100.0
91-95	15.1	4.3	3.8	0.4	0.8	1.2	25.5	100.0
96-99	13.5	5.4	2.0	0.3	1.2	2.1	24.4	100.0

Fuente: DANE, EAM 1986-1999

Como resultado de esa evolución, la dinámica relativa de la agrupación de los plásticos jalonó el aumento de la participación de la petroquímica dentro de la industria nacional, y le significó aumentar su participación en el agregado industrial en todas sus variables durante los años 90, especialmente en el VA (1.5%) y en las exportaciones, en las cuales aumentó de 0.9% en la segunda parte de los 80 a 4.3% en los años de crisis (96-99), es decir, elevó su participación en más del 400%. Si se analiza la dinámica relativa, presentada en los años postcrisis (2000-2001), se podrá corroborar que su participación relativa continuó en un vigoros ascenso.

La comparación con lo ocurrido en otros países resulta bastante reveladora de la dinámica de la agrupación de los plásticos en Colombia durante los años 90. En general, tanto en los países desarrollados como en vía de desarrollo, en la década de los 80 aumentó sustancialmente la participación de los plásticos dentro de los agregados industriales, pero en los años 90 se sostuvo o descendió levemente, con muy pocas excepciones, como China. En el país, por el contrario, se registró un importante aumento de la participación de la rama dentro del sector manufacturero. Al final de la década, la participación de los plásticos en Colombia en el agregado industrial es mayor que en los países latinoamericanos más desarrollados: Brasil, México, Argentina, Venezuela y Chile[10].

Ahora bien, al interior de los plásticos la evolución es bastante diferenciada entre las distintas actividades industriales que los componen[11], tal y como lo ilustra el **Anexo 2a.** En él se puede observar que la actividad en la cual se concentra el presente estudio, la fabricación de envases y empaques (la actividad 35605), exhibió el mejor comportamiento relativo y es, de lejos, la que contribuyó en mayor grado a elevar la participación de los plásticos en la industria nacional. De hecho, en el período comprendido entre 1991 y 1996 esta actividad tuvo crecimientos excepcionalmente altos en su PB, VA y la PVL (productividad laboral), y como consecuencia de ello, la diversificación de la línea de producción de los plásticos aumentó un 7% su participación dentro de la rama (**Anexo 2b**). Esto constituyó la prolongación de un ascenso paulatino registrado desde 1985, en el cual participó con un 7.5% del total de la rama, que ascendió al 17.1% en 1996. Ello convirtió a esta actividad en la segunda en importancia dentro de la rama, después de las formas básicas de plástico (35601), pero con la diferencia que esta redujo su participación del 40% al 34% entre 1990 y 1996.

El **Anexo 2c** no sólo corrobora este comportamiento sino que muestra además cómo la dinámica relativa de cada una de las actividades industriales que componen la agrupación de los plásticos durante los años 90 condujo a que los envases y empaques plásticos (35605) superaran el valor agregado por las formas básicas de plásticos (35601) y, por ello, al final de la década esta fue la actividad más importante de la rama, y por un amplio margen frente a la segunda.

---

[10] Así lo indica el análisis de las cifras presentadas en Cárdenas (2001).

[11] Es decir, a 5 dígitos de la clasificación industrial $CIIU_2$

Por productos se encuentra que los empaques y envases desechables para alimentos, los aplicadores plásticos (35605) y el calzado para dama (35607) son los que mayor aumento en su participación en la rama han alcanzado. En cambio, productos tradicionales como la tubería de polivinilo (35601), o el calzado de plástico para hombre y niño (35607) fueron los que mayor descenso registraron (DNP, 2002). Dentro de la actividad 35605, como se dijo, los empaques desechables para alimentos, junto con los empaques y los tanques plásticos termoformados fueron los que tuvieron mayor crecimiento; en contraste, las cajas plásticas para transporte de bebidas, los envases de menos de 1000 cc y los envases para droga fueron los de menor dinamismo y los que perdieron participación dentro de esta actividad.

La competitividad de los plásticos en los años 90

Con el fin de establecer en qué medida el desenvolvimiento del sector se tradujo en aumentos o perdidas de su competitividad en los mercados internacionales, en esta sección del trabajo se estudia su desempeño competitivo a partir de los indicadores de comercio exterior y, posteriormente, a través de la dinámica de sus relaciones comerciales con los diferentes bloques de países con los cuales comercian las empresas de la rama.

Los indicadores de comercio exterior y la competitividad de los plásticos en los años 90

A partir de la utilización de indicadores de competitividad basados en la dinámica del comercio exterior[12], se encuentra que el proceso de apertura tuvo elevada incidencia en la agrupación de los plásticos en el transcurso de la década, especialmente en el período de apertura (91-95), al igual que durante la crisis (96-99) y la reactivación. A causa de esto, una agrupación industrial que al comienzo de la década estaba mucho más cerrada que el promedio del sector manufacturero, tuvo una respuesta más fuerte y acelerada frente a la apertura, tanto desde la perspectiva de las exportaciones (X), como de las importaciones (M), pero al mismo tiempo presentó al final de la década un desbalance mucho mayor que el promedio de la industria nacional (Malaver, 2002).

Al empezar los años 90 los plásticos estaban cerrados en el frente externo. Tal como lo muestra el **Cuadro 3**, al comienzo de la década más del 98% de la producción del sector se destinaba al mercado interno, frente a un 90% del conjunto de la industria. Su

[12] Aquí se analizan 4 indicadores: i) la apertura exportadora (AEX) que resulta de dividir las exportaciones por el PIB; ii) la penetración de importaciones (PIM) que se obtiene de dividir las importaciones por el consumo aparente (PIB + Importaciones – Exportaciones); iii) la balanza comercial (BC) resultante de la resta entre Exportaciones e Importaciones; iv), la balanza comercial relativa (BCR) que compara la balanza comercial de la agrupación con la sumatoria de su comercio externo (Exportaciones – Importaciones) / (Exportaciones + Importaciones).

AEX era de apenas 1.8% en 1990. Pero también era una rama cerrada desde la perspectiva de las importaciones, tal como lo refleja el indicador PIM, que con un coeficiente de apenas 3, contrastaba con el 20.9 que se registraba a nivel industrial. La incidencia del proceso de apertura fue, sin embargo, acelerada y profunda. Su AEX se elevó tan vertiginosamente que en 1994 se había cuadruplicado frente a 1990; en el año 1999 ya llegaba al 12.8% y, sin duda, el fuerte incremento registrado en el 2000 y 2001 elevó ese coeficiente a un nivel cercano al registrado en el sector industrial en su conjunto. En forma análoga, las importaciones crecieron paulatinamente hasta hacerse en 1999 cinco veces mayores que en 1990.

Cuadro 3

Comportamiento externo de la industria y de la rama de los plásticos

Según indicadores de comercio exterior

Año	Industria Nacional				Plásticos			
	AEX (1)	PIMP	BC (2)	BCR	AEX (1)	PIMP	BC (2)	BCR
1986	5.6	15.3	-976.0	-0.51	2.2	2.0	0.8	0.05
1987	6.3	18.2	-1333.0	-0.54	1.5	2.0	-2.2	-0.15
1988	6.6	19.0	-1486.9	-0.54	1.3	2.2	-3.4	-0.26
1989	7.7	18.9	-1397.0	-0.47	1.9	2.7	-3.1	-0.18
1990	9.8	20.9	-1448.4	-0.42	1.8	3.0	-3.9	-0.26
1991	12.8	21.3	-1145.2	-0.30	5.3	6.8	-6.3	-0.13
1992	10.8	22.8	-1801.4	-0.42	6.3	8.1	-8.1	-0.14
1993	10.9	29.6	-3318.3	-0.55	8.1	10.4	-11.7	-0.14
1994	10.3	29.8	-3810.7	-0.58	8.4	11.8	-18.0	-0.18
1995	11.7	30.6	-3999.9	-0.54	11.1	13.6	-16.2	-0.11
1996	10.7	29.3	-3843.3	-0.55	10.6	14.2	-27.5	-0.17
1997	11.4	30.6	-4301.9	-0.55	10.3	15.0	-43.0	-0.21
1998	12.8	31.4	-4094.1	-0.51	10.9	15.8	-44.1	-0.21
1999	15.1	29.4	-2860.1	-0.40	12.8	17.5	-37.7	-0.18

Fuente: DANE, EAM 1986-2000

(1) Porcentajes

(2) Miles de millones de dólares

El comportamiento externo de los plásticos durante los años 90 muestra una fuerte apertura hacia fuera y hacia adentro y, en ambos casos, mucho mayor que en el agregado industrial. Los efectos de la apertura también fueron mayores, pero con una diferencia sustancial: mientras en el sector industrial la penetración de las importaciones fue más elevada que la apertura de las exportaciones, configurando una típica apertura en una sola dirección (una abertura), en esta rama fue de doble vía. Esto sugiere que se produjo una mayor especialización productiva de la agrupación en actividades competitivas a nivel internacional y una simultánea ocupación por mercancías extranjeras de algunos de sus mercados. Los indicadores mencionados señalan, además, que en general esta rama tuvo mejor suerte que el sector

manufacturero. No obstante lo anterior, hay otro fenómeno descollante: el desbalance comercial externo en los plásticos se acrecentó en cerca de diez veces durante la década como quiera que la balanza comercial pasó de –$ 3.884 millones (de pesos de 1990) a –$44.127 millones entre 1990 y 1998. Por ello, al final de la década esta era una agrupación más abierta pero con un déficit externo sustancialmente mayor. En este sentido, la rama comparte con el sector industrial, que vio acrecentar su déficit, solo que este se incrementó en menor proporción que en los plásticos, en apenas cerca de tres veces.

El comportamiento descrito sugiere que bajo las fuertes transformaciones registradas en esta agrupación en su frente externo subyace una relativa pérdida de competitividad en la década, la cual se expresa en el deterioro de su balanza comercial; y que esto aconteció en algunas de las actividades con mayor peso dentro de la agrupación. Por otro lado, aunque la información disponible para este trabajo no permite establecer con mayor detalle la composición de las exportaciones e importaciones de los plásticos, llama la atención la dinámica de estas variables, en particular, debido a que muchos de sus productos son bienes intermedios y sus exportaciones se realizan de manera indirecta en alta proporción. Es decir, están asociadas a la competitividad de sus clientes: de las empresas que elaboran los productos finales exportados. Este es el caso, por ejemplo, de los empaques y envases, que solo en una proporción muy pequeña pueden exportarse directamente —aquellos que tienen pequeño volumen y más alto valor agregado—.

La evolución de las relaciones comerciales de la agrupación de los plásticos

El comportamiento externo de la agrupación, analizado por grupos de países con los cuales sostiene relaciones comerciales, vivió profundas transformaciones en la década de los años 90, tal como lo ilustra el **Cuadro 4**. Estas modificaciones se expresan tanto en el deterioro de su balanza comercial, como en el destino de sus exportaciones y el origen de sus importaciones.

Si bien el déficit de su balanza se acrecienta, asunto en el cual la rama, como se dijo, comparte la tendencia de la industria en su conjunto, su evolución externa presenta sustanciales diferencias con lo acontecido en el total industrial. La más significativa la encarna la balanza comercial crecientemente positiva con el conjunto de los países latinoamericanos, esto es, con la CAN, Mercosur y el resto de América Latina, con los cuales aumentó el superávit en más del 300%. Esto se debe a un importante incremento de las exportaciones hacia estos países, que de representar el 77.8% entre 1991 y 1995, aumentaron al 86.6% entre 1996 y 1999. En abierto contraste, las importaciones provenientes de estos países apenas crecieron del 15.3% al 16.8% del total en estos años. En esta sustancial mejoría se destacan: I) la mejora alcanzada en la CAN, que entre 1996 y 1999 compró el 58.5% de las ventas externas de la agrupación, y que colocan a los mercados de Venezuela, Ecuador y Perú como los principales destinos de sus productos; II) el vertiginoso aumento de las exportaciones

hacia los países del Mercosur, especialmente hacia Chile, que entre 1996 y 1999 superaron las dirigidas hacia los Estados Unidos; III) la recuperación de las ventas en el resto de América Latina registrada en el año 2000, como una rápida reacción a la contracción de los mercados de Venezuela y Ecuador.

Cuadro 4

Comportamiento comercial externo de la agrupación de los plásticos en la década de los años 90

Participaciones por períodos y balanza comercial en millones de dólares

País	Exportaciones			Importaciones			Balanza comercial		
	91-95	96-99	2000	91-95	96-99	2000	91-95	96-99	2000
ESTADOS UNIDOS.	12.3	6.1	8.3	47.3	37.9	30.5	-23.2	-63.5	-55.1
MEXICO.	6.1	3.1	6.2	2.4	5.4	6.9	0.8	-6.6	-5.7
CANADA	0.0	0.0	0.0	1.5	1.4	1.4	-1.0	-2.6	-3.2
NAFTA	**18.5**	**9.2**	**14.5**	**51.2**	**44.7**	**38.9**	**-23.4**	**-72.7**	**-63.9**
CHILE.	2.4	7.4	8.2	0.1	1.6	2.0	0.8	7.0	8.8
BRASIL.	1.2	1.2	1.4	2.6	1.9	2.5	-1.0	-2.2	-3.5
ARGENTINA.	0.9	2.9	2.6	0.6	0.7	0.7	0.0	2.4	2.8
BOLIVIA.	0.4	0.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	1.1
MERCOSUR	**4.8**	**12.4**	**12.9**	**3.3**	**4.3**	**5.2**	**-0.1**	**8.3**	**9.2**
VENEZUELA.	23.5	29.9	25.9	9.2	6.9	6.6	3.9	22.9	26.8
ECUADOR.	20.9	20.1	13.5	1.1	4.0	8.0	8.3	15.9	3.9
PERU.	10.4	8.6	7.4	0.6	0.8	1.6	3.5	9.1	8.5
CAN	**54.8**	**58.5**	**46.8**	**10.8**	**11.8**	**16.2**	**15.7**	**47.9**	**39.2**
PANAMA.	5.3	3.1	2.5	1.1	0.4	0.9	1.3	3.1	2.1
GUATEMALA.	1.2	1.2	2.4	0.0	0.0	0.0	0.5	1.4	3.9
HONDURAS	0.6	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	1.3
CUBA.	0.2	0.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	1.6
EL SALVADOR.	0.6	1.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	3.5
COSTA RICA.	2.9	3.4	4.7	0.2	0.4	0.7	1.0	3.6	5.9
PUERTO RICO.	2.3	1.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.7	3.2
REPUBLICA DOMINICANA.	4.7	4.4	4.5	0.0	0.0	0.0	2.1	5.0	7.2
JAMAICA	0.3	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	1.6
RESTO A.L	**18.2**	**15.7**	**21.1**	**1.2**	**0.7**	**1.6**	**6.2**	**17.7**	**30.5**
ESPANA	0.1	0.5	0.7	1.9	4.5	3.5	-1.1	-8.4	-6.9
ITALIA.	0.0	0.0	0.0	4.0	5.1	3.3	-2.7	-9.4	-7.4
PAISES BAJOS.	0.0	0.0	0.0	0.7	0.6	0.5	-0.5	-1.0	-1.1
FRANCIA.	0.0	0.0	0.0	1.0	1.6	1.7	-0.6	-3.1	-3.8
BELGICA	0.0	0.0	0.0	1.2	1.3	1.9	-0.7	-2.5	-4.3
REINO UNIDO	0.2	0.4	0.6	2.5	2.7	2.2	-1.4	-5.0	-3.9
ALEMANIA	0.0	0.0	0.0	3.9	3.2	2.4	-2.3	-5.8	-5.5
UNION EUROPEA	**0.3**	**1.0**	**1.3**	**15.1**	**19.0**	**15.6**	**-9.3**	**-35.1**	**-32.9**
TAIWAN (FORMOSA)	0.0	0.0	0.0	2.8	2.8	2.8	-1.8	-5.4	-6.4
COREA (SUR), REP. DE	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	1.3	-0.3	-0.8	-3.0
JAPON	0.0	0.0	0.0	3.2	2.0	1.4	-2.0	-4.0	-3.2
HONG KONG	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	1.6	-1.2	-3.1	-3.6
JAPON Y TIGRES	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**8.2**	**7.0**	**7.2**	**-5.2**	**-13.4**	**-16.2**

País	Exportaciones			Importaciones			Balanza comercial		
	91-95	96-99	2000	91-95	96-99	2000	91-95	96-99	2000
CHINA	0.0	0.0	0.0	1.3	4.6	8.7	-1.0	-9.3	-19.6
INDONESIA	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.5	-0.1	-1.0	-1.2
RESTO ASIA	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**1.4**	**5.1**	**9.3**	**-1.1**	**-10.3**	**-20.8**
ZONA FRANCA CARTAGENA	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	0.0	-5.1	-5.7
ZONA FRANCA CUCUTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	-0.6	-1.0
SUBTOTAL	96.7	96.8	96.6	91.4	95.3	96.8	-17.0	-63.2	-61.7
OTROS PAISES	3.3	3.2	3.4	8.6	4.7	3.2	-2.7	-5.3	-1.7
TOTAL GENERAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-19.8	-68.6	-63.3

Fuente: Elaborado con base en UMI - Ministerio de Desarrollo

Ese comportamiento contrasta con la triplicación del déficit comercial con los países del NAFTA, que constituyen el principal origen de los plásticos importados. En esta evolución son relevantes varios hechos: I) la reducción de la participación de las exportaciones hacia todos y cada uno de estos países; II) la disminución de la importancia relativa del comercio con los Estados Unidos, tanto en el caso de las exportaciones, que descendieron hasta convertirlo en apenas el 5º mercado en volumen de ventas entre 1996 y 1999, como en las importaciones que tuvieron una mayor reducción porcentual, aunque pese a ello continúan representando el principal origen de las compras externas de la agrupación; III) la importancia creciente del comercio con México, especialmente en el caso de las importaciones, que entre 1996 y 1999 convirtieron a este país en el segundo proveedor de la agrupación.

En conjunto, el comercio con los países americanos creció hasta adquirir una importancia fundamental para la agrupación. A tal punto que en materia de exportaciones representaron el 95.8% del total entre 1996 y 1999, y le permitieron obtener un importante superávit comercial con la CAN, Mercosur y el resto de América Latina. Incluso, a pesar del abultado déficit comercial con Estados Unidos, las importaciones desde el conjunto de los países de Norte, Centro y Suramérica representaron el 61.7% del total, esto es, un porcentaje bastante inferior al alcanzado por las exportaciones hacia estos países.

La relación con los países de Europa y Asia fue diametralmente opuesta. El déficit comercial con la Unión Europea, Japón y los "tigres" asiáticos, así como con el resto del Asia, creció en términos absolutos y relativos durante los 90. Con el agravante de que apenas compran el 1% de las exportaciones totales de la rama, mientras las importaciones crecieron de manera sustancial, especialmente con China, Italia y Canadá.

Por lo visto, la suerte de las relaciones comerciales con los países del continente americano son cruciales para el futuro de esta agrupación. Esto le confiere singular importancia a las negociaciones del ALCA. La evolución registrada en los años 90 sugiere, por otra parte, un perfil competitivo de la rama que le permite competir con éxito en los países de menor desarrollo relativo, toda vez que presenta un creciente déficit comercial con los países europeos, los asiáticos de desarrollo medio y los países con economías más desarrolladas de América (Estados Unidos, Brasil, México y Canadá). Establecer, entonces, cuáles son las limitaciones para elevar ese perfil resulta fundamental para esta rama industrial de cara a la presión competitiva que enfrentará en el escenario que se avecina.

Evolución de la demanda de los plásticos

Con el fin de avanzar en la comprensión de la dinámica descrita de la industria de los plásticos, enseguida se analiza el comportamiento de su demanda, a partir de sus fuentes de expansión[13], en procura de establecer su incidencia en el desempeño de la rama durante el período estudiado. Para facilitar el análisis se utiliza como referente y mecanismo de contrastación lo acontecido en la industria en su conjunto.

El comportamiento de la demanda en esta rama presenta algunas similitudes con el mostrado por el sector industrial, pero también diferencias importantes. Las mayores similitudes se encuentran en el importante papel que jugó la demanda interna como fuente de expansión de las ventas durante la década y la creciente importancia de las ventas externas, X, especialmente durante el período de crisis; mientras que la sustitución de importaciones (**Cuadro 5**), a semejanza de lo ocurrido en la industria, también se revirtió a lo largo de la década, solo que en los plásticos esta reversión fue dramática durante la crisis.

Cuadro 5
Dinámica del PIB Industrial y los plásticos
Según fuentes de expansión de la demanda

Componentes	Período		
	86-90	91-95	96-99
Industria			
DI	104.0	127.7	-205.4
SIM	-33.9	-36.7	-4.7
XI	29.9	8.9	110.1
Total	100	100	-100
Plasticos			
DI	-87.1	93.9	193.0
SIM	-7.7	-17.0	-261.7
XI	-5.2	23.1	168.7
Total	-100	100	100

Fuente: DANE, EAM 1986-2000

La pérdida de mercados internos por efectos de la reversión del proceso de sustitución de importaciones son corroborados con contundencia por el crecimiento de las importaciones (**Cuadro 6**). Estas se elevaron de manera vertiginosa durante el período de apertura,

[13] A partir de la descomposición de la demanda en sus fuentes de expansión, esto es, la demanda interna, las exportaciones y la sustitución de importaciones, es posible establecer la contribución de cada una de ellas al incremento de las ventas de la agrupación de los plásticos. Por sustitución de importaciones se entiende la sustitución de productos plásticos importados por nacionales. El caso opuesto lo constituye la reversión del proceso. Al respecto puede verse a Chica (1993).

jalonadas por los bienes de consumo duradero y no duradero. Pasado el *boom* del consumo, durante el período comprendido entre 1996 y 1999 se registró un fuerte incremento de las importaciones de bienes intermedios, esto es, de insumos para esta agrupación, que fueron los responsables de la aguda reversión de la sustitución de importaciones ocurrida al final de la década de los años 90[14]. Debe advertirse, sin embargo, que la pérdida de mercado interno para los fabricantes nacionales, tanto de bienes de consumo finales, como de insumos para la fabricación de los productos plásticos, estuvo acompañada de un importante aumento de las importaciones de bienes de capital, orientados a la modernización de la rama a lo largo de la década.

Cuadro 6

Crecimiento y composición de las importaciones de plásticos

En los años 90 según destino económico (clasificación CUODE)

Millones de dólares corrientes y porcentajes

Período	Total	B. Consumo		B. Intermedios		B. Capital
		Subtotal	Duraderos	Subtotal	Industrial	Subtotal
Crecimiento por períodos (*)						
1991-1995	40.9	50.6	63.5	30.4	30.4	37.5
1996-1999	24.7	5.7	-13.8	51.7	51.7	38.4
2000	14.8	17.8	15.8	13.6	13.6	3.7
Participación promedio (**)						
1991-1995	100.0	52.6	40.6	42.3	100.0	5.1
1996-1999	100.0	42.4	28.8	53.0	100.0	4.6
2000	100.0	38.7	20.4	57.5	100.0	3.8

Fuente: UMI - Ministerio de Desarrollo

* Tasas de crecimiento anuales promedio por período, en millones de dólares

** En porcentajes

En igual sentido, debe advertirse que durante la década se registró un aumento de las exportaciones de plásticos mayor que en el sector industrial y que, debido a ello, las ventas externas fueron más importantes en la agrupación como fuente de incremento de las ventas que en la industria. Adicionalmente, la demanda interna en esta rama jugó un papel positivo a lo largo de toda la década y si bien se redujo su ritmo de crecimiento, este no se tornó negativo como ocurrió en el agregado de la industria (Cuadro 5).

[14] Dada la sensibilidad de esta agrupación frente a los cambios en los precios del petróleo y, por extensión, en los precios de las resinas que constituyen sus materias primas, es posible que ese aumento de las importaciones esté vinculado en una proporción importante a efectos de precios antes que a aumentos en las cantidades importadas.

Visto en conjunto, el comportamiento de la demanda por productos plásticos fue muy superior al registrado en la industria. El **Cuadro 7** muestra que en la rama la utilización de la capacidad de planta, como un indicador del nivel de demanda, fue más alta que el encontrado en el sector durante el transcurso de la década; además, descendió lentamente, a diferencia de lo ocurrido con el agregado industrial, que se desplomó durante el período de crisis. Poca duda cabe, entonces, de que la dinámica de la demanda incidió en mayor grado en el mejor desempeño de la rama que en el del sector industrial.

Cuadro 7
Demanda de plásticos en los años 90
Según capacidad utilizada

Período	Capacidad utilizada
Plásticos	
1991 - 1995	76.0
1996 - 1999	73.5
2000 - 2002	69.1
Industria	
1992 - 1995	74.5
1996 - 1999	68.0
2000 - 2002	67.9

Fuente: Fedesarrollo

Al analizar la evolución de la demanda por períodos, las diferencias entre lo acontecido en la rama y en la industria son más protuberantes. En los años que antecedieron a la apertura, los plásticos enfrentaron una fuerte reducción de sus ventas en los frentes externo e interno, mientras que el sector industrial crecía impulsado por la dinámica del mercado interno y las exportaciones. Durante la apertura, tanto en la rama como en el conjunto del sector, la demanda creció de manera importante; sin embargo, la crisis en esta agrupación fue menos acentuada y la reactivación fue más acelerada y profunda que en la industria. Una mirada al papel de sus fuentes de expansión indica que la dinámica de las ventas internas se resintió durante la crisis, pero continuó siendo positiva; la dinámica de las exportaciones en el transcurso de la década tuvo un papel positivo que se acrecentó durante la crisis y aún más en los años postcrisis; finalmente, la reversión de la sustitución de importaciones se profundizó de manera ostensible en los años de crisis, revelándose así la ocupación de mercados internos por productos extranjeros en algunos renglones de la rama, pero el simultáneo incremento de las exportaciones sugiere la especialización de esta agrupación en algunas de sus actividades con mayor orientación exportadora. Esto constituye una respuesta a la mayor competencia en el mercado interno, pero también una forma de escapar a las restricciones y contingencias del mercado interno.

El comportamiento de la demanda de los productos plásticos reclama algunas consideraciones. En primer lugar, este resulta un tanto extraño si se tiene en cuenta que una parte sustancial de sus productos constituyen bienes intermedios y por tanto están estrechamente vinculados a la dinámica de las empresas fabricantes de los bienes industriales, agrícolas y de la construcción que los demandan, empresas que atravesaron fuertes vicisitudes reflejadas en las tasas de crecimientos más bajas de la historia económica reciente de estos sectores productivos del país. En segundo lugar, ese desempeño revela la gran capacidad que todavía muestran estos productos de sustituir productos elaborados con otras materias primas y materiales. En tercer lugar, debe advertirse que los niveles de consumo per cápita de resinas plásticas en Colombia son comparativamente bajos, incluso frente a países de un nivel semejante de desarrollo, razón por la cual puede afirmarse que todavía existe una demanda potencial que permite esperar hacia el futuro importantes niveles de crecimiento de la rama.

El desempeño productivo y la evolución de los plásticos

Los cambios y contingencias vividas por el sector industrial durante la década de los años 90 impulsaron importantes transformaciones al interior de las empresas. El sentido y los efectos de estos cambios en la agrupación de los plásticos se intentarán establecer a partir del análisis del desempeño productivo y económico[15] de sus empresas.

Con relación al desempeño productivo de los plásticos debe advertirse, de entrada, que este mejoró sustancialmente durante los años 90, y en mayor grado que en el sector industrial. En efecto, tal como lo revela el **Cuadro 8**, durante la década aumentó de manera sustancial el nivel del VA como proporción de la PB de la agrupación. Este avance fue sustancialmente mayor que el registrado en la industria; tanto que le sirvió para remontar una desventaja de 4% que tenía a finales de los años 80 frente al agregado industrial y colocarse con una proporción del 45% de VA frente a la PB al final de la década del 90; nivel que le permitió a la agrupación superar ligeramente el VA obtenido por la industria en su conjunto (de la transformación de sus insumos).

Esos avances productivos se originaron en una sustancial reducción de los costos representados en el consumo intermedio, CI. Esto se debió en gran medida al descenso de los precios de los insumos importados que ocasionó la apertura a través de la reducción de

[15] Por desempeño productivo aquí se entiende a la eficiencia en el uso de los recursos y factores productivos (materias primas, capital y trabajo) de las empresas, que se refleja tanto en la productividad de los factores (el trabajo en este caso) como en el grado de generación de valor agregado dentro de la producción efectuada. El desempeño económico (asociado en alto grado al desempeño productivo) se refiere a los resultados económicos alcanzados por las empresas por efecto de su actividad productiva. Estos se capturan a través de indicadores tales como las utilidades operacionales, los márgenes de utilidad y la rentabilidad del capital invertido en la industria. Por restricciones de recursos (dinero, tiempo e información) se utilizará como indicador del desempeño económico al excedente bruto de explotación (EBE), tal como es calculado por la UMI del Ministerio de Desarrollo Económico, hoy integrada al Ministerio de Comercio Exterior e Industria.

los aranceles; fenómeno que se reforzó con el ciclo favorable de los precios de las materias primas derivadas del petróleo, en particular en los años 92-93, situación que contrastaba con los precios altos presentados a fines de los 80 (Cárdenas, 1996). A ello se sumó el efecto positivo sobre los agregados de la rama que produjo el aumento de la participación en el total de la rama de actividades como la fabricación de empaques y envases (35605), que tiene niveles de productividad mayores que el promedio de la agrupación.

Cuadro 8

Estructura de costos plásticos y total industria

Composición en porcentajes

	Composición		
	1986-1990	1991-1995	1996-1999
Plásticos			
PB	100.0	100.0	100.0
CI	65.6	58.2	54.3
VA	34.4	41.8	45.7
TR	6.5	8.5	9.3
EBE	28.0	33.3	36.4
Industria			
PB	100.0	100.0	100.0
CI	61.2	58.2	54.5
VA	38.8	41.8	45.5
TR	5.9	7.3	7.3
EBE	32.9	34.4	38.1

Fuente: DANE, EAM 1986-1999

En la mejora del desempeño productivo de la agrupación también incidió de manera importante la elevación de la productividad, reflejada en los sustanciales incrementos alcanzados en la productividad del trabajo, PVL. Esta, tal como lo revela el **Cuadro 9**, aumentó de manera considerable en la década, especialmente durante la crisis. Este crecimiento se originó en los significativos procesos de modernización, tanto en las tecnologías duras (en el aumento en la importación de bienes de capital para la rama) como blandas; en el descenso de los costos variables mediante subcontratación y *outsourcing*; en el paso del trabajo de planta a proveedores (Cárdenas, 1996); en la mayor competencia de las empresas extranjeras; en las mejoras inducidas por los procesos de internacionalización de algunas de sus empresas.

Buena parte de los procesos de modernización estuvo soportada en las nuevas tecnologías incorporadas en la importación de maquinaria y equipos que, según lo revela el acelerado crecimiento de las importaciones de bienes de capital para esta agrupación, no solo fue alto sino sostenidamente alto, pues tal como lo ilustra el Cuadro 6 bordearon el

38% entre 1991 y 1999. Otra parte de esa modernización operó a través de la incorporación de nuevas tecnologías administrativas, representadas en prácticas tales como la referenciación competitiva, en la incorporación de tecnologías de información, o en la obtención de certificaciones de calidad.

Ahora bien, las transformaciones presentadas en las empresas del sector y las mejoras alcanzadas en su desempeño productivo contribuyeron a mejorar sus resultados (desempeños) económicos. Esto se aprecia en el Cuadro 8 en el aumento sustancial del excedente bruto de explotación, EBE, el cual se elevó del 28% al 36.4% de valor de la PB. Aumento que fue mayor que el registrado en el sector industrial en su conjunto, y que contribuyó a la elevación de los márgenes de rentabilidad ofrecidos por las empresas. Esto se logró a pesar de que el aumento del salario medio fue superior al registrado en la productividad de los trabajadores, hecho que comprimió levemente los márgenes de utilidades de los empresarios.

Cuadro 9
Productividad y costo laboral
Plásticos e industria nacional
Por períodos

	Períodos		
	1986-1990	1991-1995	1996-1999
Plásticos			
PVL	6.53	6.89	9.90
RM	1.23	1.39	2.01
CLU	0.19	0.20	0.20
Industria Nacional			
PVL	7.72	8.53	11.35
RM	1.17	1.49	1.83
CLU	0.15	0.17	0.16

Fuente: DANE, EAM 1986-1999

Este comportamiento señala con claridad que las transformaciones producidas al interior de las empresas de la rama tuvieron un alto y positivo impacto sobre sus resultados económicos. Las mejoras en sus procesos productivos y en sus productos se tradujeron en aumentos importantes en sus EBE. Queda por establecer, en qué medida los pagos a terceros (como al gobierno a través de los impuestos o al sector financiero a través de los intereses) pudieron reducir los márgenes de utilidad neta, hecho que escapa al objetivo de este estudio; también, en qué medida los cambios ocurridos en los mercados mundiales en los dos últimos años pueden haber afectado los resultados económicos, en particular, los efectos

sobre los costos derivados de los aumentos de los precios del petróleo y la agudización de la recesión en algunos de sus mercados de destino tanto en Norteamérica como en Latinoamérica. Los indicios existentes sugieren que los han afectado en alto grado, pues en el año 2002 el índice de rentabilidad de esta agrupación fue negativo según los resultados del estudio de Ferrari y Aragón (2003).

El desempeño tecnológico de la industria de los plásticos

Si bien el estudio centra sus análisis en los estudios de caso, a semejanza de lo ocurrido en la parte económica, aquí se intentan esbozar algunos rasgos generales de las características tecnológicas de esta agrupación industria, y de su comportamiento tecnológico, con el fin de que los resultados arrojados sirvan de referentes, así sean lejanos, para los diagnósticos tecnológicos de las empresas[16].

Las características tecnológicas y el comportamiento tecnológico de los plásticos

Aquí se considera que los rasgos que determinan los patrones de cambio tecnológico de la agrupación (a la manera de Pavitt, 1984), así como los factores de índole macroeconómica y la conducta tecnológica de la firma (Katz, 1983), determinaron en gran medida el desempeño tecnológico de la agrupación de los plásticos.

Con relación al primer punto debe señalarse que si bien Pavitt (1984) considera que los plásticos se inscriben dentro de las industrias intensivas en escala —que efectúan altas contribuciones a su propio desarrollo tecnológico—, en forma análoga a lo que ocurre con la mayor parte de las ramas industriales en el país, en Colombia esta agrupación se asemeja más a aquellas dominadas por el proveedor.

Ese hecho contribuye en alto grado a definir las cotas superiores de las capacidades tecnológicas, así como de las innovaciones realizadas en la rama. En efecto, a diferencia de lo acontecido en otros países en vía de desarrollo, como China y Corea, que han avanzado a pasos agigantados en el desarrollo y construcción de maquinaria y equipo para la fabricación de productos plásticos, en el país está lejana esa posibilidad. Por ello, el grueso del cambio técnico en materia de procesos viene incorporado en la maquinaria y equipos importados, y parte sustancial de las innovaciones desarrolladas en el país son de carácter adaptativo, incrementales y de limitado alcance en el ámbito de los mercados internacionales. Por otro lado, la industria petroquímica en el país cuenta con pocas posibilidades de investigación y desarrollo de nuevas resinas para la fabricación de productos

[16] Debido a que esta parte no se encuentra en el foco del estudio, a las restricciones de información y a la carencia de estudios sobre el particular, los planteamientos aquí efectuados tienen rasgos más de hipótesis de trabajo que de resultados definitivos de una caracterización tecnológica de esta agrupación industrial.

plásticos. A causa de esto, antes que crear nuevas resinas, las actividades e innovaciones tecnológicas en las empresas de la agrupación se circunscriben a innovar con sus productos mediante nuevas mezclas de sus materias primas, y a efectuar adaptaciones de los nuevos productos elaborados en los países de mayor desarrollo tecnológico.

Con relación al segundo punto, los factores de índole macroeconómica, parece adecuado plantear a nivel de hipótesis, que la presión competitiva provocada por los productos extranjeros, a raíz de la apertura, junto con la reducción de los costos de las materias primas importadas presentada a comienzo de la década, y la necesidad de exportar, como mecanismo para superar las limitaciones de un mercado estrecho y comprimido por la crisis, incidieron en la importante modernización de la agrupación de los plásticos.

Si a las anteriores condiciones se adicionan las oportunidades de mercado abiertas por la capacidad de reemplazo de productos elaborados con otras materias primas, es posible presumir que la agrupación pudo diversificar sus productos y mercados en un proceso que auspició el desarrollo de numerosas innovaciones, y que esto incidió, a su vez, en su sobresaliente desempeño económico. Esta hipótesis es apuntalada por los resultados arrojados por los estudios que han analizado el comportamiento de la industria colombiana tanto en el plano económico como tecnológico, que concuerdan en señalar que las agrupaciones con mejor desempeño lo lograron en ambos campos y, al mismo tiempo, en mostrar que entre ellas se destacan los plásticos. En tal sentido, Bonilla (2001) y Malaver (2002) ilustran cómo las ramas con mejor desempeño económico, expresado en crecimientos más altos en el valor agregado, la producción y las exportaciones durante los años 90, también obtienen mayores logros tecnológicos, expresados en los niveles y alcances de la innovación realizada. Por su parte, el trabajo de Ramírez (1998) muestra a la agrupación de los plásticos como una de las que supera los niveles de inversión promedio de la industria y se encuentra entre las que obtienen mayores niveles de innovación.

Con relación al tercer punto, estos resultados parecen haber contribuido a generar una conducta tecnológica de las empresas de la agrupación, que supera los esfuerzos y logros alcanzados por otras ramas industriales en Colombia. Al respecto, en las siguientes secciones se profundiza en el análisis del desempeño tecnológico de esta agrupación, con el fin de brindar elementos que contribuyan a dilucidar los resultados arrojados por los estudios de caso. Para ello se ahonda en la descripción de sus esfuerzos como en sus logros tecnológicos relativos.

Los esfuerzos tecnológicos realizados en la agrupación

Para el desarrollo de las capacidades y resultados tecnológicos esta agrupación cuenta, tal como se ha señalado, con condiciones relativamente favorables. Entre ellas se destacan las oportunidades de negocio derivadas de las posibilidades de reemplazar una amplia gama de productos elaborados con otros materiales; los avances tecnológicos de las empresas transnacionales situadas en las actividades de la petroquímica que se traducen en desarrollos en las resinas e

insumos utilizados para fabricar productos plásticos; la presión competitiva para modernizarse; los bajos niveles de consumo per cápita de estos bienes en el país; y la alta proporción de empresas jóvenes, con menos de treinta años de fundadas, que pueblan esta agrupación.

A lo anterior se agregan los mayores esfuerzos relativos realizados en materia tecnológica por las empresas de esta agrupación frente a las del conjunto de la industria. Estos se revelan superiores cuando se utiliza como indicador del esfuerzo los recursos invertidos en I&D y en nuevas tecnologías incorporadas al capital[17] por una empresa promedio de la agrupación de los plásticos, frente a una del sector industrial en su conjunto, tal como lo ilustra el **Cuadro 10.** En diseño industrial, así como en tecnologías no incorporadas al capital, sus promedios de inversión son similares a los realizados por el sector. Estos niveles de inversión son, sin embargo, muy inferiores a los registrados en los países desarrollados, e incluso en países en vía de desarrollo, tales como Corea o China, en los cuales esta rama es intensiva en sus escalas de producción y además fabrican maquinaria y equipo para la elaboración de productos plásticos.

Cuadro 10

Inversiones en desarrollo tecnológico

Industria nacional y plásticos

Promedio por empresa y como proporción de las ventas (1996)

Sector	TIC (*)	I+D (*)	Diseño	TNIC (*)
Plásticos				
IE	0.51	0.64	0.7	0.7
IA	1.51	0.11	0.2	0.0
PI	NA	NA	NA	NA
NI	0.00	0.00	0.0	0.0
Empresa promedio	1.20	0.15	0.2	0.1
Industria				
IE	2.68	0.90	0.7	0.2
IA	1.29	0.06	0.3	0.1
PI	0.37	0.03	0.1	0.0
NI	0.00	0.00	0.0	0.0
Empresa promedio	1.05	0.12	0.2	0.1

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

(*): TIC: tecnología incorporada al capital; I+D: investigación y desarrollo;
TNIC: tecnología no incorporada al capital

[17] Los niveles arrojados por este indicador en particular son confirmados por los elevados incrementos en la importación de bienes de capital destinados a la agrupación de los plásticos que reporta el cuadro 6.

Además de realizar un mayor esfuerzo tecnológico, esta agrupación cuenta con una mano de obra más calificada que el promedio del sector industrial. Al respecto, los resultados arrojados por la Encuesta de Desarrollo Tecnológico permiten establecer que mientras el personal ocupado por la agrupación representa el 3.6% del total empleado por la industria, el ocupado en la producción corresponde al 4.0%, y el empleo calificado en la producción, esto es, el personal con título profesional o de postgrado, equivale al 4.7% del total de la industria (Malaver, 2002), y lo que es más importante, la proporción de empleados calificados de la producción vinculados a los proyectos de I&D en las empresas de plásticos es igual al 22.6%, mientras que en el total industrial representa el 9.1% (Durán, *et al.*, 2000).

Los resultados tecnológicos obtenidos por la agrupación

Los esfuerzos tecnológicos realizados por las empresas de la agrupación se traducen en un desempeño que es bastante superior al registrado en el agregado industrial expresado en los niveles y alcances de sus innovaciones [18]. Así lo corroboran los resultados arrojados por el **Cuadro 11**. En éste se revela cómo la proporción de empresas que realizan los desarrollos con mayor grado de innovación y mayor alcance geográfico (mercados internacionales), esto es, las que realizan innovaciones en sentido estricto, es más alta en esta agrupación que en el promedio de las empresas del sector[19]. Mayor es la ventaja de esta rama en lo relacionado con las empresas que efectúan innovaciones en sentido amplio, con lo cual se confirma que, de una parte, la presión competitiva y las oportunidades de mercado surgidas de las ventajosas características de este producto propician una numerosa cantidad de innovaciones, pero, de otra parte, el perfil tecnológico de la agrupación en el país hace que el mayor porcentaje de esas innovaciones sean adaptativas e incrementales.

---

[18] En tal sentido, Durán, *et al.* (1998), clasifican a las empresas industriales en cuatro categorías de acuerdo con sus actividades y resultados de innovación: las empresas innovadoras en sentido estricto, las cuales realizan actividades de I&D y otras actividades conducentes a la innovación, y obtienen innovaciones de alcance internacional; las empresas innovadoras en sentido amplio, las cuales invierten principalmente en adquisición de tecnología incorporada al capital y logran innovaciones para el mercado nacional y la propia empresa; las potencialmente innovadoras, que adelantan actividades conducentes a la innovación pero no han obtenido innovaciones; y las no innovadoras, empresas que no realizan actividade de innovacións y por tal razón no han logrado innovar.

[19] El cuadro 10 nos señala, a su vez, cómo las empresas que obtienen innovaciones en sentido estricto y amplio, lo logran como recompensa a sus mayores esfuerzos de inversión, y que esto ocurre tanto en los plásticos como en la industria en su conjunto.

Cuadro 11
Grado y alcance de las innovaciones
Industria nacional y plásticos
Porcentaje de las empresas frente al total estudiado

Empresas	Grado de innovación				Total
	IE	IA	PI	NI	
351	18.7	48.9	16.2	16.2	100.0
352	21.5	68.6	0.0	9.9	100.0
353	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
354	12.5	62.5	0.0	25.0	100.0
355	13.8	63.0	0.0	23.2	100.0
356	11.0	76.2	0.0	12.7	100.0
35	16.7	67.3	2.6	13.4	100.0
Industria	8.7	61.1	7.5	22.7	100.0

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

La comparación de los logros tecnológicos obtenidos de acuerdo con el tipo de innovación, esto es, de productos o de procesos, señala claras ventajas de la agrupación de los plásticos frente al total industrial (**Cuadro 12**). Esto se observa claramente en las innovaciones de producto que provienen de procesos de I&D formal, y revelan un mayor despliegue de capacidades tecnológicas; también en aquellas que tienen mayor alcance, toda vez que las empresas que efectúan desarrollos que son nuevos para el mercado internacional en esta agrupación representan el 11.4% del total, mientras en el sector industrial apenas equivalen al 3.8% del mismo; o en aquellas que están asociadas a la utilización de insumos (resinas) novedosos.

La proporción de empresas que realizan innovaciones de procesos es mayor que las que realizan innovaciones de producto, tanto en la agrupación de plásticos como en el conjunto industrial. Sin embargo, el bajo porcentaje de empresas que realizan innovaciones de proceso como resultado de actividades de I&D, sugiere que el nivel y alcance de las mismas es mucho menor que los alcanzados en el caso del producto, por las limitaciones señaladas. Por ello, las innovaciones efectuadas constituyen mejoras a los procesos existentes y parecen ser apenas de índole adaptativo. De ser así, éstas corresponderían a las realizadas por industrias dominadas por los proveedores (Pavitt, 1984), con las limitaciones y alcances que esto conlleva.

Cuadro 12
Tipo de innovación en la industria nacional y de plásticos

Tipos de innovación	Porcentaje empresas	
	Plásticos	Industria
Innovación de productos	**61.0**	**44.5**
Producto nuevo para la empresa	46.2	34.1
Producto nuevo para el mercado nacional	38.9	20.9
Producto nuevo para el mercado internacional	11.4	3.8
Mejora tecnológica de un producto existente	47.8	31.2
Producto nuevo como resultado de I+D	22.4	13.9
Producto nuevo asociado con un proceso productivo nuevo	24.6	20.6
Producto nuevo asociado con insumos novedosos	31.3	22.9
Innovación de procesos	**83.0**	**69.0**
Proceso nuevo asociado con un producto nuevo	24.6	20.3
Proceso nuevo asociado con I+D	7.6	7.3
Mejora tecnológica a proceso existente	80.9	62.0
Adquisición de maquinaria y equipo	72.0	59.9
Otros cambios		
Cambios en la organización y a administración de los negocios	**51.2**	**53.1**
Cambios en la gestión y organización del proceso productivo	**65.6**	**60.1**

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

Los resultados arrojados por la Encuesta de Desarrollo Tecnológico sugieren que las innovaciones más importantes de la agrupación, esto es, las de mayor novedad y alcance en términos del mercado, son las de producto. Estas están asociadas a una creatividad estimulada por la competencia, el conocimiento y oportunidades que brinda el mercado, el conocimiento del producto, las oportunidades que abren las nuevas tecnologías incorporadas a la inversión en bienes de capital y a la aparición de insumos (resinas) novedosos. En este último caso, también existen desarrollos realizados al interior de las empresas, pero parecen estar relacionados básicamente con las mezclas y procesamiento de las resinas utilizadas, para adaptarlas a sus necesidades y oportunidades de negocio. Finalmente, no obstante la alta proporción de innovaciones de procesos efectuadas, estas parecen corresponder más a innovaciones menores, de carácter incremental y adaptativo, que a desarrollos producidos por procesos formales de I&D que pongan en juego y desarrollen altas capacidades tecnológicas.

Ahora bien, los resultados arrojados por el análisis del desempeño económico de la agrupación de los plásticos, realizado a comienzos de este trabajo, coinciden con los

estudios citados, al señalar que esta es una de las agrupaciones más dinámicas de la industria en su conjunto y la división industrial de los químicos en particular, y que además esta es una de las que exhibe mejores resultados en materias de innovación.

El grado y sentido de la correlación existente entre desempeño económico y tecnológico se expresan con mayor nitidez en el **Cuadro 13**. En él se muestra con claridad que tanto en la industria en general, como en los plásticos en particular, las empresas que tienen capacidades tecnológicas que les permiten realizar innovaciones en sentido estricto tienen mayores coeficientes exportadores que aquellas que realizan innovaciones en sentido amplio y así sucesivamente.

Cuadro 13

Desempeño económico y tecnológico

Industria nacional y plásticos

Según nivel de exportaciones frente a las ventas

Tipo de empresa	Plásticos	Industria
IE	2.48	3.61
IA	0.66	1.45
PI	N.A	0.85
NI	0.19	0.51
Promedio	0.8	1.38

Fuente: EDT, 1996, DNP - Colciencias

En síntesis, los análisis precedentes apuntan a confirmar los hallazgos de otros estudios en el sentido de que en Colombia las agrupaciones industriales con mejor desempeño tecnológico gozan de mejores resultados económicos, y que entre ellas se destaca la agrupación de los plásticos; sugieren que esto ocurre en el ámbito micro, pues aquellas empresas que cuentan con mayores capacidades y desempeño tecnológico muestran una propensión más alta a competir en los mercados internacionales; también apuntalan la hipótesis en torno a que el perfil tecnológico de la rama conduce a que el grueso de las innovaciones sean de carácter adaptativo e incremental. Los resultados arrojados por los estudios de caso pertenecientes a esta agrupación y que enseguida se presentan, indican, finalmente, que cuando las empresas usan de manera estratégica sus capacidades tecnológicas y de innovación esto les genera ventajas competitivas en el mercado.

Bibliografía

ALTING, Leo (1990), *Procesos para ingeniería de manufactura*, México, Ediciones Alfa Omega.

BONILLA, Guillermo (2000), "Cambio tecnológico y crecimiento económico industrial. Impacto sobre la estructura ocupacional en la industria manufacturera colombiana (1987-1997), *Revista de Economía del Rosario*, Vol. III, No. 2, septiembre, Bogotá.

CÁRDENAS, Ana Rita (sf), "La industria petroquímica y el mercado colombiano hacia el año 2000", Acoplásticos, mimeo.

CÁRDENAS, Ana Rita (1996), "Evolución y futuro del desarrollo de la petroquímica y de los plásticos", en Chica, Ricardo (coordinador), *Crecimiento de la productividad en Colombia: resultados del estudio nacional sobre determinantes del crecimiento de la productividad*, Bogotá, Fonade, cap. 10.

CÁRDENAS, Ana Rita (2001), "Competitividad de la industria química: algunos indicadores internacionales y relaciones comerciales de Colombia", en *XXI Congreso Colombiano de Ingeniería Química*, Bogotá, 17 de agosto.

CHICA, Ricardo (1993), *Crisis y reconversión en la industria colombiana*, Bogotá, CEJA–IPD, Pontificia Universidad Javeriana.

CHUDNOVSKY, Daniel y LÓPEZ, Andrés (1997), *Auge y ocaso del capitalismo asistido. La industria petroquímica latinoamericana*, Buenos Aires, CEPAL–IDRC–Alianza Editorial.

DNP (2002), *Cadena productiva petroquímica – plásticos, caucho y pinturas*, —DNP— Dirección de Desarrollo Empresarial, Grupo de Estudios Sectoriales, Bogotá, Documento de trabajo.

DURÁN, Xavier; IBÁÑEZ, Rodrigo; SALAZAR, Mónica y VARGAS, Marisela (2000), *La innovación tecnológica en Colombia. Características por sector industrial y región geográfica*, Bogotá, OCyT–Colciencias–DNP.

DURÁN, Xavier; IBÁÑEZ, Rodrigo; SALAZAR, Mónica y VARGAS, Marisela (1998), *La innovación Tecnológica en Colombia. Características por tamaño y tipo de empresas*, Bogotá, Colciencias –DNP.

FERRARI, César y ARAGÓN, María (2003), *Rentabilidad y competitividad en la industria manufacturera colombiana, Reporte 2002*, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, policopiado.

KATZ, Jorge (1983), "Cambio tecnológico en la industria metalmecánica latinoamericana. Resultado de un programa de estudios de caso", en *Revista de la CEPAL*, No. 19, abril, Santiago de Chile.

MALAVER, Florentino (2002), "Dinámica y transformaciones de la industria colombiana", en *Cuadernos de Economía*, Nº 36, Bogotá, Universidad Nacional.

PAVITT, Keith (1984), "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", en *Research Policy*, Nº 13, North Hollands, pp. 343-373.

Presidencia de la República (PR), Consejo Nacional de Competitividad (CNP) y Ministerio de Desarrollo (Mindesarrollo) (1998), Acuerdo Sectorial de Desarrollo y Competitividad: *Cadenas productivas de hidrocarburos, petroquímicos, plásticos, cauchos y fibras químicas*, Bogotá, 4 de agosto.

RAMÍREZ, Juan Mauricio (1998), *Demanda de recursos humanos en sectores productivos estratégicos*, Informe de Investigación, mayo, Bogotá, Fedesarrollo, policopiado.

Anexo 1

Dinámica de las agrupaciones de la cadena petroquímica en Colombia
Crecimiento promedio anual por períodos

	351	352	353	354	355	356
# Empresas						
86-90	5.2	2.8	4.7	8.8	-1.5	6.1
91-95	4.8	2.3	0.0	13.6	5.2	3.7
96-99	-3.5	-1.3	4.6	2.4	-4.0	-1.3
Empleo						
86-90	3.4	2.9	2.5	10.7	-2.7	1.3
91-95	-0.4	11.6	6.2	13.0	2.6	8.2
96-99	-5.3	-3.8	-18.6	-14.9	-7.5	-2.3
00-01	-4.1	7.0	5.7	-12.1	6.8	-0.7
Producción						
86-90	8.9	4.9	2.3	6.7	0.9	-3.4
91-95	-1.0	8.0	16.0	12.4	-9.5	10.3
96-99	3.5	-6.9	-9.0	-2.9	-8.6	0.6
00-01	5.2	14.6	29.8	16.5	8.8	8.9
Valor Agregado						
86-90	6.4	6.1	-1.1	7.8	8.3	-1.4
91-95	2.3	13.3	39.7	18.6	5.5	11.7
96-99	5.7	-7.4	-8.0	2.9	-9.5	1.7
00-01	23.7	-4.9	68.0	18.3	13.0	11.2
Exportaciones						
86-90	15.0	0.7	0.0	-8.2	34.9	-8.7
91-95	9.4	33.0	5.4	262.0	7.1	32.9
96-99	4.4	30.5	-43.9	58.4	20.2	7.1
00-01	-6.7	7.4	-17.1	8.8	1.6	25.2
Importaciones						
86-90	11.3	4.4	21.8	17.0	13.1	7.1
91-95	5.3	21.2	3.0	-0.3	25.0	31.5
96-99	4.2	0.2	-22.5	11.6	9.4	8.2
00-01	-3.5	10.0	-27.5	-4.8	-0.5	14.6

Fuente: DANE, EAM 1986-1999

Anexo 2a

Crecimiento de la industria de plásticos

Producción

Actividad	1986/80	1991/1986	1996/1991
35601	4.5	3.2	14.9
35602	7.3	17.9	6.6
35603	-14.6	29.9	-2.3
35604	8.6	4.8	-5.1
35605	-16.8	16.6	30.5
35606	15.4	28.5	0.8
35607	-0.1	-16.9	12.9
35608	11.7	10.6	19.6

Valor agregado

Actividad	1986/80	1991/1986	1996/1991
35601	4.5	3.2	14.9
35602	7.3	17.9	6.6
35603	-14.6	29.9	-2.3
35604	8.6	4.8	-5.1
35605	-16.8	16.6	30.5
35606	15.4	28.5	0.8
35607	-0.1	-16.9	12.9
35608	11.7	10.6	19.6

Productividad laboral (VA/N)

Actividad	1980	1986	1991	1996
35601	197.9	304.2	310.5	602.8
35602	127.1	178.3	171.7	226.3
35603	76.1	113.3	98.9	104.2
35604	206.8	222.7	216.3	274.6
35605	259.2	142.8	145.0	458.2
35606	88.5	161.0	126.7	150.0
35607	74.2	62.5	45.9	128.2
35608	86.7	136.6	127.2	229.8

Crecimiento de la industria de plásticos
Crecimiento productividad

Actividad	1986/80	1991/1986	1996/1991
35601	7.4	0.4	14.2
35602	5.8	-0.8	5.7
35603	6.9	-2.7	1
35604	1.2	-0.6	4.9
35605	-9.5	0.3	25.9
35606	10.5	-4.7	3.4
35607	-2.8	-6	22.8
35608	7.9	-1.4	12.6

Costo laboral unitario

Actividad	1980	1986	1991	1996
35601	0.35	0.26	0.26	0.17
35602	0.31	0.36	0.28	0.34
35603	0.46	0.28	0.23	0.36
35604	0.28	0.25	0.20	0.46
35605	0.13	0.42	0.29	0.13
35606	0.37	0.29	0.26	0.45
35607	0.50	0.52	0.41	0.21
35608	0.36	0.33	0.30	0.28

Fuente: DNP (2002)

Anexo 2b

Diversificación por línea de producción de la industria de plásticos

Actividad	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1996
35601	39.18	38.2	37.22	40.16	35.63	34.36	33.97
35602	0.73	3.09	5.62	8.86	7.88	7.75	6.98
35603	7.75	9.66	3.62	2.41	9.94	12.52	5.58
35604	7.75	9.73	12.8	12.69	11.86	13.81	7.78
35605	9.96	11.55	7.54	10.09	7.46	7.2	17.05
35606	2.8	2.64	6.34	7.37	11.29	9.75	7.76
35607	24.26	19.06	17.39	4.47	3.8	2.11	3.43
35608	7.57	6.06	9.46	13.96	12.14	12.5	17.75
3560	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: DNP (2002)

Anexo 2c

Dinámica de la estructura de la rama de los plásticos en Colombia

Según participaciones de sus actividades industriales en los años 90

CIIU5	Años						
	93	94	95	96	97	98	99
Producción Bruta							
35601	32.3	35.3	41.0	32.7	30.7	27.5	26.6
35602	4.5	5.8	4.7	4.7	5.8	4.9	5.0
35603	16.6	11.1	8.2	4.2	6.9	8.2	12.8
35604	8.4	9.3	9.6	9.6	10.2	12.9	12.8
35605	17.6	16.7	17.3	21.9	23.1	23.6	22.8
35606	4.0	4.6	4.0	7.1	6.7	5.9	5.7
35607	1.0	1.2	1.5	2.0	1.6	1.5	1.6
35608	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35609	15.5	16.0	13.7	17.8	15.0	15.3	12.6
3560	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Personal Total							
35601	21.5	24.5	24.8	14.8	15.7	16.7	16.8
35602	3.9	4.8	4.7	4.3	5.2	4.8	4.3
35603	19.7	11.5	12.4	7.3	8.3	9.1	13.8
35604	7.2	9.3	8.9	8.9	9.4	11.8	10.9
35605	20.3	21.6	22.2	30.5	26.7	26.0	28.1
35606	4.9	6.0	6.2	9.3	10.3	6.8	5.6
35607	2.0	2.6	2.6	3.0	3.0	3.2	2.8
35608	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0
35609	20.4	19.7	18.2	21.7	21.2	21.5	17.7
3560	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Valor Agregado							
35601	32.2	34.2	37.5	33.3	31.2	27.0	24.6
35602	3.3	4.4	3.3	3.1	4.6	3.4	3.9
35603	17.5	11.5	8.4	4.0	7.2	8.6	13.6
35604	6.6	7.2	7.9	6.4	6.8	10.7	10.1
35605	19.3	19.1	19.4	23.4	24.3	24.2	25.5
35606	3.9	5.2	5.4	8.5	8.5	7.4	7.0
35607	1.0	1.2	1.6	2.4	1.7	1.7	1.7
35608	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35609	16.1	17.1	16.4	18.7	15.7	16.9	13.6
3560	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: DANE, EAM 1986-1999

Industrias Rambal S.A.

Jaime Alberto Camacho Pico
Humberto Pradilla Ardila
Piedad Arenas Díaz
Luis Eduardo Becerra Ardila
*Germán Acevedo Rodríguez**

Presentación de la empresa

Razón social: Industrias Rambal S.A.[1]
Localización. Carretera Palenque – Café Madrid, Parque Industrial de Bucaramanga, Manzana E – Calle F No. 71, Girón (Santander)
Gerente: Raimund Gerstner
Sector industrial: Petroquímica (transformación de plásticos)

Breve historia

La experiencia y conocimiento en la transformación del plástico llevan a que en 1974 el ciudadano alemán Raimund Gerstner, cree jurídicamente en la ciudad de Bogotá, Industrias Rambal, empresa dedicada a los servicios de consultoría y asesoría a empresas que por aquella época desarrollaban su actividad productiva en el referido sector.

Dos años después, la empresa se traslada a Piedecuesta (Santander), en donde, sin descuidar las labores de asesoría y consultoría, amplía su objeto a la fabricación y comercialización de envases de plástico. El crecimiento gradual que tuvo en la nueva sede, llevó a que la empresa en 1982 fabricara una variedad de envases de plástico, con sus

* Investigadores del Centro para la Innovación y la Tecnología, INNOTEC, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander –UIS–.

1 Los autores agradecen a Raimund Gerstner, gerente de Industrias Rambal; Ricardo Ortiz, director técnico, y Alejandra Romero, estudiante en práctica industrial, por la información y la colaboración brindada para el desarrollo del caso.

correspondientes tapas, desde las más pequeñas dimensiones hasta las de un litro; para el mismo año, se instaló la línea de impresión sobre envases.

Se podría considerar 1987 como el punto de partida de los esfuerzos innovadores en Rambal, dado que a la producción de las líneas tradicionales con que nació, se adiciona la fabricación de cápsulas[2] para insecticidas caseros y de productos plásticos para el hogar.

En 1998, ya instalada en la actual sede en la Zona Industrial de Bucaramanga, se aumenta la capacidad instalada de las líneas no tradicionales, vía la adquisición de nueva tecnología soportada en maquinaria de control numérico, a partir de la cual se desarrollaron marcas propias de insecticidas naturales y sistemas de inyección por soplado para envases de PET, esfuerzos que concluyen con la obtención del certificado de aseguramiento de la calidad ISO 9002.

Actualmente Rambal manufactura productos plásticos a partir del PET y del polipropileno.

Aspectos generales de la empresa

Política de producción

Rambal fabrica envases plásticos (botellas, recipientes), válvulas plásticas dosificadoras (tapas para envases de tetra-pack), y vaporizadores o emanadores eléctricos para insecticidas, fragancias y ambientadores; cada línea representa aproximadamente el 33% del actual volumen de ventas.

Dadas las condiciones del mercado interno, durante los últimos años se ha dado preferencia a la ejecución de proyectos orientados al desarrollo de productos con alto perfil para competir en mercados de exportación, tomando incluso el riesgo de abandonar algunas líneas que abastecen pequeños nichos de mercado nacional, por considerarlas próximas a su total saturación.

Hoy la estrategia está orientada a la elaboración de productos nuevos o innovados para mercados externos, tendencia solidificada en parte por las malas experiencias pasadas del copidiseño[3] de algunos productos, cuyos resultados fueron desastrosos. Su filosofía, a partir de entonces, se enfoca a producir cosas nuevas, en lugar de quitar el mercado de artículos que otros ya fabrican, aunque esto signifique mayor tiempo de desarrollo. El concepto se ha interiorizado a tal punto que se ha dejado de fabricar un artículo que se considera en su fase de madurez comercial, y se ha hecho la transferencia tecnológica para que otra empresa lo siga ofreciendo en el mercado.

---

2 Recipientes plásticos que contienen las pastillas insecticidas que se conectan a la electricidad.

3 Estrategia de producción que consiste en fabricar productos a partir de los desarrollos existentes en el mercado, sin agregarle ningún valor.

En términos de estandarización se trabaja con logística humana[4] en la elaboración de hojas de procedimiento hasta lograr que el proceso se vuelva rutinario, con el propósito de disminuir el tiempo de desarrollo del producto, por cuanto los tiempos estimados entre el desarrollo de la idea y la comercialización del producto es uno de los principales problemas que afronta la empresa, a pesar de que en algunos casos, los menos, se han logrado desarrollar algunos productos en corto tiempo. Igualmente, los trabajadores u operarios desempeñan una labor polivalente, es decir, están capacitados para desempeñar diversas funciones en diversas máquinas y efectuar varios trabajos.

La producción en Rambal S.A. se desarrolla alrededor del cumplimiento de los siguientes estándares:

- Buenas prácticas de manufactura
- Decreto 3075 del Ministerio de Salud
- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001 para el sistema de gestión de calidad
- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 2A59-0-1 para los planes de muestreo para inspección
- Normas colombianas ICONTEC para productos plásticos

Para ello ha definido su política de calidad: "suministrar soluciones con calidad involucrando productos plásticos, cambiando paradigmas y mejorando continuamente en bien de clientes colaboradores y accionistas, con espíritu emprendedor y respetando y cuidando el entorno ecológico".

Rambal S.A. ha alcanzado una excelente imagen y experiencia en los mercados nacionales e internacionales, como consecuencia de una alta calidad en los productos, y precios competitivos respaldados por un eficaz servicio y una excelente atención al cliente.

Materias primas

Los principales polímeros empleados en Rambal S.A., para sus procesos de producción son:

- Poliolefinas (polietileno –PE– y polipropileno –PP–, en diferentes densidades)
- Polímeros vinílicos (cloruro de polivinilo –PVC– y cloruro de polivinilideno – PVDC–)
- Poliestireno –PS–
- Polipropileno –PP–
- Resinas de Acrilo –Nitrilo – Butadieno – Estireno, ABS Poliamida (Nylon – PA)
- Etileno acetato de vinilo – EVA –
- Poliéster –PET–

[4] El término logística humana hace referencia a la capacidad de los operarios para construir los diagramas de procesos de los productos y su utilización hasta lograr la estandarización.

El PET, principal insumo utilizado por Rambal S.A., fue descubierto en 1940 en Inglaterra, pero no fue desarrollado comercialmente sino hasta 1947. Es un material termoplástico que puede fundirse o solidificarse en función de la temperatura que se le aplique.

Las más importantes líneas de productos de PET son tres: el de grado textil, el de grado botella, y el de grado film.

Adicionalmente, existe un número muy amplio de aditivos y procesos posteriores a la policondensación, que se introducen en el proceso de fabricación según el uso al que esté destinado el material, a fin de mejorar sus propiedades y ampliar el número de aplicaciones.

Los poliésteres son hoy por hoy los plásticos de mayor volumen de producción en el mundo, a la vez que presentan el mayor crecimiento de su consumo. En 1997 se produjo a nivel mundial un total aproximado de 21 millones de toneladas, y se espera que para 2007 el consumo mundial supere los 36.5 millones.

A pesar de lo reciente de su desarrollo, el PET de grado botella se halla actualmente a la vanguardia de la industria europea del envasado. La primera comercialización del PET se llevó a cabo en EEUU, en Europa se produce desde 1974. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento de su demanda, debida principalmente a que ofrece unas características especiales en cuanto a la resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo, lo cual conlleva un beneficio añadido para el consumidor final.

Aunque comúnmente se asocia el embotellado a las bebidas gaseosas, el PET tiene infinidad de usos. Su más reciente y exitosa aplicación ha sido el envasado de aguas minerales, copando prácticamente la totalidad del mercado en detrimento del PVC.

También se ha comenzado a utilizar para el envasado de productos farmacéuticos o alimenticios, como salsas y mermeladas. El próximo reto es el envasado de leche, y sobre todo de cerveza, mercados donde ya se han emprendido pequeñas pero decididas aproximaciones.

Características del PET

- Excelente resistencia química, frente a ácidos, bases, sales, jabones, alcoholes y aceites.
- No transmite ningún tipo de olor o sabor a los alimentos.
- Excelentes características de barrera tanto para el agua como para el oxígeno y el anhídrido carbónico.
- Débil propagación a la llama, con combustión lenta.
- Su incineración no da ningún residuo tóxico ni corrosivo.
- Admite esterilización, con rayos gamma.
- No sufre blanqueamiento a la tracción o al pegado.
- Resistencia al impacto a cualquier temperatura.
- Sobresale por su transparencia y alto brillo.

Instalaciones

La sede administrativa y de producción de Industrias Rambal S.A. se encuentra ubicada en el Parque Industrial de Bucaramanga, y ocupa un área total aproximada de 4.650 mts^2, que incluye:

- Área de diseño, matricería y mantenimiento
- Área de producción (inyección, soplado, estirado-soplado)
- Área de ensamble de vaporizadores eléctricos y válvulas dosificadoras, y de control de calidad (laboratorio)
- Área de bodegas (insumos, producto terminado), y de mezclado y recuperación de materiales
- Áreas comunes, de oficinas, parqueaderos y zona verde

Maquinaria y equipo

Industrias Rambal cuenta con un parque de 14 máquinas para los procesos de inyección, 5 máquinas para los procesos de soplado, 5 para los procesos de estirado - soplado, y la maquinaria y el equipo necesario para los procesos de ensamble. Adicionalmente, la matricería se diseña asistida por computador, para lo cual también se cuenta con la correspondiente tecnología.

Las líneas de producción están en capacidad de manufacturar:

- Línea de Diseño, matricería y mantenimiento: fabricación de moldes en acero, troqueles y maquinaria, servicio de mantenimiento, diseño de maquinaria y equipo basado en sistemas de control numérico CNC computarizado.
- Línea de Inyección: fabricación de partes para aparatos eléctricos, tapas y recipientes en formas especiales, partes para el sector automotriz y de electrodomésticos.
- Línea de Soplado: fabricación de envases y recipientes hasta de 5.000 c.c., para el sector de alimentos.
- Línea de Estirado-soplado: fabricación de envases y recipientes hasta de 3.000 c.c., para el sector de alimentos y laboratorios.
- Línea de Ensamble: estructuras para ambientadores, emanadores eléctricos para el sector de productos de aseo, y válvulas dosificadoras frontales y laterales para el sector de alimentos.

Las operaciones generalmente son de tipo repetitivo y la mayoría de los productos se elaboran completamente en un solo equipo, y un sencillo maquinado adicional para la remoción del retal en piezas inyectadas y sopladas.

Personal

Industrias Rambal S.A. cuenta con 22 empleados directos, que cumplen labores fundamentalmente administrativas y de comercialización; tal recurso humano se complementa con una alianza establecida desde el 16 de enero de 1999 con Coopfabricamos Ltda. Esta cooperativa le provee en planta 73 asociados, vinculados al sistema legal de seguridad social y parafiscal nacional, capacitados y comprometidos con las políticas de calidad de Rambal, mediante un contrato de prestación de servicios en las diferentes áreas y actividades de producción, taller y mantenimiento.

Reconocimiento salarial

El pago de los operarios (los 73 asociados de Coopfabricamos) se hace por labor realizada, es decir, a destajo. Los ingresos del trabajador se calculan al multiplicar un precio monetario fijo preestablecido por pieza producida, por el número de piezas elaboradas conforme a los estándares de calidad, igualmente conocidos con antelación.

Para el personal de administración se tiene definida una estructura salarial con remuneraciones fijas.

Entorno económico y de mercado

Competidores

Por su tamaño y estructura Industrias Rambal es una mediana empresa, con poca competencia a nivel de Bucaramanga, mercado en el que participa con un posicionamiento mayoritario, pero con cierta desventaja a nivel nacional, por la menor capacidad instalada de su infraestructura productiva, en comparación con el tamaño del mercado potencial.

Rambal identifica como las principales empresas competidoras que a nivel nacional se dedican a la elaboración de productos plásticos a Mundipet, Corpacero, Inducol, Metalibec, Vanleer, Pelder Caribe, Plásticos Universal, y Corplast, entre otras; la dinámica del sector en términos de competitividad, tanto de productos como de procesos, obliga a todas las empresas a una constante y permanente actualización, sobre todo en las tecnologías de soplado, las cuales se consolidan como las dominantes, de cara a la innovación de productos derivados de la transformación del plástico.

La participación de Rambal en el mercado colombiano, según el sector industrial de destino de sus productos, se puede apreciar en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1
Participación de Rambal en el mercado colombiano
Según destino de sus productos

Producto	Sector Industrial de Destino	Participación en Ingresos Rambal	Participación Mercado Nacional
Envases	Alimentos – farmacia	40%	5%
Tapas - Válvulas	Alimentos	40%	70%
Aparatos Eléctricos	Farmacia - aseo	15%	80%
Productos Especiales	Farmacia - otros	5%	5%

Fuente: Los autores a partir de datos suministrados por la empresa.

Clientes

Además de la atención del mercado nacional, que como ya se dijo se concentra mayoritariamente en Bucaramanga y su área metropolitana, actualmente Industrias Rambal exporta sus productos a Panamá, México, Costa Rica, Venezuela y Trinidad y Tobago.

Entre sus más importantes clientes, tanto nacionales como internacionales, se encuentran: Santandereana de Aceites S.A. Saceites, Laboratorios Coafarma S. A., Colombina S. A., Compañía Nacional de Levaduras, Industrias Wonder, Schering Plough, Reckitt y Colman, Filtros Partmo S. A., Industrias Regio, Industrias Katori S. A., Industrias Osiris C. A., Gedrim y Cía. Ltda., Soliplast, Panal S.A., Frugal S. A., Alimentos Heinz (Costa Rica), Kraft Foods (Panamá), Disa S. A. (Fruco), Industrias H 24 (México).

Los más importantes productos fabricados por Rambal, junto con el proceso utilizado para tal fin, son:

Proceso: Soplado

Productos: Frasco PP 125 Redondo, Frasco PET 250 Plano, Frasco PET 310 Triangular, Frasco PET 480 Plano, Frasco PET 1000 Redondo, Frasco PP 500 Plano, Frasco PET 500 Plano, Frasco PET 1000 Plano, Frasco PP 250, Frasco PET 3000 Redondo, Tarro PE 500 Beige, Tarro PE 1000 Beige, Tarro PE 2000 Beige, Tarro PE 3000 Beige.

Proceso: Estirado – Soplado

Productos: Frasco PVC de 3.000 c.c.

Proceso: Inyección

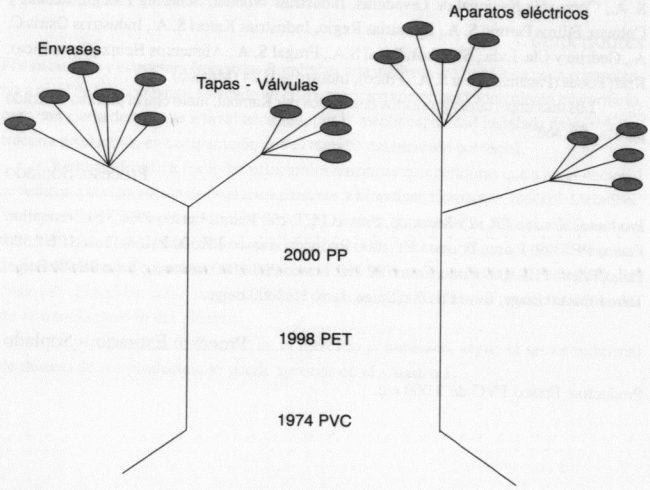
Productos: Base dosificador Frontal (1-4), Base dosificador Lateral (5-8), Base dosificador Lateral (1-4) PEAD, Base dosificador Lateral (1-4) PEBD, Base TEV-B blanco, Base TEV-P azul, Base y tapa ambientador gel, Base y tapa TEV-M, Carcaza Filtro, Disco Gel, Manija Tarro, Portarresistencia, Tapón 28 mm (15-25-35-45), Tapón 28 mm (15-25-35-45), Tapa 38 mm, Tapa 90 mm, Tapa 125 mm, Tapa dosificador lateral roja, Tapa dosificador lateral amarilla, Tapa dosificador frontal, Tapa TEV-P Blanco, Tapa TEV-P azul, Tapa Supergel, Base Supergel.

Proceso: Ensamble

Productos: TEV B 6K8 "Donaire", TEV M 2K4 "S &P", TEV M 6K8 "Cofarma", TEV M 2K4 "Katori", TEV M 2K4 "H-24", dosificador Frontal, dosificador Lateral.

La **Figura 1** ilustra el desarrollo de las capacidades tecnológicas en Rambal, paralelas a la evolución de la materia prima base utilizada en sus procesos productivos, apreciándose de un lado el área tradicional (envases, tapas, válvulas) y de otro, la línea no convencional compuesta por productos plásticos para el hogar.

Figura 1
Desarrollo de capacidades tecnológicas en Industrias Rambal



Fuente: Los autores a partir de información suministrada por la empresa

La apertura económica en Rambal

A diferencia de muchas empresas colombianas, Industrias Rambal, a decir de su gerente, se vio favorecida con los procesos de apertura económica, pues estaba suficientemente preparada para ello, gracias a que dentro de la organización se maneja un ambiente de búsqueda permanente de la innovación, apalancado por la constante preocupación hacia el desarrollo de nuevos productos y hacia la mejora, incremental o radical, de los procesos, de cara a la fabricación de nuevos productos o de los actuales de forma más eficiente.

En un sector industrial en que la dura competencia es quizás el principal motor para el impulso de la innovación, las ideas externas se han constituido en elemento fundamental; sin embargo, la competencia no se percibe como un problema, sino que por el contrario, se tiene claro que no se podría mejorar al ritmo en que se hace, de no ser por su existencia.

Entre 15 y 20% de la actual producción se exporta a los mercados de México, Costa Rica, Panamá, Trinidad y Tobago y Venezuela, siendo el primero de ellos el más fuerte; los mercados de exportación se han visto favorecidos por el permanente incremento del precio del dólar frente al peso, situación que se ha constituido en un incentivo adicional para la búsqueda de mercados externos, razón por la cual se participa continuamente en eventos nacionales e internacionales, en donde no sólo se generan ventas, sino que también se establecen contactos comerciales con proveedores y se adquiere nueva tecnología; como resultado de tal presencia, existe una posibilidad para ingresar al competido mercado chino, decisión que ha sido dejada en remojo por el temor de una revaluación.

La crisis económica que afronta Colombia y en general todos los mercados de Latinoamérica, ha sido un elemento de oportunidad, pues la presión que ejerce sobre las empresas ha permitido a Rambal generar procesos de innovación orientados a satisfacer nuevas necesidades y a disminuir costos; en tal contexto, "hoy no hay más remedio que innovar", dice su gerente.

Análisis estratégico de la innovación

La empresa nació con maquinaria de segunda, traída de Alemania y de Estados Unidos, que para la época se considerada como chatarra; actualmente tales máquinas, junto con otras adquiridas en 1975, continúan operando, pues se aprendió a reconstruirlas y a trabajarlas bajo esquemas de adaptación. Sin embargo, desde hace unos dos años se maneja como política de reconversión, en aras de competir en los mercados modernos, que no se puede trabajar con máquinas que no sean de última generación, dadas las desventajas que se tendrían en términos de velocidades de producción y de especificaciones de productos.

A partir de la filosofía que expresa su gerente, Rambal considera que la innovación es un factor esencial que no puede descuidarse y que las empresas que no la tengan, desaparecen ("no se puede sostener ninguna actividad en la vida productiva de éxito, sin innovar; la innovación es un elemento de nuestra vida industrial, de nuestra vida general, de la vida humana, y es indispensable para sobrevivir").

La empresa, mediante un proceso informal pero permanente y en cabeza de su gerente, evalúa alrededor de cien ideas de innovación al año, para comprimirlas en unas diez, en una aproximación de mayor detalle; si a alguna de ellas se le detectan altas posibilidades, se le dedica tiempo y recursos para tratar de materializarla; "si no se empieza con cien ideas, no se va a llegar a una, que es la que realmente va a dar utilidades", comenta el gerente.

La estrategia de la innovación en Rambal se sustenta en la necesidad de lograr equiparar su tecnología con la tecnología de punta del mercado, para lo cual se hacen desarrollos que mejoran los productos y/o los procesos, llegando incluso en algunas ocasiones a desarrollar maquinaria propia. A lo largo de su historia se observa que la empresa posee una gran capacidad para adaptar su tecnología a nuevos procesos, creando así una nueva tecnología, entendida como conocimiento.

Los resultados de la aplicación del Test de Evaluación de la Cultura Empresarial en Industrias Rambal muestran una empresa con un enfoque externo, que responde a las necesidades de cambio del entorno y que se fundamenta en la filosofía de vida de su gerente y en su apuesta decidida por el cambio y la innovación, manejando esquemas de ruptura de paradigmas.

La generación de la innovación y el equipo innovador

El proceso innovador en Rambal se alimenta de preguntas ("¿y por que?, ¿y por qué?, de manera infantil, casi como un niño", dice el gerente); a partir de ese cuestionamiento y de la observación de las costumbres, actitudes y percepciones de los consumidores en supermercados, se descubre la oportunidad para innovar.

Una vez se ha identificado la situación específica a mejorar, la idea es pasada al equipo de desarrollo, el cual se encarga de elaborar, por prueba y error, el producto con las características propuestas. Esta actividad no se encuentra del todo formalizada; el equipo de desarrollo depende de la instrucción de la gerencia, aunque existen ciertos niveles de informalidad que posibilitan y fomentan la iniciativa de los integrantes del equipo.

Para el gerente es imprescindible "un grupo de gente que actúa como tierra abonada, que tiene que salir con ideas; es muy importante animar a los colaboradores, permitir que cometan errores, y hacer que entiendan que el fracaso es parte de la innovación; si usted no está dispuesto a fracasar, nunca va a innovar, y hay que aceptarlo como un hecho necesario, girando alrededor de la innovación, y con la participación de los clientes. En Rambal hemos hecho unos desarrollos que no sirvieron para nada, por ejemplo, prototipos de veleros plásticos inflables; tenemos un cuarto donde hay equipos y máquinas que no sirvieron para nada, pese a que eran muy bonitas".

El equipo de desarrollo que trabaja en la idea innovadora está compuesto por ingenieros mecánicos, ingenieros químicos, tecnólogos y operarios de producción, a los que en ocasiones se unen algunos asesores contratados para el proyecto.

El desarrollo de la innovación

"La idea de innovación generalmente surge de una necesidad o de una oportunidad del mercado, que se detecta en algún viaje, en charlas con los clientes, estudios de tendencias de los mercados, o a veces observando a la gente y sus hábitos de compra en los supermercados; es en últimas una necesidad del mercado, y es como una necesidad de sobrevivir. Las ideas innovadoras no son el resultado de un proceso preestablecido, sino que se requiere de un ambiente más creativo. El tiempo de maduración de un producto puede durar cerca de tres meses (antes duraba años), y en ese lapso puede ser fácilmente copiado por alguien que lo produce más barato o puede salir algo mejor al mercado; por eso, para Rambal no importa que el producto sea o no rentable hoy; si hay que sacarlo del mercado se saca, porque otro mejor va a salir; no se debe pensar con el corazón para innovar, sino ver la realidad y el futuro", expresa el gerente.

Fiel a los anteriores principios, en Rambal se desarrolla el proceso de innovación, considerándolo más como un elemento de supervivencia y competitividad, que como una práctica del día a día; en tal dinámica, la constante búsqueda de nuevos productos ha motivado el desarrollo de maquinaria y equipo, que sin ser su función primordial, ha generado en varias oportunidades beneficio económico por su comercialización. Estos desarrollos se han llevado a cabo con la colaboración de universidades y de una empresa asociada, especializada en producción de maquinaria; cuando el desarrollo de la innovación ha requerido la realización de pruebas técnicas de laboratorio básicas (vacío, presión, ruptura) o específicas, se ha contado con la colaboración de la Universidad Industrial de Santander, UIS, y del Instituto Colombiano del Petróleo, ICP.

Otras innovaciones se hacen a través del monitoreo de tecnología o vigilancia tecnológica; según el gerente: "nosotros gastamos mucha plata en viajes, asistiendo a ferias o invitando a gente que sabe y que está ubicada en ciertos sitios donde hay mucha información; si usted tiene que tomar una decisión con base en un folleto que le pone un vendedor, está perdido".

En resumen, una vez se ha identificado una oportunidad, se inicia el proceso de gestación de la idea, la cual pasa al equipo de desarrollo para la elaboración del prototipo; en esta fase, se hace monitoreo y se busca la tecnología necesaria para su fabricación, bien sea materiales o equipos; en caso de no existir los equipos necesarios y existiendo la factibilidad de producirlos, se hace el diseño del mismo y se envía a la empresa socia que se encarga de su elaboración; posteriormente el prototipo es sometido a las pruebas técnicas de laboratorio necesarias para garantizar la calidad del producto innovado, luego de lo cual queda disponible para su producción en serie.

Algunas expresiones del gerente ilustran situaciones en las que desarrollos de productos han sido acompañados del desarrollo de equipo: "nosotros hicimos la maquinaria para producir el dosificador de estas pastillas contra los zancudos, pues no existía en el

mercado nacional ni la máquina ni el vaporizador; entonces vino un japonés de la empresa Sumitono, una multinacional muy grande, vio la máquina, dijo que era muy buena y la compró; por esa vía fuimos fabricantes exclusivos de las unidades que se vendieron por intermedio de Sumitono, en Rusia, Irán, el Caribe, Trinidad, Paraguay y Venezuela.

Análisis funcional del manejo de la tecnología y la innovación

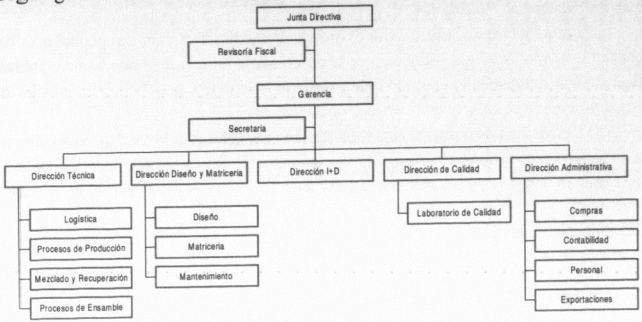
La figura de contratación del personal de producción (a destajo), ha permitido disparar un generador de competitividad basado en la capacidad del equipo de operarios que dependen directamente de la cooperativa; anterior a 1999, los operarios se contrataban directamente por la empresa, y como tal, cumplían con una jornada laboral legal y se les pagaba una suma fija mensual. Esta situación de cambio laboral en la empresa permitió incrementar los volúmenes de producción y mejorar los estándares de calidad, favoreciendo con ello la presencia competitiva de Rambal en los mercados.

La organización se sustenta en los clientes, en los proveedores, en los trabajadores, y en general, en el mercado; posee un departamento de desarrollo encargado de las innovaciones, y su organización como tal es muy flexible, informal y plana, a tal punto que hoy operan sin manuales de funciones. Esta flexibilidad ha permitido interiorizar en el trabajador un ambiente de libertad en su trabajo, bajo esquemas de responsabilidad y calidad; cada operario trabaja como parte de una "gallada"[5] de amigos, y compromete su desempeño en algo específico.

En la **Figura 2** se muestra la estructura orgánica de Industrias Rambal, diseñada con un criterio práctico, para efectos de identificación de cargos y funciones; sin embargo, su operatividad obedece a un esquema plano, en donde los niveles de comunicación son directos, desde y hacia la gerencia, pasando por todos los cargos.

[5] Término utilizado por el gerente para referirse al grado de amistad y compañerismo que hay entre los trabajadores.

Figura 2
Organigrama funcional de Rambal



Fuente: Industrias Rambal S.A.

La gerencia se encarga de mantener el control de los procesos, sin utilizar para ello la instrucción. La toma de decisiones está concentrada totalmente en la gerencia, pero atendiendo la opinión del resto de personal. El control se realiza de manera indirecta, basado en resultados de producción, por cuanto el operario no pertenece directamente a la plantilla de Rambal, sino que trabaja a destajo, lo cual significa que en la medida que produzca y mantenga los atributos de calidad requeridos por el producto, gana más.

El nivel académico y de formación del personal va desde ingenieros y tecnólogos hasta técnicos y empíricos, una de cuyas características es la capacidad de innovar. Sin embargo, requieren unos conocimientos básicos que les permitan entender la tecnología que están trabajando y la que van a desarrollar.

El promedio de edad del personal operativo es inferior a los 40 años, y se cuenta además con estudiantes practicantes de algunas universidades locales, e incluso provenientes de Alemania, situación que ha favorecido la interacción con centros de educación superior para el desarrollo y transferencia de nuevas tecnologías.

El clima organizacional que se percibe es de confianza y responsabilidad, y se fundamenta en un ambiente de cordialidad y buen humor, razón por la cual la empresa motiva a sus trabajadores con acciones que le permitan distensionar su lugar de trabajo.

La empresa no tiene áreas funcionales muy bien definidas, sin que ello implique que no exista la especialización; se cuenta con ingenieros y con personal técnico con conocimiento específico, pero también ha sido política de la empresa que se capaciten en otras labores y actividades (por ejemplo, a los ingenieros se les ha dado formación en contabilidad y finanzas, y cursos en el Sena, que no tienen nada que ver con su función nuclear en

la empresa, con el propósito de dar al empleado una mayor visión de entorno y favorecer el desarrollo de los procesos productivos); permitiendo hacer del personal, trabajadores más polivalentes y multiprocesos.

El nivel jerárquico es mínimo; existe una junta directiva y un gerente del que dependen los departamentos, esquema que obedece más a un concepto que a una organización formal, manteniendo con ello una estructura muy plana, que facilita los niveles de comunicación y de interacción bidireccional.

La estructura de costos se está formalizando por centros de actividad, por cuanto no se contaba con un esquema que permitiera valorar costos de manera detallada, y establecer la verdadera rentabilidad por productos. La función financiera es manejada por la esposa del gerente, y en ella recae todo el manejo contable de la empresa; el mercadeo es realizado directamente por el gerente, para lo cual aprovecha las visitas a ferias y eventos, en donde establece contactos que posteriormente son atendidos por la empresa.

La evaluación de las capacidades tecnológicas en Industrias Rambal, tal como lo ilustra la **Tabla 1,** presenta un resultado satisfactorio en lo atinente con la actualización y vigilancia, y con la función de I+D, variables de gran importancia en todo proceso de innovación.

Tabla 1

Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de Industrias Rambal

(Evaluación cualitativa según escala de Likert)

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica				X	
Formalización del manejo tecnológico			X		
Las decisiones de inversión tecnológica			X		
Incorporación de la tecnología					
• Vigilancia e identificación de la tecnología				X	
• Selección de la tecnología			X		
• Negociación y transferencia tecnológica			X		
• Uso y explotación de la tecnología			X		
Investigación y desarrollo				X	
Eslabonamiento tecnológico			X		
Innovación				X	
Salvaguardia tecnológica			X		
Capacitación y difusión tecnológica		X			
Puntaje máximo alcanzable = 60	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = 39	0	2	21	16	0

Fuente: Los autores a partir de la información suministrada por la empresa

La administración de la innovación

Según piensa el gerente, "en Rambal cada día somos más, razón por la cual hay que poner las cosas en orden; la espontaneidad propicia un ambiente de trabajo muy agradable, pero a veces es contraproducente, porque produce confusión, roces y probabilidades de error"; al hilo de la norma ISO 9002, una persona es la encargada de elaborar y actualizar el Manual de funciones.

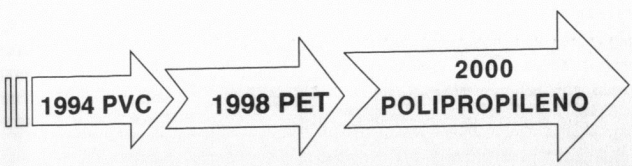
Sobre la toma de decisiones de cara a la innovación, el gerente se queja: "desafortunadamente quedan muchas cosas que no se pueden delegar; el capitán del barco, a pesar de que consulte con todos los marineros, sigue siendo el capitán, y finalmente es quien decide qué ruta seguir y asume consecuentemente toda la responsabilidad; sin embargo, una vez tomado el rumbo, empieza a delegar, porque confía en las personas que lo acompañan y porque quiere que el trabajo se haga de manera eficiente y resulte agradable y divertido para todos".

La matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas denota que Industrias Rambal presenta un grado de desarrollo medio alto, lo cual es el resultado de su política de innovación y preocupación por la utilización de tecnologías de punta.

Pese a que existen algunos aspectos de gestión tecnológica que no han logrado madurez en la empresa, su propósito es mantener un alto grado de competitividad a partir de la innovación, y por esta razón es que no se han formalizado todos los procesos, dado que se quiere dar la posibilidad de utilizar en un mayor grado la creatividad.

Es posible afirmar, entonces, con cierto grado de confianza, que las referidas capacidades tecnológicas fueron eficientemente utilizadas en los tres grandes momentos de desarrollo de la empresa, y que corresponden con la evolución de los insumos utilizados en el proceso productivo (ver **Figura 3).**

Figura 3
Evolución de la materia prima utilizada por Rambal



Fuente: Los autores a partir de la información suministrada por la empresa

Tiempo de desarrollo de la innovación

En la industria de la transformación del plástico, y en particular en los procesos de producción que aplica Industrias Rambal, el tiempo que transcurre desde el momento en que se detecta la oportunidad de innovar, hasta el desarrollo y posterior comercialización del producto, es muy largo, y en algunos casos toma de dos a tres años; sin embargo, y en función de la menor complejidad de la problemática, se han logrado desarrollos rápidos, especialmente cuando se parte de una base previa o cuando se hace alguna combinación de lo existente (innovaciones incrementales).

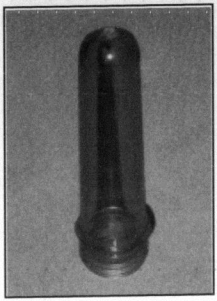
En algunas ocasiones se hace el prototipaje y casi simultáneamente se saca el producto al mercado; al respecto, la opinión del gerente es: "cuando se logra un producto nuevo, salimos masiva e inmediatamente al mercado y al precio definitivo, como si se estuvieran vendiendo volúmenes correspondientes a la etapa de madurez; no estoy muy convencido de vender caro e ir gradualmente bajando de acuerdo a como se vaya metiendo la competencia; eso no tiene sentido, porque si usted se sale del mercado, más anima a los otros a meterse; lo mejor es meterse de una vez, porque la competencia debe estar perdiendo plata y para usted es mejor perder plata inicialmente hasta que por volúmenes llegue al equilibrio; lo que pasa aquí es que un proyecto subsidia a otro. Hay socios y miembros de la junta directiva que me dicen que no le pongo suficiente cuidado a la parte económica; la verdad es que si usted no arriesga, no va a ganar."

En Rambal es normal que cada producto se vuelva la base del siguiente, es decir, que la base tecnológica de un producto es el inicio del desarrollo de otro.

Un caso específico de innovación

Moldeo de soplado por inyección. Los envases no retornables están teniendo un fuerte incremento en la demanda del mercado, en virtud a que el consumidor los juzga como más convenientes para el uso en el hogar. En el proceso de soplado de botellas se reciben las preformas elaboradas a partir de la inyección del PET, hasta obtener la apariencia de un tubo de ensayo o probeta, formada, de un lado, la boca, con una cuerda destinada para aplicar posteriormente la tapa rosca, y del otro un anillo en la parte inferior, que se usa para el transporte neumático de los envases. El peso y longitud de las preformas varía de acuerdo al tamaño final del envase (**Figura 4**).

Figura 4
Probeta de PET



Fuente: Industrias Rambal S.A.

Las probetas se reciben en unos envases de cartón corrugado, los cuales son colocados en un cargador especial para ser enviados a granel a unas tolvas, y desde ahí son elevadas hasta un alimentador lineal de la máquina sopladora. Dicha máquina toma en forma individual cada probeta, que es colocada en un husillo que las transporta con un movimiento de rotación a través de un túnel de calefacción para ser calentadas, con unas lámparas infrarrojas de cuarzo, a su punto de moldeo; al salir del túnel, en forma mecánica, se transfiere cada probeta a su molde, para realizar el presoplado y estirado del material.

A continuación se efectúa el soplado del material, con aire a alta presión (cerca de 500 PSI), para hacer llegar el material contra las cavidades del molde, al tiempo que cada molde es enfriado con agua fría (de 8 a 10 grados centígrados), para su desmoldeo, y de ésta forma poder extraer la botella soplada hacia unos transportadores neumáticos, con destino hacia la etiquetadora. Las botellas etiquetadas se envían a través de transportadores neumáticos, bien a un enjuagador y de ahí a las líneas llenadoras, o bien hacia una paletizadora[6], donde son formadas en camas y separadas en tarimas para ser estibadas. Posteriormente, en la envolvedora son cubiertas con material termoestirable, para su almacenamiento. Las estibas formadas con las botellas son en otro momento, llevadas hacia la despaletizadora, para ser enviadas a la línea de envasado y empacado final.

Innovación de proceso

Uno de los más recientes desarrollos en Industrias Rambal es el relacionado con los envases en PET; para su fabricación convencional se requiere de alta tecnología en máquinas

6 Término para referirse a colocar una pieza sobre un estante o una tarima.

(sopladoras) que trabajan a más de 500 PSI de presión y cuya operación exige alto conocimiento de parte de los operarios y una infraestructura de seguridad muy compleja, condiciones que implican altos costos que Rambal no está en situación de asumir.

El hecho de operar el PET a menos presiones conlleva a que el moldeo no sea fácil de realizar y a que las características del producto final, en cuanto a color y consistencia, no sean las ideales, adicional a que las dimensiones exactas de los envases son difíciles de alcanzar. En tal contexto, y presionada por las condiciones del mercado, Rambal entró a desarrollar un proceso que le permitiera producir envases en PET y que le diera al cliente la calidad esperada por él.

El primer problema consistía en alcanzar altas presiones; la tecnología con la que se opera en Rambal trabajaba en un rango de aproximadamente 150 PSI, muy por debajo de la necesaria para soplar PET y obtener resultados satisfactorios; según el director técnico de Industrias Rambal: "con la infraestrucutra disponible, coger aire a 150 PSI y pasarlo a 500 PSI es casi imposible, pues el solo hecho de comprimirlo requiere de una inversión muy alta, dada la exigencia de equipo robusto". En segundo lugar, la implantación de presiones altas implica montar a la par sistemas de seguridad muy complejos y costosos. Finalmente, el costo de operar altas presiones es muy superior (el orden de la relación del costo de la tecnología está alrededor de 4 a 1, frente a las bajas presiones).

Para lograr mayores presiones se realizaron visitas a otras compañías que operaban máquinas más robustas; a partir de esta observación y de la experiencia de los operarios, se implementaron algunas mejoras en los sistemas de conducción de presión de las máquinas, reemplazando mangueras y piezas por unas de mayor capacidad; con algunos ajustes, y después de varias pruebas, se logró incrementar la presión a cerca de 200 PSI, valor no suficiente, ya que el soplado a esta presión produce un envase de un color muy blanco, cuyo tamaño y forma presentan grandes variaciones con respecto a las especificadas.

De otra parte, la temperatura de soplado debe estar alrededor de los 95°C; a temperaturas superiores el PET se cristaliza, y a temperaturas inferiores no se logra el soplado perfecto. En Rambal se tenía maquinaria que trabajaba a más de 115 °C., y por la propiedad de los materiales, si bien un mayor incremento en la temperatura puede causar una deformación, también puede ocasionar cristalización.

El dilema para Rambal era entonces encontrar la combinación de presión por debajo de 200 PSI (la disponible) y temperaturas hasta de 115°C.

Las pruebas de soplado a presiones de aproximadamente 190 PSI y diferentes temperaturas, originaban productos defectuosos en un 8% aproximadamente (las dimensiones y formas angulares de los envases no se lograban, lo mismo que la contextura y el color del producto), lo cual implicaba altos costos, además de que no se contaba con la tecnología para reciclar PET. Se trabajó por cerca de seis meses haciendo pruebas de variaciones de temperaturas y presiones, hasta que se halló la combinación que permitía trabajar presiones cercanas a los 200 PSI y temperaturas mayores a 95°C, obteniendo una aproximación muy buena de las características deseadas del PET soplado; sin embargo, la

forma del envase no presentaba los acabados ideales en la base, especialmente en sus esquinas, lugares que deben ser totalmente redondos y libres de deformaciones de detalle[7].

Dicha problemática se solucionó, luego de varias pruebas, diseñando moldes con ángulos rectos en la base; de esta manera, el PET se expande más y da una forma curva al terminado de la base; en cuanto al volumen, se mantienen las capacidades solicitadas por el cliente, y se le garan-tiza además, calidad en cuanto a la consistencia y el color, amén de un precio competitivo.

Los parámetros con los cuales se logró el soplado a bajas presiones y altas temperaturas, funcionaban en algunas ocasiones mejor que en otras; factores como la temperatura ambiente y la humedad relativa afectaban el proceso, requiriendo ajustes en las presiones y temperaturas de operación para compensar las variables no controlables y del ambiente.

Hoy la tecnología desarrollada se encuentra totalmente apropiada, razón por la cual ha sido posible disminuir el índice de desperfectos a menos del 1%, situación que no se da cuando se trabaja con equipos de alta tecnología (0% de rechazos), dado que se controlan simultáneamente tanto las variables internas como las externas. Sin embargo, para Industrias Rambal el costo de la tecnología de alta presión significaría una relación cuatro veces superior al costo de operar la tecnología desarrollada internamente. Actualmente se usa esta tecnología para producir envases en PP (polipropileno), por cuanto se trata de una materia prima más económica, que además se puede reciclar a menor costo, en caso de producciones defectuosas.

En la **Figura 5** se muestran algunos envases de PET y PP producidos por Industrias Rambal, con sus correspondientes probetas; el de la izquierda es producido en PP y los dos de la derecha en PET. La diferencia observable radica en el color del material (la botella de PET es mucho más transparente que la de PP), lo cual permite observar con mayor claridad el producto que se adquiere.

Propiedad intelectual

En cuanto a la protección de la tecnología, el gerente de Industrias Rambal comenta: "cuando vemos que tiene sentido, patentamos, incluso, simples envases; tenemos algunas patentes concedidas como protección de diseño; sin embargo, confiamos más en nuestra habilidad (mientras los otros se dan cuenta de lo que tenemos, nosotros ya tenemos otra propuesta mejor); si alguien me dice que necesita una máquina para hacer botellas, yo se la fabrico y se la vendo, pero, cuando esto sucede yo ya tengo otro desarrollo superior".

[7] Se refiere a detalles muy específicos y que no son fundamentales en las dimensiones, como por ejemplo el redondeado en una esquina, una ranura de agarre, etc.

Figura No. 5
Envases en PET y PP



Fuente: Industrias Rambal S.A.

Conclusiones

La innovación en Industrias Rambal se percibe como una necesidad jalonada por el avance tecnológico de la industria de los plásticos y los polímeros; los altos costos de utilizar tecnología de punta hace que para Rambal sea un reto el elaborar productos en base al desarrollo de una tecnología propia, diseñada a partir del conocimiento de los procesos físicos y químicos de los productos y de la estructura físico-química de la materia prima.

La innovación es parte de la ventaja competitiva de la empresa, y en ella se trabaja permanentemente, con mayor énfasis en procesos, pero con derivaciones importantes hacia equipos, moldes y productos, a fin de lograr adaptar el desarrollo tecnológico de la empresa a las necesidades de los clientes.

No todos los proyectos de innovación emprendidos han sido exitosos, a pesar de lo cual se advierte cierta aceptación de un riesgo controlable. Igualmente, en el proceso de desarrollo tecnológico, no siempre ha sido posible aplicar la conceptualización teórica, y muchos son los casos en los cuales se ha consultado, sin éxito, a expertos; sin embargo, esta experiencia ha permitido avanzar en desarrollos posteriores que requirieron utilizar las mismas metodologías.

La mayor parte de las innovaciones han surgido de necesidades de mercado, y su fundamento ha sido la observación y el entendimiento de los procesos; a partir de la combinación de la experiencia y capacidad de sus trabajadores se han logrado los principales desarrollos.

El monitoreo permanente del mercado ha sido factor decisivo en la consecución de los resultados económicos y en la permanencia de la empresa, vía innovaciones, en nichos altamente competitivos; sin embargo, se percibe que la capacidad innovadora es

directamente atribuible al gerente y que la compañía va al ritmo que él impone, situación en la cual no se estaría ante una empresa innovadora, sino ante un empresario innovador.

En el mercado de los envases la innovación no se percibe en el producto final, pues lo que importa, desde la óptica del comprador final, es el contenido del recipiente. En este sector industrial la innovación tiene su principal sustento en los procesos.

Los resultados del Test de la Cultura Empresarial y de la Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas, muestran una empresa con un potencial innovador que se desarrolla de manera informal, en consonancia con la flexibilidad de la organización; sin embargo, existen unos parámetros mínimos de calidad y de manufactura.

El esquema de innovación de Industrias Rambal (por sobre todo incremental antes que radical), es el de la oportunidad a partir de las necesidades del mercado y de la evolución tecnológica que han logrado crear internamente.

Bibliografía

BRIDGES, W. (2000), *The character of organizations: using jungian type in organizational development*, California, Davies- Black Publishing.

Documentación de la empresa.

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela (2003), "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela (2003), "Dinámica económica y tecnológica de la cadena petroquímica – plásticos en Colombia", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

Icobandas S.A.

Reinaldo Erazo Rodríguez, Carlos Alberto González Callejas, José Tomás Jaramillo Salazar, Enrique Peña Forero, Guillermo Enrique Santacruz Ruiz.
Grupo de Investigación en Ciencias Contables, Económicas y Administrativas – GICEA, Universidad del Cauca.

La empresa y su evolución

Antecedentes históricos

Icobandas es una sociedad anónima creada mediante escritura pública No. 593 del 5 de mayo de 1973, de la Notaría Primera del Círculo de Popayán, sus fundadores fueron: Juan Zambrano Muñoz, Rafael Maldonado Sandoval, Mario Colmenares Forero, Felipe Zambrano Muñoz, Aurelio Iragorri Hormaza, Juan Caicedo Ayerbe, González Hermanos Ltda., Triarco Ltda., Luz María Orejuela Delgado, María Luisa Rodríguez de Colmenares, Hermencia Albañil de Maldonado y Víctor Manuel Caicedo Ayerbe. Desde su fundación hasta el presente su gerente ha sido el ingeniero civil Juan Zambrano Muñoz. La empresa se dedica a la producción y comercialización de bandas de caucho, de transmisión y transportadoras, y se encuentra ubicada en el sector norte de la ciudad de Popayán. Icobandas S.A. ha adoptado como una importante estrategia competitiva la de tener contacto directo con el consumidor final, ya que ello le permite brindarle un adecuado servicio, y de esta forma ir ganando su confianza y su fidelidad. Para ello creó agencias de ventas en Barranquilla, Bogotá (2), Bucaramanga, Cali, Ibagué y Medellín. El mercado de sus productos es tanto nacional como internacional, y dentro de este último se destacan Ecuador, Bolivia, Perú, Venezuela y Centroamérica.

La estructura organizacional de la compañía ha variado muy poco a lo largo de su historia, y consta de Asamblea de Accionistas, Junta Directiva, Gerencia General, gerencias de áreas funcionales y divisiones operativas, aparte de revisoría fiscal, asesoría legal y

asesoría técnica. A medida que se desciende en la estructura jerárquica se definen mejor las funciones, de manera que en el ámbito operativo todas están formalizadas y la especialización es plena. Hay delegación de funciones hasta los niveles de gerencia de área, y la producción no es en serie sino sobre pedido, factor que impide la rutinización de las tareas diarias. En realidad, cada banda tiene su orden de producción y su manual respectivo. Existe gran complejidad dentro de la organización, puesto que además de los de producción, hay procesos de selección de materiales y de proveedores, de recepción de materias primas, según estrictas normas de calidad que exige el proceso productivo.

Para coordinar todas las tareas existen comités (de Administración, de Gerentes de área, de Producción y de Salud Ocupacional) cuya periodicidad de reunión oscila entre semanal y mensual. Hay controles para todo, pero el principal sistema es el flujo de caja, cuya elaboración corre a cargo del gerente general, ello debido a que la empresa se acogió a la Ley 550 de 1999 de emergencia económica y debe cumplir metas muy estrictas de desempeño.

Origen y resultados de la innovación

Incorporación de la máquina calandra e incursión en el mercado de bandas anchas

Frente a las dificultades competitivas originadas por el contrabando técnico de los importadores, quienes traían al país bandas anchas, de 48 pulgadas, y luego las cortaban, hacia 1983 Icobandas comenzó a pensar en la incursión en el mercado de bandas anchas, pero ello significaba una sustancial transformación de su planta, al punto que en realidad equivalía a montar una planta completamente nueva. Con esta idea y con el propósito de diversificar las unidades de negocio, la firma realizó un estudio de mercado con base en el que había realizado la B.F. Goodrich, el cual mostraba que el 95% del mercado era de bandas hasta de 48 pulgadas. Para incursionar en este mercado, Icobandas procedió a adecuar sus instalaciones a los requerimientos técnicos de la producción de bandas anchas. Sin embargo, y por razones de orden económico, antes de entrar a producirlas la firma montó una concesionaria de automóviles Mazda en dicho espacio.

El negocio de carros (Automotores Sotará) no dio el resultado esperado, porque el mercado de Popayán era residual para las compañías automotrices del país y ello se traducía en altos niveles de capital de trabajo de la concesionaria para poder traer los modelos más atractivos. En estas condiciones, el negocio de vehículos apenas duró tres años, pero sentó las bases para la incursión en el mercado de bandas anchas, proceso que arrancó en firme en 1985, con el propósito de competir en otro segmento del mercado y de hacerle frente al contrabando técnico de los importadores. La transformación de la planta incluía la compra de maquinaria con tecnología de punta del momento y una de las más significativas era la calandra, "alma" de una fábrica de bandas, muy costosa, pero que permitía una mejora

sustancial en el control de los calibres de las bandas. La selección de las máquinas fue muy cuidadosa y se trajeron las de mejor tecnología en el mundo en ese momento. El proceso de selección, importación y montaje duró, más o menos, un año, y el resultado de la nueva capacidad productiva de la empresa fue espectacular, como quiera que le permitió adueñarse del mercado en Colombia, con un significativo incremento de ventas.

Junto con la calandra se importaron un molino, una armadora, una prensa (la sexta de la empresa) y una cortadora. En la actualidad (2003), Icobandas controla entre el 85-90% del mercado nacional de bandas hasta de 48 pulgadas. El impacto de la calandra y de la participación en el mercado puede observarse en el **Cuadro 1.**

Cuadro 1
Promedio mensual de ventas físicas de bandas (toneladas)

Año	Ventas	Año	Ventas
1983	13,9	1994	46,7
1984	19,8	1995	48,0
1985	24,1	1996	44,1
1986	22,5	1997	39,8
1987	26,3	1998	39,1
1988	30,3	1999	27,3
1989	31,3	2000	33,1
1990	30,0	2001	35,8
1991	31,3	2002	33,0
1992	33,1	2003	37,9
1993	42,4		

Fuente: Icobandas S. A.
Nota: El dato de 2003 corresponde al promedio de los primeros cuatro (4) meses del año.

Las cifras muestran que luego del montaje de la calandra importada, así como de las máquinas complementarias (entre 1986 y 1987), las ventas se incrementaron de manera sustancial al pasar de un promedio de 21,3 ton/mes en el período 1983-1987, a 31,2 ton/mes entre 1988-1992, es decir, 46,5% más. El incremento a partir de 1993 se explica por la entrada en operación de una prensa adicional (la séptima) que consolidó el proceso de transformación de la planta. Es importante destacar que la calandra importada fue mejorada por los ingenieros de Icobandas, mediante la incorporación de un sistema hidráulico para controlar la tensión de enrollado de las telas que van dentro de las bandas, innovación incremental, en el estilo de "aprender haciendo" (*learning-by-doing*), que fue motivada por la necesidad de garantizar excelente calidad de los productos para *Good Year,* empresa con la cual Icobandas celebró un contrato de maquila para producir lonas para llantas de camión y correas en "V".

Dipping (proceso de adhesión de telas y cauchos)

En lo tocante al *dipping* (proceso de tratamiento para mejorar la adhesión de las telas interiores a los cauchos de las bandas) es preciso señalar que constituye uno de los campos de innovación incremental más significativos de Icobandas, ya que mediante el proceso de ensayo-error, y con base en la literatura especializada, los ingenieros de la empresa lograron mejorar de manera muy significativa los niveles de adhesión de las bandas, al punto que lograron pasar, primero, de 25 libras/pulgada cuadrada a 50 y, luego, al rango de 100-120, con lo cual están por encima de los estándares mundiales. Este proceso, iniciado en 1979, modificó las propiedades de las bandas producidas en la firma, y permitió cambiar de manera estructural la composición de mercado de Icobandas, si se tiene en cuenta que gracias a la innovación la producción de la empresa se orientó hacia las bandas transportadoras y no hacia las de transmisión, como había sido la tónica hasta entonces, lo cual puede apreciarse en las cifras del **Cuadro 2.**

Cuadro 2
Composición porcentual de ventas de Icobandas

Año	Bandas transportadoras	Otros productos
1979	34,70	65,30
1981	55,90	44,10
1983	66,30	33,70
1991	74,42	25,58
1995	80,20	19,80
1997	76,12	23,88
1998	76,35	23,65
1999	77,43	22,57
2000	76,90	23,10
2001	75,98	24,02
2002	70,08	29,92

Fuente: Icobandas S.A.

Cabe anotar que la participación real de las bandas transportadoras es mayor que la mostrada en el Cuadro 2, pues las bandas de cangilones (para transporte vertical de materiales) también son transportadoras, pero tienen algunas diferencias con las horizontales, lo cual hace que se las incluya en el rubro de "otros productos". Hoy en día la producción y las ventas de Icobandas giran alrededor del 90%. De otra parte, esta nueva estructura de producción y de ventas trajo como efecto colateral la producción de "cauchos de múltiples usos" (CMU) para evitar la caída de los materiales de las bandas que los transportan. Luego de observar que las soluciones que sus clientes estaban utilizando para remediar este inconveniente estaba deteriorando las bandas y que ello originaba reclamos contra la empresa, tomó la decisión de fabricar ella misma los cauchos protectores contra la caída o derrame de

materiales. La participación de estos CMU dentro de las ventas de Icobandas aumentó de manera significativa, al punto que en el período 1993-2002 más que duplicó la misma, como puede apreciarse en el **Cuadro 3.**

Cuadro 3
Participación porcentual de los CMU en el MIX de ventas de Icobandas

Año	Porcentaje
1993	3,82
1994	6,03
1995	4,98
1996	5,16
1997	6,37
1998	7,27
1999	7,01
2000	7,83
2001	7,98
2002	9,11

Fuente: Icobandas S.A.

Bandas nervadas o de diseños especiales

Otro campo de innovación incremental es el de las bandas nervadas (nervaduras o salientes sobre la superficie superior de la banda). Los agentes y vendedores de la firma detectaron la necesidad en el mercado y transmitieron la inquietud a los ingenieros de la empresa, quienes se dieron a la tarea de mejorar el diseño para evitar tanto el derrame o caída de los productos o materiales que se transportan como el golpeteo de las bandas contra las poleas (además del ruido que esto ocasiona), el cual atenta contra la duración de las superficies de rodamiento de los materiales, es decir las propias bandas, y contra la vida útil de los motores que las mueven. En particular, el agente de Lima (Perú) fue quien primero hizo notar a la firma la necesidad de mejorar el diseño de las superficies (superior e inferior) y fue a partir de entonces, y luego de seis (6) meses, que los ingenieros lograron diseñar una serie de botones dispuestos en triángulo capaces de impedir el golpeteo de las bandas, innovación que le permitió a la compañía recuperar parte del mercado que había perdido a raíz de la crisis económica (alrededor de 1988-1989). A esta innovación siguieron las bandas nervadas propiamente dichas y el proceso de mejoramiento es permanente desde entonces, porque la mayor calidad de las bandas, gracias a su valor agregado, permite situarlas en el mercado a precios muy rentables. Las "pruebas de laboratorio" se hacen de acuerdo con los clientes y en las propias empresas donde se instalan las bandas en un proceso de "aprender haciendo" donde no solo los productores, sino también los usuarios del producto participan en el

proceso de mejoramiento de las mismas, dentro de un círculo virtuoso de innovación tecnológica incremental de naturaleza interinstitucional. La incidencia de la innovación en las bandas nervadas dentro de la composición de ventas de la empresa ha sido importante, casi se ha cuadruplicado en apenas cinco años, tal como muestra el **Cuadro 4.**

Cuadro 4
Participación porcentual de bandas nervadas en el MIX de ventas

Año	Participación
1998	0,88
1999	0,91
2000	2,44
2001	2,71
2002	3,31

Fuente: Icobandas S.A.

La **Tabla 1** y la **Gráfica 1** muestran los grandes hitos del proceso de innovación tecnológica de la empresa a lo largo de su historia.

Tabla 1
Desarrollo histórico de las capacidades tecnológicas
Icobandas S.A.

Años	Desarrollos tecnológicos
1973	Fundación de la empresa. Bandas de transmisión.
1976	Fabricación de una prensa hidráulica manual de 50 x 100cm totalmente diseñada en Icobandas y construida en Colombia. Se pasa de sistemas de cierre mecánico manual a hidráulico manual, permitiendo mayores presiones y control de la misma con manómetros.
1978	Fabricación de una prensa hidráulica de cierre y controles automáticos de presión, avance y tiempos de vulcanización recorridos y desfogues. Esta prensa también fue diseñada en Icobandas y construida en Colombia. Permitió triplicar la capacidad de producción da la empresa. Su capacidad es de 1.100 toneladas métricas. También posee un sistema de tensión de bandas hidráulico. Se obtiene una mejora considerable en la calidad de las bandas.
1979	Nueva formulación del "dipping" que aumenta los valores de adhesión: caucho-lona de 25 piw *(Pound per inch width)* a 50 piw. Empieza a generarse una mayor penetración en el mercado de las bandas transportadoras. Se superó la adhesión de las bandas importadas.
1980	Bandas de nylon sin cubiertas para elevadores de cangilones. Antes no se utilizaban en el país.
1984	Montaje de una prensa española hidráulica marca GUIX de platos de vapor de 1m x 1m. Se reemplaza una prensa mecánica. Se obtienen mejores acabados superficiales de las cubiertas de las bandas y un mejor control de la presión de vulcanización.
1987	Ampliación de la empresa. Se hace el montaje del proceso completo para producción de bandas de 48" que incluye: • Máquina de *dipping* nueva. • Modernización y ampliación de cortadora de lonas a 55".

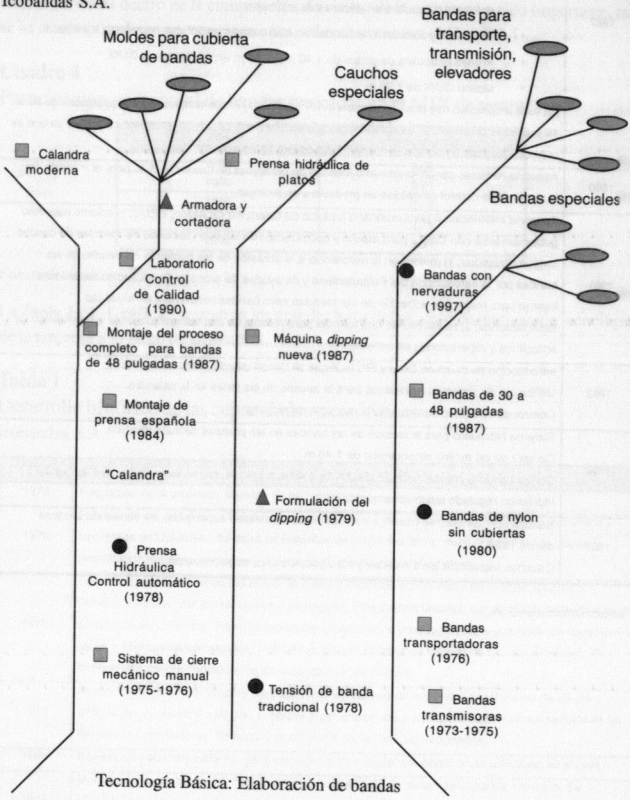
Años	Desarrollos tecnológicos
1987	• Calandra nueva de 55" de ancho con elementos modernos de control que le permiten precisión del calibre en décimas de milímetro. • Armadora y cortadora de bandas en rollo nuevas en 55" con tecnología tradicional. • Prensa hidráulica de platos de 1.40 m x 1.40 m española marca GUIX. • Molino GUIX de 1.20 m En esta ampliación hay dos importantes innovaciones: 1) entrar al mercado de las bandas de 30 a 48 pulgadas de ancho. 2) La calandra porque es una parte básica del proceso productivo ya que su control adecuado determina la precisión del calibre final de las bandas.
1990	Asesoría nacional por un funcionario jubilado de Goodyear de Colombia S.A. para el montaje del laboratorio de control de calidad en producto y en proceso.
1991	Asesoría internacional por funcionario jubilado de Goodyear de Akron, EEUU, mediante convenio gubernamental con CISE., para diseño y optimización de las formulaciones de mezclas de caucho. Logros obtenidos: 1) mejora en la resistencia a la abrasión de las cubiertas de caucho de las bandas por la introducción del Polibutadieno y de ayudas de proceso, 2) utilización de película interna para mejorar la adhesión de las mezclas para bandas resistentes en todas las formulaciones, 3) desarrollo de una fórmula para mezcla de alta adherencia en la vulcanización de empalmes y reparaciones en caliente.
1992	Introducción de cauchos CMU y FPI (aunque se tienen estadísticas desde 1993). Utilización de sistemas hidráulicos para la tensión de las lonas en la calandra. Control de velocidad continua de la máquina de dipping.
1994	Sistema hidráulico para la tensión de las bandas en las prensas de vulcanización. Compra de un molino reconstruido de 1.40 m. Compra de una prensa hidráulica GUIX de 1.40 m x 1.40 m, con sistema de tensión de banda hidráulico regulado automáticamente.
1997	Bandas con nervaduras (diseños de superficies superiores especiales), se tienen estadísticas desde 1998. Cauchos especiales para muelles y para puentes (industrias mineras).

Fuente: Icobandas S.A.

Gráfica 1

Árbol de desarrollo de las capacidades tecnológicas

Icobandas S.A.



Convenciones:

● Innovaciones ▲ Mejoras ■ Incorporación de cambio técnico

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas en Icobandas S.A.

Comportamiento competitivo de la empresa

Orientación estratégica de la empresa

Icobandas S.A. cuenta con visión, misión, valores, cualidades del personal y política de calidad como directrices estratégicas permanentes de la empresa, donde la honradez, la creatividad y el compromiso son los rasgos más destacables de su personal, y la calidad y el servicio al cliente el sello distintivo de sus productos.

No cuenta con un proceso formal de planificación pero todo el tiempo el equipo directivo está ocupado, en la práctica, de tal función administrativa. La empresa se ha fijado un plazo máximo de un año para cumplir con la totalidad de requisitos exigidos por las normas de calidad ISO 9000.

La actividad de Icobandas está estrechamente ligada al ritmo de crecimiento de la industria colombiana, de manera que los cambios en el entorno económico del país también dejan sentir su influencia sobre la compañía. El proceso de apertura de la economía colombiana, que comenzó a mediados de los años noventa del siglo pasado, fue benéfico en algunos aspectos, pero inconveniente en otros. Benéfico, al comienzo, porque enseñó a producir con mayor eficiencia y mayor calidad, lo cual permitió, a su turno, incursionar con éxito en mercados externos. También obligó a tener mejor organización y a controlar mucho más los gastos, todo dentro de una nueva cultura empresarial. Sin embargo, la quiebra paulatina de empresas, que se presentó en los años siguientes, fue contraproducente e inconveniente para Icobandas ya que los golpes que recibió la industria nacional terminaron por afectarla también a ella, básicamente por la contracción de mercado que se produjo y los retrasos en los ingresos por ventas crearon un problema de tesorería que impactó su capital de trabajo sin contar con un apoyo efectivo del sistema financiero. En realidad, esto fue lo grave y no la competencia de las bandas importadas, puesto que la excelente calidad de los productos de Icobandas terminó por inclinar la balanza a su favor. La primera reacción de la compañía frente a la apertura de la economía colombiana fue la búsqueda de mercados externos, lo cual, al principio del proceso, no fue difícil porque Icobandas en ese momento era fuerte en producción y mercadeo gracias a la calidad de sus productos. Tan fue así que de 1992 a 1997 le dejaron un excelente balance a la compañía. Los problemas económicos empezaron hacia 1998, cuando la industria nacional comenzó a sentir los efectos desfavorables de la apertura y entonces la situación se tornó crítica, pues, entre otras cosas, representó la desvalorización de las empresas.

La modificación del entorno no generó cambios estructurales en la estrategia de la empresa para competir; sólo la obligó a disminuir costos, mediante la compra muy cuidadosa de la materia prima y la reducción de personal, buscando, sobre todo, valorar el talento humano como filosofía empresarial. La empresa optó por no despedir empleados pero tampoco reemplazó a los que se retiraron.

El cambio más drástico fue inducido por la crisis posterior a 1997 que llevó a Icobandas a acogerse a la Ley 550 de 1999 de emergencia económica y a privilegiar el flujo de caja como instrumento de control del desempeño de la firma. La actitud de la empresa, en consecuencia, ha sido reactiva, puesto que ha reaccionado frente al termómetro de actividad económica que representan sus ventas al resto de la industria nacional. La calidad ha sido siempre su principal ventaja competitiva, pero es necesario reconocer que no siempre puede confiar en ella en la medida en que en tiempos de crisis, es decir, de anormalidad y de dificultades económicas para las empresas, muchas prefieren los precios bajos en los productos, o de insumos y suministros que compran, ya que pueden permanecer en el mercado en el corto plazo; sin embargo, a largo plazo, la calidad se impone por encima de cualquier otra consideración.

La estrategia empresarial de Icobandas, construida alrededor de la calidad, se ha reafirmado a lo largo de los años a través de hitos que han marcado su existencia institucional; dentro de estos cabe citar la dirección del ingeniero Juan Zambrano en la Gerencia General y la de dos ingenieros químicos en las áreas de producción y ventas, ya que ello significó el paso de una visión empírica de la administración y de la producción a otra con mayores fundamentos. En el mismo sentido, la llegada de un ingeniero electricista debe considerarse como de singular importancia en la historia de la firma porque el diseño de las máquinas, y su mantenimiento, pasó a ser regulado por un conocimiento estructurado de las mismas y no sobre bases empíricas, y porque, además, reemplazó a uno de los fundadores, quien se retiró a iniciar su propia empresa, fue reconocido por su creatividad en el área de mantenimiento sin contar con una formación profesional. Otro momento trascendental para la compañía fue la adquisición y la construcción de máquinas grandes, así como la importación de algunas de ellas al inicio de los años ochenta del siglo XX. Del mismo modo, la producción de bandas anchas luego de la apertura de la economía colombiana le permitió a la empresa competir con las importaciones. Todos estos hitos han permitido el crecimiento de Icobandas y su posicionamiento en el mercado.

Perfil de las capacidades competitivas de la empresa

"La industria mundial del caucho se compone de tres segmentos básicos: a) la fabricación de productos de caucho natural y sintético, b) fabricación de neumáticos para vehículos, y c) otros productos de caucho. La producción de la materia prima, el caucho natural y sintético, es el indicador fundamental del estado actual y estado de salud de la industria a nivel mundial. Como la fabricación de neumáticos consume entre 60% y 70% del total del caucho que se produce, su comportamiento es otro indicador importante para todo el sector" (González, Roldán y Salazar, 2003: 3).

"El caucho natural en Colombia se utiliza en la producción de diversos artículos, dentro de los cuales sobresalen: llantas neumáticas para camión, pasajero y agrícolas, llantas sólidas, reencauche de llantas, guantes, impermeables, autopartes, artículos deportivos,

perfiles, mangueras, borradores, tapetes, bandas transportadoras, banditas, suelas, pegantes y cauchos especiales para la industria de alimentos y la ingeniería civil" (González, Roldán y Salazar, 2003: 8).

Dentro de la clasificación CIIU a cinco dígitos la principal actividad de Icobandas S.A. puede ubicarse con el código 35595, que corresponde a la fabricación de artículos de caucho para usos industriales y mecánicos.

"Dentro de las 7.000 empresas líderes en los distintos sectores de la producción en Colombia para el año 2001, para el caso del sector del caucho se registran 28" (González, Roldán y Salazar, 2003: 9), dentro de las cuales figura Icobandas S.A. con 6.215 en sexto lugar por patrimonio en millones de pesos en 2002, antecedida por Goodyear de Colombia (137.069), Eterna (20.832), Escobar y Martínez (15.383), Sempertex (10.261) y Coldesivos (6.841) (González, Roldán y Salazar, 2003: 9).

En condiciones normales de la economía colombiana, la calidad de los productos de Icobandas y del servicio que le brinda a sus clientes constituye su principal ventaja competitiva, lo cual no deja de ocasionarle problemas en tiempos de crisis, porque se obliga a competir contra productos de baja calidad y de bajo precio, atractivos porque pueden permitir la sobrevivencia de las firmas en el corto plazo. En suma, los productos de Icobandas se caracterizan por tener alta calidad y altos precios, los cuales se constituyen en una amenaza frente a la competencia en tiempos de crisis por la prevalencia en ellos de los precios bajos sobre la alta calidad.

En la empresa caucana se presentan algunos problemas generales, como los que a continuación se relacionan:

Se trata de empresas más bien pequeñas, que utilizan tecnología madura, generalmente de proceso, para fabricar productos homogéneos (indiferenciados, estandarizados, corrientes) de bajo valor agregado que comercializan básicamente en el mercado nacional; pocas empresas tienen mercados externos. Los empresarios y directivos concentran sus esfuerzos en disminuir los costos de producción, para ofrecer los productos y/o servicios en el mercado a un precio igual o inferior al de la competencia sin importar su calidad.

En este sentido, las pequeñas y medianas empresas sólo tienen precios competitivos si venden sus productos en mercados regionales, ya que se benefician de un menor costo de transporte al distribuirlos en mercados cercanos, lo que no ocurre con las grandes empresas que tienen localizadas sus fábricas en el extranjero o en sitios distantes.

Sin embargo, a diferencia de muchas de estas empresas, Icobandas realiza un esfuerzo importante por mantener altos estándares de calidad en sus productos, para lo cual adquiere en el exterior algunas tecnologías (máquinas y *know how*), no obstante la poca inversión que realiza en investigación y desarrollo.

Icobandas cuenta con un sistema de agencias en las principales ciudades del país, que garantiza el contacto directo con los clientes, circunstancia sumamente valiosa puesto que le permite al usuario final identificar a Icobandas como su proveedor directo, es decir,

identificar, sin equívocos, la marca del producto que compra, así como del servicio que recibe. A través de las agencias se presta el servicio de postventa, con supervisión de la planta central de Popayán. En Bogotá funciona la Subgerencia de Ventas, donde un ingeniero mecánico, además de las funciones de ventas, brinda apoyo técnico a las agencias.

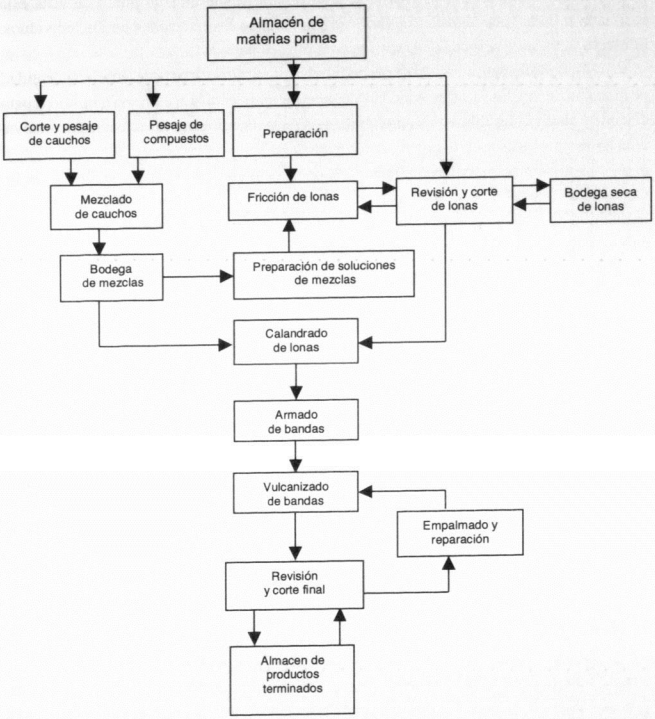
Identificación de áreas funcionales críticas y de sus desempeños asociados

La combinación de calidad alta, buen servicio al cliente y precios altos identifica a los productos de Icobandas en el mercado y es en la producción donde se encuentra su principal fortaleza, porque la calidad allí es determinante para todo lo demás. En ella las características de las materias primas, los controles estrictos sobre estas, los laboratorios y los procesos de producción son absolutamente decisivos, lo cual, de manera esquemática, puede observarse en la **Gráfica 2**. A su vez, en la comercialización es donde se encuentra la mayor restricción de la empresa, no obstante la estructura que ha diseñado para el efecto, por cuanto en el mercado surgen constantemente problemas que deben revisarse, como el contrabando y el lavado de dinero, que constituyen amenazas de primer orden.

Identificación de recursos y capacidades críticas

El conocimiento profundo y altamente profesional de los procesos de producción y el compromiso con la calidad de los productos y del servicio al cliente, para alcanzar niveles de excelencia, explica el desempeño superior de la firma en el mercado. Esto implica conocer, con detalle, las características de las materias primas, el manejo de la tecnología, la maquinaria y equipos y las necesidades y expectativas exactas de sus clientes. De otra parte, la escasez de recursos económicos representa la principal dificultad para mantener los estándares de desempeño superior, como quiera que desde 1998 disminuyó sensiblemente la inversión en tecnología, dentro de una estrategia que puede catalogarse como de búsqueda de inversiones de bajo costo, pero de alto impacto.

Gráfica 2
Diagrama de flujo del proceso productivo



Fuente: Icobandas S.A.

Capacidades tecnológicas de la empresa

Una connotación importante encontrada en el entendimiento y construcción metodológica del perfil tecnológico y de innovación se deriva de las dificultades que se encuentran al divisar múltiples formas válidas de entender estos conceptos en la organización. La tecnología, la innovación y las organizaciones pueden ser descritas en un amplio rango de formas y desde diferentes puntos de vista.

En este estudio, la tecnología y la innovación se convierten en el resultado de la interacción con los diferentes actores involucrados en un proceso básico de la organización, luego cualquier intento por aproximarse a su estudio desde un solo punto de vista está destinado a fallar; pues ignorar la variedad implícita en las relaciones de los individuos, llevaría a una visión sesgada de la realidad organizacional.

Mientras la identificación de procesos básicos es utilizada para descubrir la identidad de la organización, las ideas de variedad y conversaciones para la acción son empleadas para discutir y analizar los diferentes entendimientos de la tecnología y los impactos de innovación en sus procesos y en la organización.

La construcción del perfil tecnológico, en conjunto con el reconocimiento de las capacidades tecnológicas, establece una plataforma de estudio y análisis del proceso innovativo de Icobandas que permite entender las prácticas de la organización en el sector de negocio, que pueden ofrecer un panorama de estrategias benéficas para el desarrollo organizacional y para su permanencia en el largo plazo.

Con este estudio se intenta hacer un diagnóstico de los elementos que conforman el perfil tecnológico de Icobandas. El resultado puede conducir a reflexiones y acciones que permitan articular las diferentes percepciones sobre la tecnología y los determinantes de innovación, para aumentar así la sinergia de las estrategias innovadoras formuladas por la organización.

Análisis estratégico de las capacidades tecnológicas

En general, Icobandas desarrolla una estrategia competitiva que se caracteriza por fabricar productos con mucha calidad y alto valor agregado, pero a un costo mayor que el de la competencia, utilizando una tecnología madura (accesible en el mercado) controlada por trabajadores cualificados. Tiene una estructura organizativa flexible con puestos de trabajo, como los de dirección, de alto contenido profesional, desde los cuales se ejerce un liderazgo participativo, que estimula la iniciativa y la creatividad de los trabajadores en la mejora de los productos y procesos.

La mayor parte de las innovaciones en Icobandas surgen como resultado de la experiencia y de la capacidad de innovar de sus operarios en las distintas fases o estadios del proceso de producción y no únicamente como resultado de aplicaciones científicas explícitas.

En los desarrollos alcanzados por Icobandas no puede hablarse de innovaciones radicales. Ha existido una serie de innovaciones relacionadas con las mejoras en productos y procesos (innovaciones incrementales) que, aunque no constituyen avances tecnológicos significativos, tienen una importancia económica excepcional; algunas de estas innovaciones las aportan los operarios de las respectivas áreas funcionales.

La empresa introduce o apropia elementos de tecnología extranjera, por lo cual podría catalogarse como imitadora de innovaciones. En cualquier caso, la adopción o imitación implica cierta actividad creativa que se concreta en una mejora funcional del producto o del

proceso o, en último extremo, siempre conlleva mejoras menores relacionadas con la puesta en marcha del proceso de fabricación (muchas de estas actividades son similares a las de la innovación incremental).

En resumen, la imitación o adopción de innovaciones de otras empresas ha provocado algún tipo de innovación en Icobandas, posiblemente de menor magnitud que las que hubieran resultado si la empresa comercializara un nuevo producto o invento que previamente hubiera desarrollado internamente.

Desde 1989, Icobandas cuenta con un Comité de Mejoramiento que se encarga de realizar actividades tendientes a optimizar la organización, los productos y los procesos. Ello responde a su compromiso con la innovación tecnológica para el desarrollo de nuevos productos y el mejoramiento de procesos, porque sus directivos están plenamente convencidos de que la innovación se convierte en una vía importante para alcanzar mayor competitividad, crear más riqueza y generar más empleo a largo plazo.

Para Icobandas, ¿qué es innovación?

La palabra innovación aparece continuamente como sinónimo de progreso, de desarrollo tecnológico, de creación de empleo y de mejora de las condiciones de vida.

Existen diversas definiciones y explicaciones del término innovación, ligadas al ámbito económico y sociológico, pero todas tienen implícito que "innovar significa introducir modificaciones en la manera de hacer las cosas, para mejorar el resultado final".

Para los integrantes de la empresa, la innovación es un concepto que supone, en general, un cambio que requiere alta dosis de imaginación y creatividad; constituye una ruptura con la forma establecida de hacer las cosas, tanto de productos como de procesos, y se convierte en el soporte que permite la permanencia y competitividad de la empresa.

Pero existen otros campos de la innovación empresarial como la organización interna, la capacidad estratégica empresarial, el diseño y la calidad, los modos de comercialización, etc., que también se han tenido en cuenta en el análisis de la capacidad innovadora de Icobandas.

Análisis funcional de las capacidades tecnológicas de la empresa

Formalmente no existe una dependencia o un departamento encargado de la innovación y la tecnología.

Se cuenta con un comité integrado por la Gerencia General y las gerencias de Ventas, Mantenimiento, Producción, Técnica y Financiera, que se encargan de tomar decisiones en este campo.

Estas personas, del nivel de la alta y media gerencia, dedican el tiempo necesario en estas actividades, pero a medida que se presenten los requerimientos se van tomando las decisiones que se crean necesarias.

Uno de sus aspectos críticos es el no contar con un plan estratégico (tecnológico) que permita vislumbrar o adelantarse a posibles sucesos. En este sentido, todo depende de lo que suceda en el momento y de los procesos que se adelanten para la toma de decisiones en materia de innovación y tecnología.

De otra parte, no existe un presupuesto destinado al manejo y gestión de la tecnología, es decir que a medida que surjan necesidades, se hacen los respectivos estudios, el comité presenta los requerimientos y luego la gerencia general toma la decisión de invertir o simplemente de no hacerlo. Cuando dicha inversión pasa de ciertos límites, es decisión de la Junta Directiva.

Los clientes y los proveedores se convierten en un factor muy importante para identificar desarrollos tecnológicos como fuente de innovación, sus sugerencias son muy valiosas para alcanzar un mejor desempeño en todos los productos. Además se emplean otras fuentes de información, igualmente valiosas, para lanzar ideas sobre nuevos productos que la empresa pudiese desarrollar, tales como la competencia, revistas, seminarios, libros y la red internet.

Frente a esto vale la pena decir que es precisamente el hecho de tener información adecuada, en el momento oportuno y a disposición de las personas indicadas, lo que diferencia y da ventajas a la empresa.

La **Tabla 2,** Matriz de evaluación de Likert, compendia los argumentos consignados en los numerales 3.1 y 3.2, de manera que permite caracterizar las capacidades tecnológicas de Icobandas S.A. y ubicar la empresa en un rango medio.

Tabla 2

Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de Icobandas S.A.

(Evaluación cualitativa según escala de Likert)

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+) = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica			X		
Formalización del manejo tecnológico		X			
Las decisiones de inversión tecnológica		X			
Incorporación de la tecnología					
• Vigilancia e identificación de la tecnología		X			
• Selección de la tecnología			X		
• Negociación y transferencia tecnológica		X			
• Uso y explotación de la tecnología				X	
Investigación y desarrollo			X		
Eslabonamiento tecnológico		X			
Innovación			X		
Salvaguardia tecnológica		X			
Capacitación y difusión tecnológica		X			
Puntaje máximo alcanzable = 60	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = 30	0	14	12	4	0

Fuente: Elaborado por el Grupo GICEA con base en entrevistas en Icobandas S.A. (2002)

Caracterización de los procesos, resultados e impacto de la innovación

Uno de los puntos a destacar de Icobandas, en materia de innovación tecnológica, es que un gran porcentaje de su maquinaria ha sido desarrollada con diseños propios.

El proceso para desarrollar dicha tecnología es fruto de la investigación, los ensayos y su aplicación. Gracias al trabajo constante por obtener productos de alta calidad (ventaja competitiva de la empresa), poseen una alta participación en el mercado nacional especialmente con productos como las bandas transportadoras producidas con moldes y matrices. En el nivel nacional existen pocas empresas fabricantes de productos similares pero cuentan con una fuerte competencia extranjera.

Icobandas ha desarrollado un producto que compite en calidad con las mejores bandas del mundo, pero sus precios son superiores. En la empresa hay mucho por hacer, por ejemplo, el montaje de maquinaria ya comprada y en espera de ser instalada, lo que permitirá mejorar considerablemente la homogeneización y calidad de las mezclas impactando favorablemente el ambiente de trabajo y el entorno.

Descripción y caracterización de los procesos de la innovación

Icobandas se mantiene alerta a las innovaciones que ocurren en el mundo, realizan las investigaciones pertinentes, la consiguen e inmediatamente le hacen el proceso de estudio y mejora pertinente. La empresa realiza un esfuerzo importante por mantener altos estándares de calidad en sus productos y con ello ha logrado competir en el mercado con nuevos productos a partir del desarrollo de procesos que le han representado innovaciones incrementales, significativas por el impacto económico y financiero, al elevar el nivel de sus ventas en el territorio nacional e internacional.

El caucho utilizado es una combinación entre cauchos sintéticos y naturales que proporciona una excelente resistencia a la abrasión, a la fricción y a las cortaduras, y por lo cual la hace ideal para el transporte de materiales que producen desgaste severo como el carbón, la caliza, el vidrio de desecho, las rocas, el cemento, los minerales metálicos, entre otros.

Se fabrican los siguientes tipos de bandas de caucho:

- Para transporte pesado
- Para transporte en ambientes aceitosos
- Para transporte de materiales calientes
- Para transporte inclinado
- Para transporte dosificado
- Para transporte liviano
- Para elevadores de cangilones
- Para transmisión

Además se fabrican bandas especiales, a solicitud de los clientes, adaptadas a las condiciones específicas de trabajo que se requiere para poder brindar un mejor servicio.

Caracterización de la innovación

Innovaciones de producto

La fabricación de bandas de transporte hasta de 48 pulgadas de ancho.

Además de las bandas tradicionales de 30 pulgadas, Icobandas obtiene un producto nuevo de tecnología nacional que le permite ampliar sus mercados en el país y en el exterior. La innovación fue posible gracias al mejoramiento tecnológico en la maquinaria utilizada para la fabricación de bandas, y así puede ofrecer al mercado bandas de mayores anchos. En Colombia ninguna otra empresa productora de bandas, a excepción de Icobandas, ofrece bandas de anchos superiores a las 30 pulgadas. Del exterior se importan bandas de 54,60,72 y 84 pulgadas.

No hay términos de comparación en Colombia con el producto importado. Literalmente entran todo tipo de bandas y la diferenciación se hace por la calidad y los precios. Icobandas importa las bandas de los anchos mayores a las 48 pulgadas como una estrategia comercial de control de los precios y no como una forma de ganar ese mercado porque es muy pequeño, un 10% aproximadamente, y porque los costos en ese segmento crecen en progresión geométrica y no se justifica el esfuerzo de la empresa. A Icobandas le interesa el mercado de las bandas de hasta 48 pulgadas porque es atractivo por su gran volumen, el 90% restante, y es allí donde la empresa concentra sus mayores y mejores esfuerzos y dispone de las capacidades tecnológicas suficientes para competir.

Diseño y fabricación de bandas con diferentes formas en la superficie superior (nervadas, corrugadas y con botones).

En el proceso de fabricación de bandas, no basta con satisfacer sólo requisitos de tamaño y durabilidad, también es importante la funcionalidad. En este sentido, se diseñaron bandas con diferentes formas en su cubierta superior. Para obtener estos productos de diseños especiales, se construyeron unos moldes que dan diferentes formas a las bandas (nervadas, corrugadas, con botones) con el fin de que con los bienes transportados no se presenten inconvenientes en términos de deslizamientos. Estas bandas con diseños especiales se han constituido en productos nuevos con adaptaciones específicas para la industria nacional e internacional.

Los nuevos diseños fueron el resultado de procesos de observación (innovación imitativa), requerimiento de clientes y pruebas de ensayo-error. Estos logros son de la iniciativa total de Icobandas y es la empresa colombiana que mejor lo hace, incluso llegando a altos niveles de precisión de los diseños para evitar el golpeteo y ruidos

contaminantes en los giros de las bandas a través de los rodillos de transmisión. Hay unas pocas empresas que han hecho intentos de producción pero no con buenos resultados.

Innovaciones de proceso

Dipping como un proceso fundamental para mejorar la adhesión de lonas y cauchos en las bandas.

El proceso consiste en sumergir las lonas en una solución de pegante químico que permite que estas se adhieran al caucho con mayor propiedad, incluso superando los estándares mundiales.

Integralmente este método hace más fuertes las bandas; es decir, para poder despegar la capas que las componen, las bandas importadas requieren de 50 a 70 libras de fuerza por pulgada para lograrlo. Las bandas de Icobandas requieren de 100 libras de fuerza por pulgada para cumplir el mismo propósito.

Del óptimo tratamiento de las bandas depende la calidad conseguida en cuanto a tenacidad, elasticidad y resistencia al desgaste o a la fatiga de las bandas. Con este mejoramiento de proceso introducido por el método del *dipping*, las bandas de Icobandas ganaron en el factor de adhesión y resistencia evitando el desgaste temprano, las elongaciones, y otorgándoles una vida útil de mayor duración.

Icobandas no es la única que realiza este procedimiento pero sí es la mejor en cuanto a los resultados obtenidos. Desde 1978 realizan pruebas constantes para optimizar las adhesiones a través de la combinación de variables como tiempo, proporciones, temperatura. En 1990 se logró la respuesta positiva del mercado. En Colombia la única empresa que le compite a Icobandas es Reencauchadora Industrial, productora de la banda marca Corflex.

Mejoramiento en la máquina denominada calandra, para obtener bandas con calibres más precisos.

La calandra es una máquina encargada de definir los espesores de las bandas. A la máquina se le han hecho mejoras y adaptaciones complementarias optimizando los controladores de tensión de las lonas y de las bandas en prensas portarrollos trasero y delantero, lo que se convierte en un sistema de alimentación en tiempo real y autorregulable en el sentido de mantener constante las tensiones y de esa manera garantizar la adhesión precisa de los cauchos y las lonas, pasando de un sistema mecánico a uno hidráulico. Calandrar es la acción de laminar el caucho en calibres específicos, para luego adherirlo a la lona. Esta adaptación se perfeccionó en dos años y permite enrollar bandas hasta de 300 metros de largo.

Esta máquina permitió una operación ágil, segura, oportuna y especialmente con mayor precisión al momento de colocar las películas de caucho a las lonas de acuerdo a la programación de los espesores de las bandas en décimas de milímetro, dándole a estas una mayor calidad en términos de calibre y un terminado más parejo, liso y plano, a diferencia de las anteriores, que eran más gruesas y con imperfecciones en algunos sectores de la banda. La máquina fue importada de España.

Uno de los factores de éxito en la cadena tecnológica es la consecución de materias primas de óptima calidad, la cual se ha convertido en una exigencia de la empresa hacia sus proveedores.

Innovaciones en comercialización

Anteriormente la empresa no poseía agentes o representantes exclusivos, se trabajaba con distribuidores en las principales ciudades del país.

En la actualidad se cuenta con un asesor de ventas especializado, encargado del manejo de toda la parte técnica y comercial de la organización, el cual se capacita constantemente sobre los procesos implementados y nuevos descubrimientos en los productos que saldrán al mercado.

Para el éxito de la innovación, el mercado con el que cuentan ha sido un factor de gran importancia, soportado integralmente en la gran calidad del producto, la atención oportuna al cliente para cubrir rápidamente sus requerimientos, una reconversión tecnológica permanente a medida que salen nuevos productos y procesos al mercado.

Se nota un importante incremento en las ventas, al lanzar nuevos productos y penetración de otros mercados geográficos. Igualmente han servido las buenas evaluaciones que entregan los clientes, en cuanto a la calidad del producto y a la rapidez en la entrega con todos los requerimientos técnicos exigidos por ellos. Todo ello es el producto de una constante mejora en la calidad, una constante innovación y la preocupación continua por el mejoramiento en todos los procesos.

Identificación de los factores que inciden en la innovación

La innovación es un factor de primer orden en el proceso de crecimiento económico en la medida en que mejora tanto la productividad como la competitividad de las empresas, lo cual hace necesario que desde los diferentes gobiernos se impulsen políticas de apoyo y fomento a la innovación, se creen entornos apropiados y se instaure en la sociedad una cultura de la innovación. Se espera que el gobierno nacional combata eficazmente el contrabando y el lavado de dinero por cuanto estos desestimulan las actividades innovadoras de los empresarios.

Como resultado final de esta investigación cabe preguntarse: ¿cuáles son las causas más frecuentes para que empresas como Icobandas innoven?

La conclusión a la que se puede llegar en el presente estudio es que "el comportamiento de las empresas industriales frente al fenómeno de la innovación se caracteriza por una manifiesta voluntad y actitud innovadoras". En el caso concreto de Icobandas es claro que la preocupación por la calidad de sus productos y por la plena satisfacción de sus clientes representan los valores centrales que orientan la búsqueda de innovaciones al punto que constituyen el compromiso central de la cultura de la organización; el trabajo en equipo tanto dentro de la compañía como fuera de ella (con los clientes) es una forma habitual en Icobandas de emprender trabajos conducentes a innovaciones. Se resaltan así mismo, una serie de puntos débiles como la limitada asignación de recursos, la limitada inversión en activos inmateriales, mecanismos de adquisición de tecnología y protección de las innovaciones poco sofisticados, la escasa propensión a la cooperación empresarial en el área tecnológica y una limitada propensión exportadora.

Junto a este hecho, también se ponen de manifiesto las dificultades que tienen algunas empresas para iniciar proyectos debido a la falta de tiempo y a la escasez de personal especializado. Esta problemática no es específica de las empresas caucanas, sino que es un rasgo característico de las Pymes industriales y de servicios avanzados, y que motiva la necesidad de apoyo externo por parte de las administraciones y de otros organismos e instituciones.

Se evidencia, sin embargo, que es el propio empresario el que toma las decisiones sobre emprender, seguir y potenciar el proceso de innovación para contar con el apoyo de instituciones que fomenten la actividad, como el Sistema Regional de Innovación para que, efectivamente, pueda ser más competitivo.

Recursos humanos

Se trata de establecer el número y la posición jerárquica del personal, su experiencia laboral, nivel de escolaridad y la edad promedio de los colaboradores vinculados a la empresa, por cada una de las áreas funcionales y por el total de la organización, como quiera que en conjunto todo ello constituye una externalidad, conocida dentro de la literatura del crecimiento endógeno como capital humano, uno de cuyos teóricos principales ha sido el Premio Nobel de Economía, Gary Becker. La información recogida sobre el particular figura en las **Tablas 3** a **7** y muestra que el nivel educativo mínimo existente en la empresa es el de bachiller, nivel de escolaridad que, en un momento dado, puede facilitar la existencia de una actitud abierta hacia la innovación tecnológica.

Tabla 3
Área de Administración

Cualificación	Número de personas	Experiencia laboral	Nivel de estudios	Edad promedio
Operarios	8	14	Bachiller	43
Técnicos	9	15	Técnico	42
Profesionales	3	24	Universitario	50
Posgraduados	2	7	Posgrado	40
Total de personal	22 (24.4%)			

Fuente: Icobandas S.A.

Tabla 4
Área de Producción

Cualificación	Número de personas	Experiencia laboral	Nivel de estudios	Edad promedio
Operarios	43	14	Bachiller	41
Técnicos	9	16	Bachiller y técnico	41
Profesionales	1	24	Universitario	49
Posgraduados	1	13	Posgrado	37
Total de personal	54 (60%)			

Fuente: Icobandas S.A.

Tabla 5
Área de Mantenimiento

Cualificación	Número de personas	Experiencia laboral	Nivel de estudios	Edad promedio
Operarios	2	11	Bachiller	38
Técnicos	6	7	Técnico	30
Profesionales	0	0	0	0
Posgraduados	1	12	Posgrado	36
Total de personal	9 (10%)			

Fuente: Icobandas S.A.

Tabla 6
Área de Ventas

Cualificación	Número de personas	Experiencia laboral	Nivel de estudios	Edad promedio
Operarios	2	20	Bachiller	45
Técnicos	1	12	Técnico	34
Profesionales	1	3	Universitario	41
Posgraduados	1	26	Magister	50
Total de personal	5 (5.5%)			

Fuente: Icobandas S.A.

Tabla 7
Total de la empresa

Cualificación	Número de personas	Experiencia laboral	Nivel de estudios	Edad promedio
Operarios	55	14	Bachiller	41
Técnicos	25	13	Bachiller y técnico	39
Profesionales	5	20	Universitario	48
Posgraduados	5	13	Magister	41
Total de personal	90 (100 %)			

Fuente: Icobandas S.A.

Análisis del tipo de cultura organizacional

El análisis de la cultura organizacional se realiza con el indicador MBTI, *Myers Briggs Type* Indicator, cuyos elementos centrales pueden observarse en la **Tabla 8.** Se trata de determinar el tipo de cultura o personalidad de la organización objeto de estudio y establecer una relación entre cultura organizacional y los procesos de innovación tecnológica.

Tabla 8
Significado y tipos de cultura organizacional

Tipo	Significado
E: Extroverted (Extrovertida)	Enfoque hacia fuera, responde a estímulos externos.
I: Introverted (Introvertida)	Se basa en señales internas y propio poder. Relativamente cerrada.
S: Sensing (Sensorial, Sensitiva)	Se mantiene al tanto de las actualidades. Está pendiente de los detalles.
N: Intuitive (Intuitiva)	Está al tanto de las posibilidades. Atiende a la perspectiva global.
T: Thinking (Racional, Mental)	Depende de procedimientos impersonales y principios.
F: Feeling (Emocional, Pasional)	Busca conclusiones con base en valores y creencias.
J: Judging (Aplicada, Puntual)	Prefiere las cosas claras y definitivas. Busca clausuras y conclusiones.
P: Perceiving (Perceptiva)	Prefiere mantener las opciones abiertas. Desconfía en demasiadas definiciones.

Fuente: Elaboración Grupo GICEA con información primaria del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Análisis particular de la cultura organizacional

En el caso de la empresa Icobandas, como puede apreciarse en la **Tabla 9**, es posible afirmar que es del tipo ESTJ, es decir, que es una organización Extrovertida, Sensitiva, Racional (*Thinker*) y Aplicada (Juiciosa). Esta es una de las 16 combinaciones posibles que permite el indicador y caracteriza a una organización o individuo que se reconoce como adaptativo a los cambios, realista en el mundo de las cosas materiales, sociable y tolerante. Se considera como recursiva, orientada hacia las experiencias prácticas de primera mano, y gran observadora de los detalles de objetos, procesos, personas y situaciones.

El tipo ESTJ es una personalidad que corresponde a personas u organizaciones que son realistas, de alto sentido de organización, lógicos y analíticos y decisivos. Que poseen una mente natural para el negocio y diligente para establecer en detalle su mecánica operativa. Les gusta organizar y dirigir actividades conducentes a sus propósitos (Robbins 1999: 54).

E-Extroversión. La cultura observada es altamente extrovertida (14/22.5=62.2%). Se enfoca hacia el cliente y responde a estímulos o demandas externas. Le gusta la variedad y la acción. Se valida por lo que hace, no por lo que es. Este perfil de personalidad indica que se tiende a actuar rápido, siendo reactivos y espontáneos, algunas veces sin pensar tan detenidamente en las consecuencias. Interactúa con propiedad con todos los agentes económicos y sociales y goza de buenas maneras para recibir a las personas. Se comunica oral e intensamente con los actores de sus procesos. Comenta sus experiencias y le interesa saber cómo hacen otros su trabajo y cuáles son las opiniones de otros respecto de lo que hacen.

Tabla 9
Resumen de las respuestas de la encuesta de personalidad

Pregunta	Rta	Pregunta	Rta	Pregunta	Rta	Pregunta	Rta
1	1	2	3	3	2	4	2
5	2	6	1	7	2	8	3
9	1	10	3	11	1	12	3
13	2	14	3	15	2	16	2
17	1	18	2	19	3	20	2
21	2	22	1	23	3	24	2
25	1	26	2	27	2	28	3
29	1	30	1	31	3	32	2
33	3	34	2	35	3	36	2
Total	14	Total	18	Total	21	Total	21
<22:E >23:I	E	<22:S >23:N	S	<22:T >23:F	T	<22:J >23:P	J

Fuente: Elaboración Grupo GICEA con información primaria de Icobandas S.A.

S-Sensitiva o sensorial. La sensibilidad es una característica marcada en el ambiente cultural, en este caso de Icobandas S.A., se tiene un perfil de sensibilidad bastante alto (18/22.5=80%). Significa que la organización se actualiza y trata de mejorar en todos los niveles, hasta en los mínimos detalles.

Les gusta el "ahora" y el "aquí". El futuro es una construcción a partir de los eventos presentes. Llegan a conclusiones paso a paso y aplican con devoción lo aprendido. Son hábiles en los trabajos de precisión, simplifican las operaciones haciéndolas rutinarias. El conocimiento y la experiencia superan la intuición. Son cuidadosos en cuanto al manejo de la información, aceptan la realidad actual y trabajan con ella.

T-Racional, (*Thinker*). Mentaliza y calcula con racionalidad sus operaciones al máximo (21/22.5=93.3%). La estandarización de procesos, la normatización de procedimientos y la normalización operativa centran gran parte de sus esfuerzos.

Las decisiones se basan en estadísticas y en el orden de la lógica. Se anticipan o predicen las consecuencias de ciertas decisiones. Hay talento para analizar y solucionar problemas. Se configura un alto sentido de la anticipación a los hechos y consecuencias. Se refleja una actitud proactiva y previsiva de los impactos de sus decisiones. Le otorgan un gran valor al tratado de la justicia y tienden a actuar con firmeza y tenacidad. Gozan de talento para analizar problemas y situaciones. Responden más a las ideas lógicas que a los sentimientos o emociones.

J-Juiciosa o Aplicada. Las cosas claras significan trabajar mejor cuando hay planes de trabajo. Son efectivos porque hacen lo que se proponen. Su satisfacción es hacer realidad

lo que se propusieron. Requieren solo lo esencial para comenzar a trabajar y se guían por acciones predeterminadas.

La empresa es aplicada a las normas y procedimientos, así como a las programaciones de tareas y actividades para que los proyectos se logren en los tiempos establecidos. La flexibilidad, tan necesaria para asimilar y adaptarse a los cambios, tiene lugar en los momentos de decidir, lo cual puede ocurrir de manera rápida. Se satisface con los juicios a objetos, personas o situaciones y no le agrada interrumpir un proyecto o compromiso por otro u otros más urgentes.

Matriz de compromiso hacia la innovación tecnológica

La información de la **Tabla 10** permite inferir un alto compromiso de la organización y sus integrantes hacia los procesos innovativos. Los elementos culturales consultados (compromiso, sentido de identidad, manejo del conocimiento, la creatividad, la diligencia y la persistencia) indican que un porcentaje de un poco más del 90% de los rangos, alto y medio, confirman con sus opiniones la aseveración inicial. Lo anterior tiene correspondencia con el indicador del tipo de cultura organizacional identificado con la encuesta MBTI.

Cabe anotar que para la obtención de esta información se encuestaron los gerentes, los empleados y operarios del área de producción (49 funcionarios, de un total de 54).

Tabla 10
Matriz de compromiso hacia la innovación tecnológica

Elementos de cultura organizacional a la hora de innovar	Grado de presencia en la empresa					
	Alta	Media	Baja	Ninguna	NS/NR	Total
1. Compromiso personal (hacia la práctica sistemática de la innovación).	35	12	2	0	0	49
2. Sentido de identidad (de los empleados con la empresa y su misión).	32	13	2	0	2	49
3. Manejo de elementos subjetivos (conocimiento, sugerencias, intuiciones)	3	27	6	0	13	49
4. Creatividad	34	13	1	0	1	49
5. Diligencia	30	13	1	0	5	49
6. Persistencia	34	11	1	0	3	49
Total	168	89	13	0	24	294
Distribución porcentual	57.14	30.27	4.43	0	8.16	100.00

Fuente: Elaboración Grupo GICEA con información primaria del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Caracterización de la cultura organizacional de Icobandas

- En la empresa existe una cultura organizacional que fomenta la creatividad, el desarrollo tecnológico y la innovación.
- El personal de la empresa cuenta con experiencia, conocimiento, actitud y comportamientos de compromiso hacia el cambio, incluyendo el avance tecnológico potencial impulsado por los diferentes niveles jerárquicos de la organización.
- En la firma se observa la presencia de un sistema cultural basado en valores y principios, más que en creencias, dirigidas en un alto grado a los desarrollos tecnológicos como un medio estratégico para generar un desarrollo organizacional integral.

Identificación de los impactos de la innovación

Cabe destacar que el análisis corresponde a la última década (1992–2001), período de apertura económica, en el que se lleva a cabo una serie de cambios de tipo tributario para la economía nacional, entre los cuales se destaca, el incremento del IVA del 10% al 16%, y la tasa del impuesto de renta que pasó del 30% al 35%. Estos cambios relacionados con la apertura económica implicaron mayores impuestos, que aunados a los nuevos competidores extranjeros, trajeron repercusiones negativas para el sector industrial. Al comienzo de la década de los años 90 se puede observar que la apertura trajo beneficios a la empresa; la estrategia de Icobandas fue incursionar en el mercado externo, lo cual no representó mayores dificultades, puesto que la empresa mantiene una gran fortaleza, que es la calidad de sus productos, este hecho hace que se registren unos márgenes de utilidad altos **(Cuadro 5)** principalmente en los años 1993 y 1997.

Cuadro 5
Índice de efectividad de la innovación

Años	% Inversión en input (1)	% Utilidades netas (2)	% Ventas de prod. y/o ahorro en costos por proc. innovados (3)	IE [(1+2)x(3)]/(1)
1993	1,40%	18,60%	3,82%	0,55
1994	3,04%	12,41%	6,03%	0,31
1995	0,75%	8,28%	4,98%	0,60
1996	2,80%	5,54%	5,16%	0,15
1997	2,01%	10,63%	6,37%	0,40
1998	4,22%	8,25%	0,88%	0,03
1999	5,43%	3,09%	0,91%	0,01
2000	2,49%	6,78%	2,44%	0,09
2001	3,06%	7,66%	2,71%	0,09

Fuente: Elaboración propia con información primaria de Icobandas S.A.

Los problemas económicos para el conjunto de la economía nacional en términos de utilidades se empezaron a sentir a finales del año 1997 e inicios de 1998 (Cuadro 5), debido a la quiebra paulatina de varias empresas que fueron saliendo del mercado, lo que trajo como consecuencia una recesión económica que terminó por crear un impacto negativo en la economía colombiana en los períodos siguientes. Vale mencionar que la línea de productos de Icobandas (bandas de transmisión y transporte), tiene una relación directa con el desarrollo económico del país.

La implementación de una política de apertura en el país, sin un respaldo en programas de protección de la mediana y pequeña empresa, desató una recesión económica que afectó considerablemente a Icobandas, lo cual se vio reflejado en el descenso de las utilidades en un 44%, entre 1997 y 1998.

De otra parte la pérdida considerable de los años 1999 y 2000, en gran parte se debe al papel negativo que jugó la banca. La reducción de los cupos de crédito a las empresas prácticamente las condujo a la quiebra por falta de capital de trabajo. La estrechez de tesorería se volvió una constante generada por los bancos, hasta el punto de distorsionar las excelentes relaciones que las organizaciones mantuvieron con ellos, los cuales no atendieron las ingentes necesidades de las empresas que no pedían más cupo sino simplemente que les mantuviera el que ya tenían.

Dada la situación económica del país y la crisis por la que estaban pasando las empresas colombianas, el gobierno Pastrana aprobó la Ley 550 de 1999, la cual estableció un régimen que promueve y facilita la reactivación empresarial y la reestructuración de los entes territoriales para asegurar la función social de las empresas y lograr el desarrollo armónico de las regiones; de hecho Icobandas fue una de las primeras empresas en acogerse a esta ley. En medio de esta crisis una gran cantidad de empresas buscan la salvación a través de un acuerdo con los acreedores. Icobandas no dudó en acogerse a la ley, para liberarse de la crisis por la que estaba pasando; lo cual le trajo beneficios como la firma de acuerdos con sus acreedores y así restablecer su capacidad de pago y de esta manera poder atender sus obligaciones.

Según las cifras del Balance General, a 30 de junio de 2002, la empresa presentaunas razones financieras bastante buenas a saber:

$$Liquidez = \frac{Activo\ Corriente}{Pasivo\ Corriente} = \frac{3.484}{566} = 6,1$$

$$Prueba\ Acida = \frac{Activo\ Corriente - Inventarios}{Pasivo\ corriente} = \frac{3.484 - 1.096}{566} = 4,1$$

Índice de efectividad de la innovación

Este indicador compara la utilidad generada por innovaciones de producto o proceso, con la inversión en las innovaciones de producto o de proceso y es un reflejo del alcance de la innovación en la estrategia competitiva de la empresa.

Para el cálculo del índice de efectividad se consideraron las innovaciones de producto (bandas de transmisión y transporte) correspondiente a los años 1993 a 2001, información suministrada por la gerencia de ventas de la empresa.

IE = [(% Ventas Invertido en Innovación (input) + % Utilidades Netas) x (% Ventas Productos Innovados y/o Ahorro en Costos por Procesos Innovados)] / [% Ventas Invertido en Innovación (input)]

En el **Cuadro 6** se presentan los cálculos respectivos y se complementa con el **Cuadro 7.**

Cuadro 6
Utilidades de Icobandas

Año	Utilidad
1992	137.603.554
1993	334.770.798
1994	150.845.428
1995	118.465.188
1996	11.277.344
1997	327.920.510
1998	182.420.940
1999	(-436.169.713)
2000	(-13.032.733)
2001	136.424.488

Fuente: Elaboración propia con información primaria de Icobandas S.A.

Cuadro 7
Índice de efectividad de innovación

Años	Indice
1993	0.55
1994	0.31
1995	0.60
1996	0.15
1997	0.40
1998	0.03
1999	0.01
2000	0.09
2001	0.09

Fuente: Elaboración propia con información primaria de Icobandas S.A.

El índice presenta fluctuaciones entre 1993 y 1997, no obstante, este no es mayor que uno (1). Se puede concluir que la innovación retorna en beneficios para la empresa durante estos años. En el año 1995 (0.60) se presenta el índice más alto.

Vale la pena resaltar que los años 1998 y 1999 presentan los índices más bajos, 0.03 y 0.01 respectivamente, como se mencionó en estos años la empresa atravesó por una crisis económica cuyas causas ya se explicaron. De otra parte, se observa una lenta recuperación en los años 2000 y 2001, lo cual significa que por cada peso invertido en innovación, este retorna vía utilidades netas, por ventas de productos innovados o en ahorro de costos de proceso.

Al analizar la inversión en innovaciones sobre ventas de productos innovados (bandas nervadas, corrugadas, con botones, y en general las bandas de cubiertas superiores con diseños especiales) a lo largo de los nueve (9) años, la empresa mantiene la inversión en la actividad de innovación y se muestra constante en ese propósito **(Cuadro 8).**
Es importante anotar que la empresa aumentó la inversión en innovación en el año 1999, como estrategia para superar la crisis económica por la que se encontraba en ese año, lo cual trajo como resultado la recuperación gradual que se observó durante los dos años siguientes (2000 y 2001).

El índice significa que existe una relación proporcional entre inversión y ventas, de tal manera que a mayor inversión se espera un mayor volumen de ventas y si estas efectivamente aumentan, el denominador de la relación será mayor y por tanto el indicador disminuirá. Es decir, que mientras menor sea el valor del indicador, mayor será el impacto o efectividad de la inversión en innovación.

Cuadro 8
Inversión en innovación / Venta de productos innovados

Años	Porcentaje
1993	1.39
1994	3.04
1995	0.75
1996	2.80
1997	2.01
1998	4.22
1999	5.42
2000	2.48
2001	3.06

Fuente: Elaboración propia con información primaria de Icobandas S.A.

Los años 1998 y 1999 registraron los mayores índices, es decir, que en esos años se pueden inferir dos situaciones: a) que hubo poca inversión en innovación o, b) si la hubo, no impactó favorablemente la cuenta de ventas.

Los años 2000 y 2001 muestran unos índices menores (favorables), lo cual significa que existen procesos innovativos en desarrollo, al menos en comparación con los años críticos de 1998 y 1999.

De otra parte, y dentro de la estrategia general de mantener siempre una excelente calidad en sus productos, Icobandas participa, junto con la Universidad del Cauca, en un proyecto de investigación auspiciado por Colciencias sobre la obtención de óxido de silicio para producción de elastómeros a partir de cascarilla de arroz.

Conclusiones

Icobandas es una empresa que desarrolla procesos innovativos por la necesidad de reaccionar ante las exigencias del mercado, sin que ello signifique una acción planificada con presupuestos de inversión predeterminados.

Icobandas le apunta a las acciones empíricas como un medio de aprendizaje organizacional, el cual considera válido en la medida que se combine eficientemente con procesos técnico-científicos.

Las empresas pueden innovar si se organizan y se lo proponen. La gente vinculada a Icobandas ha respondido favorablemente a este llamado y ha ido construyendo una cultura de asimilación, adquisición y apropiación de tecnologías, creando su propia escuela del hacer y el transformar.

Si bien en Icobandas no existe un presupuesto para las actividades de innovación, existe una marcada voluntad de la dirección general para responder e invertir cuando las necesidades de mercado lo exijan.

Icobandas ha comprendido por experiencia propia lo que vale innovar. Su posicionamiento y permanencia en el mercado se explica por su sentido de calidad y la disposición a servir a sus clientes ofreciéndoles satisfacción más que expectativas.

El estudio de caso es una excelente oportunidad de acercamiento entre la academia y el sector productivo, derivando enseñanzas útiles para ambas partes.

Bibliografía

CEIM, Confederación Empresarial de Madrid-CEOE, 1992, *La innovación: un factor clave para la competitividad de las empresas*, Madrid (España), Datagrafic, S.L.

GONZÁLEZ, Freddy; ROLDÁN, Diego y SALAZAR, Marcela, 2003, "La cadena del caucho en Colombia", Documento de Trabajo No. 30, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia, Bogotá, D.C.

IBÁÑEZ, Rodrigo y VARGAS, Marisela, 2000, *Metodología para la realización de estudios de caso*, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá, D.C.

ICOBANDAS S.A., 1998, "Bandas para transmisión y transporte", Feriva, Cali, Colombia.

ROBBINS, Stephen, *Comportamiento Organizacional*, 1999, México, Prentice-Hall, octava edición, p. 54.

Agricense Ltda. *

Álvaro Turriago Hoyos, Ph. D.

La empresa y su evolución

La sociedad Agricense Limitada se constituyó el 24 de octubre de 1956, con un capital suscrito de $100.000, y el objeto social de dedicarse a la importación, producción y comercialización de insumos para el sector agrícola y ganadero. Sus socios fundadores fueron dos colombianos y un químico alemán. Inicialmente, funcionó como filial de una empresa constituida por los mismos socios en la ciudad de Tunja en 1952, denominada El Agricultor Boyacense. Con el propósito de complementar y ampliar la cobertura de esta última empresa, pero desde la capital del país, donde se presentaban mejores condiciones y oportunidades para el desarrollo de sus actividades, se creó Agricense Ltda. Con el tiempo, Agricense Ltda. obtuvo un mayor crecimiento, razón por la cual se invirtieron los papeles y la empresa de Tunja pasó a ser su filial.

Hasta 1992, la empresa funcionó en la bogotana zona industrial de Paloquemao, mas en vista de los serios daños causados por la bomba al edificio del DAS, optó por trasladar su sede a las actuales instalaciones, ubicadas en el Centro Industrial Cazucentro, sobre la Autopista Sur, en el municipio de Soacha (Cundinamarca). La empresa se clasifica dentro del sector manufacturero de industrias agroquímicas.

Tipos de productos producidos y comercializados por la empresa

Esta empresa produce y comercializa productos sólidos y líquidos para la protección de cultivos. Los sólidos, a su vez, son de dos tipos: polvos y *pellets*. Los sólidos y los líquidos se clasifican, por sus funciones, en fungicidas, insecticidas y fertilizantes.

---

* Este caso, en sentido estricto, pertenece al sector de productos químicos industriales.

Agricense se ha especializado en la línea de plaguicidas, que a su vez se clasifican en:

1. Fungicidas: ayudan a controlar malezas y hierbas ajenas a los cultivos.
2. Insecticidas: combaten insectos aéreos y terrestres. Dentro de estos, a su vez, tenemos los molusquicidas.
3. Coadyuvantes: ayudan para que la aplicación de fungicidas y abonos sea más efectiva.[1]
4. Herbicidas: ayudan a controlar malezas y hierbas ajenas a los cultivos.

Haremos a continuación un rápido repaso de las características y aplicaciones de cada uno de estos productos.

Por estado físico y presentación

Sólidos polvos mojables (de activos insolubles en agua, para fumigar)

- **Oxicloruro de cobre 58.8% W.P.** Fórmula empírica: $3(Cu(OH)_2)\ CuC_{12}$.
  Es quizá el más antiguo de los fungicidas del mundo de uso foliar, se consigue a precios relativamente bajos, es bajamente tóxico, tiene una gran eficacia preventiva, y por contener cobre actúa también como nutriente. Se trata de un sólido en polvo, cuyo aspecto es el de un polvo fino de color verde claro. Se puede aplicar a los cultivos de forma terrestre o aérea. El tamaño promedio de sus partículas es de 2.5 micras. Es un fungicida preventivo, eficaz para combatir un gran número de enfermedades criptógamas en diversos cultivos, tales como frutales, papa, tomate, café, vid, soya, tabaco y plátano.
- **Agrotox 58.8% W.P.** Es el mismo Oxicloruro de cobre 58.8%, adicionado con sales. Fórmula empírica $3(Cu(OH)_2)\ CuC_{12}$.
  Sólido en polvo fino verde claro, se trata de un fungicida eficaz para combatir el mismo número de enfermedades que el Oxicloruro de cobre, para los mismos cultivos, favoreciéndoles en su crecimiento por su contenido de cobre. No debe utilizarse, sin embargo, en cultivos de maíz y duraznos, por ser estas plantas sensibles al cobre. Por lo demás, es exactamente igual en características al Oxicloruro de cobre.
- **Magricen 80% W.P. (Mancozeb).** Fungicida carbomato cuyo ingrediente activo es el Mancozeb. De color amarillo, aplicación foliar, forma una película protectora sobre las hojas, interfiriendo a nivel bioquímico la producción de la energía en

[1] Por ejemplo, para que los productos al momento de ser aplicados se fijen más a la planta, o cuando llueve no se diluyan y pierdan sus efectos.

las mitocondrias. De amplio espectro de aplicación, que inhibe la germinación y desarrollo de las esporas en un gran número de hongos. Combate la gota y la gota temprana en cultivos de papa y tomate, la pudrición del cuello, la mancha lineal y la mancha circular en el arroz, la sigatoka en el banano y el plátano, la roya y la mancha de hierro en cafetales y cultivos de fríjol y arveja. Defiende a la cebolla y al ajo del mildeo velloso, de la mancha púrpura y del añublo de la hoja. Finalmente, cuida cultivos de coles, repollos y coliflores de contraer enfermedades como el mildeo velloso, la mancha foliar y la antracnosis.

Sólidos *pellets* (para uso directo sin dilución)

- **Matababosa AB (Metaldehído 7%).** Fórmula química metaldehído $C_8H_{16}O_4$. Molusquicida que actúa selectivamente en diferentes medios y climas. Desarrolla un efecto múltiple que evita la resistencia. Actúa por simple contacto de la mucosa del molusco (babosas, caracoles) con este producto, lo que ocasiona deshidratación irreversible de las membranas celulares y los orgánulos, inmovilizando, primero, y ocasionando luego la muerte al molusco. Su uso se recomienda en cultivos de cítricos, hortalizas, leguminosas, cereales, tubérculos, frutales, fresas, jardinería, para flores de invernaderos y plantas ornamentales. Es medianamente tóxico, debe evitarse completamente su contacto con los niños.

Líquidos concentrados emulsionables
(de activos insolubles en agua para emulsionar)

- **Methil Parathion 48% EC**. Insecticida concentrado de amplia acción contra numerosas plagas, es altamente tóxico, aunque se degrada biológica y químicamente bien y rápido en el suelo y en las plantas. Se aplica en cultivos de arroz, algodón, fríjol y soya. Combate plagas de cucarroncito, cogollero, sogata, chinches en el arroz, gusano de las hojas, picudo, pulgones en el algodón, comedores de follaje y gusano de las vainas en el fríjol y la soya.
- **Agrixon 40% EC.** Ingrediente activo Dimetoato. Insecticida sistémico de acción residual y concentrado emulsionable, altamente tóxico y muy eficaz en el control de un considerable número de plagas chupadoras como: chinches, áfidos, moscas blancas, trips, ácaros, así como barrenadoras y minadores de hojas. Combate los chinches en el arroz, el chinche hediondo en el cacao, los ácaros y los minadores en el café, los áfidos, el chinche hediondo y los piojos blancos en los cítricos y en los frutales, los áfidos y el tostón en la papa.

Líquidos en suspensión concentrada (de activos insolubles en agua suspendidos)

- **Carbotox 330 S.C.** Ingrediente activo Carbofuran. Insecticida nematicida que tiene como ingrediente activo el Carbofuran. Es tomado directamente por las raíces de las plantas, transportado a través de las mismas. Protege las raíces de

las plantas y tubérculos de insectos chupadores y masticadores. Está catalogado como pesticida altamente tóxico. Combate la sogota en el arroz, el gusano blanco en la papa y defiende al algodón del gusano bellotero y del gusano perforador de las hojas.

Por acción contra las plagas

- **Insecticidas:**
  Metil Parathion 48 % EC.: Ya se hizo antes la descripción.
  Agrixon 40 % EC. Ya se hizo antes la descripción.
  Carbotox 330 S.C. Ya se hizo antes la descripción.
- **Fungicidas:**
  Oxicloruro de cobre 58.8 % W.P: Ya se hizo antes la descripción.
  Agrotox 58.8 % W.P. Ya se hizo antes la descripción.
  Magricen 80 % W.P. Ya se hizo antes la descripción.
- **Molusquicidas:**
  Matababosa AB. Ya se hizo antes la descripción.

Procesos de producción

Como ya se anotó anteriormente, los procesos productivos se dividen en dos: los que tienen que ver con la producción de sólidos y los que tienen que ver con la producción de líquidos.

Producción de sólidos

Los pasos y los equipos de este proceso son:[2]

1. **Recepción de las materias primas**
   Se cuenta con un ascensor elevador, con una capacidad de 1.000 kilogramos, que lleva las materias primas al mezclador, que contiene Oxicloruro de cobre y Metaldehído.
2. **Mezclado de la materia prima y *pellets***
   El mezclador es una cinta *ribbon blender*, de forma rectangular y fondo semicilíndrico, con una capacidad total de 250 kilogramos y una potencia de 10 caballos de fuerza (HP).
   Esta parte del proceso se complementa por el paso por el molino de martillos para los productos en polvo, o a la peletizadora en el caso de los *pellets*. Tiene una potencia de 25 HP y tamices de salida intercambiables. También se cuenta con una peletizadora Lister Junior Provender Press, con una potencia de 25 HP.

[2] Se presentan los equipos de tal forma que se pueda ir describiendo el proceso de producción en el orden que se presenta en el tiempo.

3. **Secado de la mezcla y enfriamiento**
   Utilizando un elevador de cangilones, se transporta la mezcla para alimentar los pellets al equipo secador-enfriador y a su respectiva tolva (potencia 2 HP), donde se exponen a la acción de aire para extraer su humedad de acuerdo a unas tablas prediseñadas para este fin. El ventilador actúa como equipo secador-enfriador, que suministra una corriente de aire frío al producto peletizado, con una potencia de 2 HP. Finalmente, los *pellets* secos pasan a una tolva para su almacenamiento y empaque.
4. **Empaque**
   Se tienen como equipo auxiliar, unas tolvas de alimentación para molino que permiten el empaque directo del producto mezclado.
5. **Distribución de producto terminado**
   Se hace directamente desde la bodega, donde está la planta de distribución, a los distribuidores comerciales, o a los camiones de distribución que para el efecto se contratan a través de los grandes distribuidores en los otros departamentos **(ver Gráfica 1)**

Producción de líquidos

Respecto del proceso de producción de líquidos, la **Tabla 1** presenta de forma relativamente detallada, las actividades, equipos y métodos con los que se opera en este importante proceso.

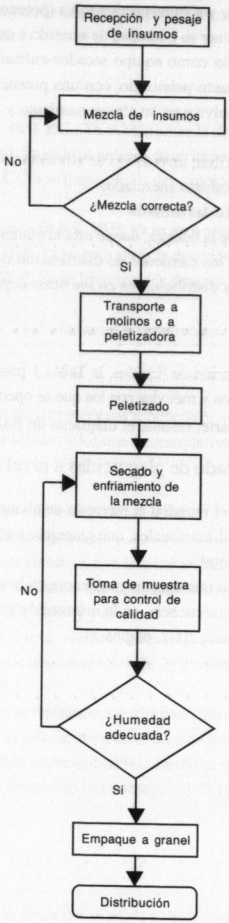
La **Gráfica 2**, por su parte, resume el diagrama de flujo de este proceso.

El mercado de plaguicidas a nivel mundial y en Colombia

La **Tabla 2** muestra que a nivel mundial el mercado de abonos y fungicidas es dominado por siete grandes empresas multinacionales, que manejaban el 75% del total en 1994 y en 1999 el 91% de este mismo total.

"Tales compañías tienen una enorme incidencia en la investigación agrícola, generación de tecnologías, y en consecuencia, en la orientación general de políticas y mercados agrarios" (León y Rodríguez, 2002, página 1).

Gráfica 1
Diagrama de flujo para la producción de sólidos



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Agricense Ltda.

Tabla 1
Actividades en el proceso de líquidos

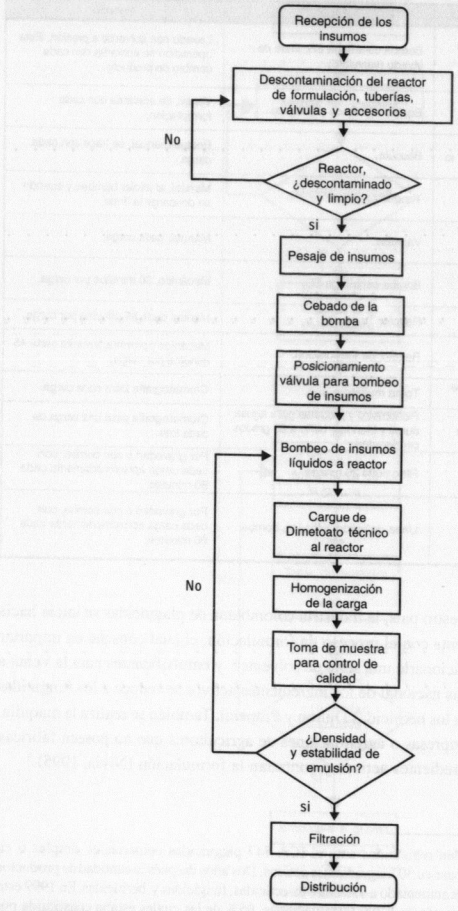
Actividad	Equipo	Método
Descontaminación del reactor de formulación, tuberías, válvulas y accesorios.	Bomba centrífuga SS, línea de lavado (válvula 8).	Lavado con solvente a presión. Esta operación se adelanta con cada cambio de producto.
Revisión general de equipo: Reactor descontaminado y limpio.	Equipo mecánico y eléctrico.	Visual, se adelanta con cada formulación.
Pesaje de materias primas de acuerdo a fórmula elaborada por la Dirección Técnica.	Báscula.	Pesaje manual, se hace con cada carga.
Cebado de la bomba.	Tanque cebador.	Manual, al iniciar bombeo y cuando se descarga la línea.
Posicionamiento válvula para bombeo de materias primas.	Válvulas.	Manual, cada carga.
Bombeo de materias primas líquidas a reactor.	Bomba centrífuga SS.	Mecánico, 30 minutos por carga.
Cargue de Dimetoato técnico al reactor.	Reactor Tamiz.	Manual cada 90 minutos por carga.
Homogenización de la carga.	Reactor de formulación.	Mecánico aproximadamente cada 45 minutos por carga.
Toma de muestra para control de calidad.	Toma muestras.	Cromatografía para cada carga.
Control de calidad ingrediente activo, densidad y estabilidad de emulsión.	Picnómetro y probetas para aguas duras y blandas, baño a 30 grados centígrados.	Cromatografía para una carga de cada lote.
Filtración.	Filtro cuño 25 micras.	Por gravedad o con bomba, con cada carga aproximadamente cada 60 minutos.
Empaque a granel.	Línea de salida, válvulas, bomba.	Por gravedad o con bomba, con cada carga aproximadamente cada 60 minutos.

Fuente: Agricense Ltda.

En el caso concreto de nuestro país, la industria colombiana de plaguicidas se inicia hacia finales de los años cincuenta con el proceso de formulación, el cual consiste en importar el ingrediente activo y adicionarle una serie de solventes y emulsificantes para la venta a los agricultores. La síntesis nacional de los ingredientes activos se reduce a los fungicidas Mancozeb y Cymoxanil, a los herbicidas Diuron y Propanil. También se realiza la maquila, proceso por el cual las empresas o agremiaciones de agricultores que no poseen fábricas propias, importan los ingredientes activos y contratan la formulación (Nivia, 1995).[3]

[3] Para abril de 1995, habían registrados ante el ICA 747 plaguicidas comerciales simples o en mezclas, formulados con base en 307 ingredientes activos. Dos años después la cantidad de productos comerciales inscritos había aumentado a 918 entre insecticidas, fungicidas y herbicidas. En 1999 este mismo instituto registraba más de 1.200 formulaciones, 95% de las cuales estaba constituida por productos químicos y el 5% restante por biológicos o naturales (Nivia, 2000a).

Gráfica 2
Diagrama de flujo para la producción de líquidos



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Agricense Ltda.

Tabla 2

Ventas de agroquímicos de las principales compañías del mundo

(Millones de dólares)

Compañía	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Monsanto*	2224	2472	2555	3126	4032	5102
Novartis*			4068	4199	4152	3757
Aventis*						4320
Dupont*	2132	2322	2472	2518	3156	3020
Zeneca	2105	2363	2630	2674	2897	2657
AgrEVO (Aventis en 1999)	2045	2344	2422	2352	2410	
Bayer	1950	2373	2343	2254	2273	2316
Rhone Poulenc (Aventis en 1999)	1804	2068	2243	2202	2266	
Cyanamid	1600	1910	1989	2119	2194	1669
Dow*	1735	1962	2010	2200	2132	2273
BASF	1258	1450	1503	1855	1945	1856
Ciba (Novartis en 1996)	2954	3284				
Sandoz (Novartis en 1996)	1001	1125				
Ventas principales compañías	20808	23676	24235	25499	27457	26970
VENTAS TOTALES	27825	30265	30603	31896	31005	29600
Porcentaje del total mundial de principales compañías	75%	78%	59%	80%	89%	91%

*Incluye agroquímicos y semillas

Fuente: Dinham, Bárbara. *Pesticide News. Pesticide Action Network* (PAN)-Europa. Tomado de Nivia, (2000a).

La **Tabla 3** nos permite tener un acercamiento a la industria de plaguicidas en Colombia.

En primer lugar, se observa que en el período analizado, que abarca un lapso de 20 años, el país utilizó alrededor de 353.000 toneladas de agroquímicos, de las cuales casi 100.000 fueron insecticidas, 120.000 herbicidas y 133.000 fungicidas. Las ventas de plaguicidas han experimentado caídas y repuntes temporales.

Puede advertirse en la Tabla 3 un comportamiento irregular de la venta total de plaguicidas en el país durante el período considerado. En efecto, se trata de un comportamiento que ofrece dos picos de máximo consumo con diez años de diferencia (1977 y 1987), seguidos de una tendencia a la baja que se estabiliza posteriormente para registrar nuevas alzas. En 1991 el consumo de plaguicidas para los principales cultivos fue de 9.8 kilogramos/hectárea, superando incluso zonas de los Estados Unidos consideradas de alta demanda de plaguicidas, en las que se utilizaron cantidades promedio de 6.8 kilogramos/hectárea (Ardila, 1994, citado por León y Rodríguez (2002).

Tabla 3

Ventas nacionales de plaguicidas en Colombia por tipo de producto durante el período 1975-1995

		Insecticidas[1]		Herbicidas[2]		Fungicidas	
Año	Total	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
1975	16551	7519	45.4	4553	27.5	4479	27.1
1976	17462	10338	59.2	3356	19.2	3768	21.6
1977	23656	15223	64.4	3532	14.9	4901	20.7
1978	15766	6127	38.9	5165	32.8	4474	28.4
1979	12927	4138	32	4880	37.8	3909	30.2
1980	12572	3641	29	4621	36.8	4310	34.3
1981	12211	3159	25.9	4599	37.7	4453	36.5
1982	12853	2836	22.1	5203	40.5	4814	37.5
1983	14354	3237	22.6	5672	39.5	5445	37.9
1984	15460	3523	22.8	6001	38.8	5936	38.4
1985	17046	3912	22.9	6113	35.9	7021	41.2
1986	16229	3671	22.6	6257	38.6	6301	38.8
1987	23379	3912	16.7	6530	27.9	12937	55.3
1988	21484	4705	21.9	6098	28.4	10682	49.7
1989	19968	3694	18.5	7207	36.1	9067	45.4
1990	17602	4006	22.8	6573	37.3	7023	39.9
1991	16396	3507	21.4	6368	38.8	6521	39.8
1992	14947	2645	17.7	6067	40.6	6235	41.7
1993	14718	2250	15.3	5719	38.9	6749	45.8
1994	16358	2534	13.8	7454	45.6	6736	40.6
1995	19806	4204	21.2	8322	42.0	7280	36.8
TOTAL	351745	98781		120290		133041	

1. Incluye insecticidas, fumigantes y desinfectantes del suelo, molusquicidas, acaricidas, nematicidas y rodenticidas.
2. Incluye defoliantes.

Fuente: Henao (1994). Citado por León y Rodríguez (2002).

La principal conclusión que puede derivarse de la información anterior, es que la venta y uso de agroquímicos en la agricultura aumentó un 20% en los veinte años analizados, pasando de 15.551 a 19.806 toneladas y que, salvo los insecticidas, la tendencia fue incrementar las aplicaciones de herbicidas, pasando de 4.553 toneladas en 1975 a 8.322 en 1995 —un incremento del 83%—, y de fungicidas —de 4.479 se pasó a 7.280 toneladas—.

Por fuera de las zonas de conflicto armado, las áreas que más consumen fungicidas corresponden a los altiplanos cundiboyacense, las llanuras del Tolima y Huila, la zona

[4] Véase León y Rodríguez (2002).

Tocaima-Girardot-Espinal, el valle del río Sinú, algunas zonas agrícolas de Boyacá y Norte de Santander (Aquitania, Valle de Samacá, Ábrego y Lebrija).[4]

Los cultivos con mayor demanda de plaguicidas son en su orden: el arroz con 21%, la papa con 19%, pastos con 14%, banano con 7%, caña de azúcar 6%, café 5%, hortalizas 5%, algodón 4%, flores 4%, maíz 4%, tomate 3%, frutales 3% y otros 5%.[5]

Del análisis concreto de Agricense —que es una pequeña empresa que durante los años considerados ha trabajado ordinariamente con una nómina que no supera los veinte empleados— podemos ver que en los últimos años ha venido participando con un promedio del 1% de la producción total de plaguicidas en el mercado colombiano, esta participación ha venido aumentando y en opinión de sus directivos fue muy cercana al 3% en el año 2002.

Ha venido compitiendo con empresas multinacionales de sólida trayectoria, como las que se presentan en la **Tabla 4**, con las cuales es bastante difícil competir, dadas sus poderosas redes de distribución, las elevadas cifras de inversión publicitaria, los significativos descuentos que conceden, y sobre todo la sofisticada tecnología de producción que poseen.

Tabla 4.
Producción nacional de plaguicidas por empresas, 1998-2001

Empresas	1998				1999			
	Kg.	Part.	Litros	Part.	Kg.	Part.	Litros	Part.
Rohm and Haas Colombia S.A.	3.240.957	22,92%	2.320.448	8,97%	4.699.952	24,49%		21,34%
Proficol El Carmen S.A.	1.594.638	11,28%	2.763.553	10,68%	3.017.772	15,73%	5.129.720	11,84%
Dupont de Colombia S.A.	2.853.125	20,18%	214.235	0,83%	2.977.971	15,52%	249.290	0,58%
Dow de Colombia S.A.	1.997.658	14,13%	4.273.768	16,52%	1.940.961	10,12%	7.108.423	16,41%
Bayer S.A.	1.075.566	7,61%	1.097.736	4,24%	1.726.098	9,00%	1.627.007	3,76%
Griffin de Colombia S.A.	769.815	5,44%	11.170	0,04%	1.682.783	8,77%	12.030	0,03%
Monsanto Colombiana			3.473.774	13,43%			3.596.152	8,30%
Novartis de Colombia S.A.	318.111	2,25%	1.754.487	6,78%	848.249	4,42%	3.755.076	8,67%
Agricense Ltda.	214.248	1,51%	38.537	0,15%	206.133	1,07%	43.048	0,10%
Total Industria en Colombia.	**14.141.870**	**100%**	**25.864.996**	**100%**	**19.188.781**	**100%**	**43.327.135**	**100%**

[5] *Ibíd.*

Empresas	2000				2001			
	Kg.	Part.	Litros	Part.	Kg.	Part.	Litros	Part.
Rohm and Haas Colombia S.A.	5.100.000	24,40%	10.170.000	21,64%	5.355.000	24,79%	10.300.000	20,93%
Proficol El Carmen S.A.	3.300.000	15,79%	5.600.000	11,91%	3.498.000	16,19%	6.500.000	13,21%
Dupont de Colombia S.A.	3.125.000	14,95%	274.000	0,58%	3.430.000	15,88%	280.000	0,57%
Dow de Colombia S.A.	2.096.000	10,03%	7.820.000	16,64%	2.300.000	10,65%	5.100.000	10,37%
Bayer S.A.	1.890.000	9,04%	1.789.000	3,81%	2.079.000	9,63%	1.810.000	3,68%
Griffin de Colombia S.A.	1.810.000	8,66%	13.000	0,03%	1.900.000	8,80%	23.100	0,05%
Monsanto Colombiana	-		3.900.000	8,30%	-	-	3.980.000	8,09%
Novartis de Colombia S.A.	933.000	4,46%	4.120.000	8,77%	950.000	4,40%	4.200.000	8,54%
Agricense Ltda.	380.559	1,82%	72.803	0,15%	447.533	2,07%	87.464	0,18%
Total Industria en Colombia.	**20.900.000**	**100%**	**47.000.000**	**100%**	**21.600.000**	**100%**	**49.200.000**	**100%**

Fuente: Tabulados de la División de Insumos Agrícolas del ICA y la Cámara de la Industria para la protección de cultivos de la ANDI y cifras suministradas por la gerencia comercial de Agricense Ltda.

Del análisis del cuadro anterior es fácil ver cómo en el país se repite la misma estructura internacional, en la que no más de cinco empresas multinacionales se reparten más del 75% de la producción nacional. La parte restante le corresponde a empresas pequeñas y medianas, como Agricense Ltda. Estas pequeñas empresas deben acudir a ingeniosas estrategias competitivas que les dejen un espacio para subsistir y poder —como lo ha podido hacer Agricense— aumentar sus cuotas de participación en los mercados, aunque sea ligeramente.

Considerando un punto de vista más particular, la **Tabla 5** presenta la siguiente participación de cada uno de los productos dentro del total de sus ventas. Del análisis de esta tabla es posible precisar que tres productos explican casi el 80% del total de lo vendido. Estos productos son en su orden, el Oxicloruro de cobre y el Matababosa, que como se precisó antes, son productos sólidos, y el Methil Parathion, que es un producto líquido. Este último ha venido aumentando la participación en las ventas de la compañía, permitiendo que su participación en el mercado muestre tendencias positivas. Podemos ir puntualizando que la estrategia de mercadeo de esta firma consiste en encontrar nuevos nichos de mercado para los distintos tipos de productos que va produciendo.

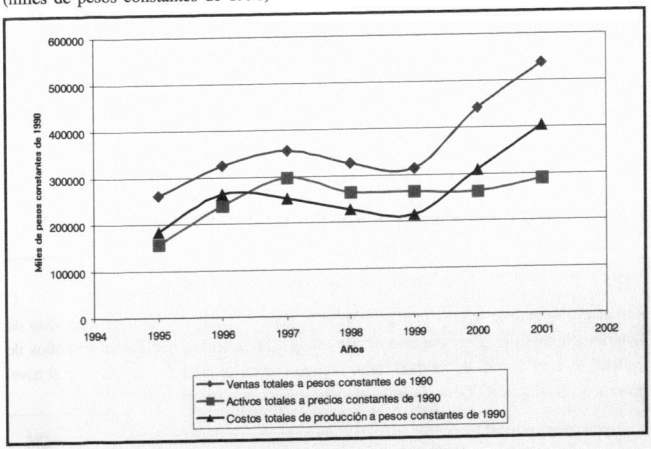
Tabla 5
Participación (%) por tipo de productos en las ventas totales de Agricense Ltda.

Producto	1989	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Agrotox 58,8% W.P.	14	15	17	15	14	14	14	10	7	5	6	3
Oxicloruro de cobre 58,8% W.P.	48	46	45	39	46	38	36	44	42	54	25	26
Magricen 80% W.P.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4
Matababosa AB.	6	6	6	7	8	7	8	10	10	21	23	24
Agrixon 40% EC.	3	6	4	3	5	6	7	5	3	5	4	4
Carbotox 330 SC	0	0	0	5	5	10	10	10	11	1	6	4
Methil Parathion 48% EC.	24	26	22	23	19	18	18	20	22	12	25	32
Otros	5	1	6	8	3	7	7	1	5	2	4	3

Fuente: Cifras suministradas por la gerencia comercial de Agricense Ltda., ingeniero Enrique Arévalo.

La **Gráfica 3** nos hace una rápida y sucinta descripción de Agricense Ltda., resaltando algunos de sus principales indicadores desde 1995 hasta el año 2001.

Gráfica 3
Cifras más representativas de Agricense Ltda.
(miles de pesos constantes de 1990)

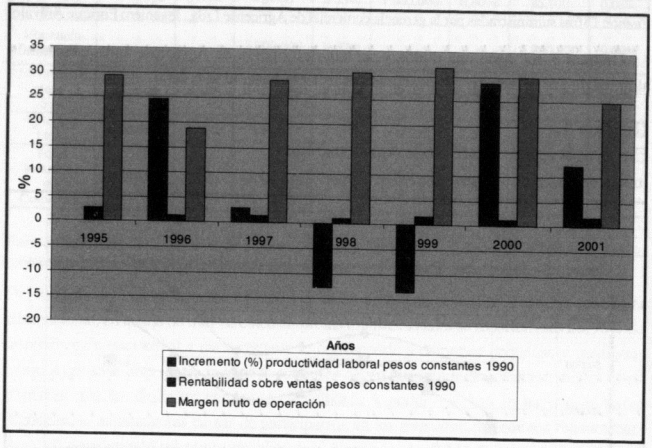


Fuente: Cifras suministradas por la gerencia comercial de Agricense Ltda.

Es relativamente significativo ver que el nivel de ventas, a pesos constantes, en los cinco años analizados, se duplicó. Esta circunstancia es digna de resaltar en un entorno recesivo como el sufrido por la economía colombiana, que enfrentó años muy duros. Entre otras cosas, la peor recesión de todo el siglo XX —en 1999—, además en circunstancias muy adversas para el sector agrícola colombiano, que es el principal comprador de Agricense. Un hecho que amerita ser destacado es que en el período comprendido entre 1999 y 2000, las ventas tuvieron un interesantísimo repunte de 70% y este crecimiento también se repitió en 2001 —aunque no en la misma proporción—, cuando registró un aumento de 22%. Ambos incrementos estuvieron muy por encima de los aumentos registrados por la industria y la economía colombiana (ver **Gráfica 4**).

Gráfica 4

Algunos indicadores de desempeño de Agricense Ltda.



Fuente: Cifras suministradas por la gerencia comercial de Agricense Ltda.

Respecto del total de importaciones, merece la pena precisar que se trata ante todo de materias primas para la producción de los sólidos. Se descubre que en los tres años de análisis, este valor casi se ha duplicado, porque guarda proporción directa con el nivel general de producción (**Tabla 6**).

Tabla 6
Importaciones totales de Agricense Ltda.
(Miles de dólares, US$)

Año	Importaciones
1995	40,0
1996	63,0
1997	75,0
1998	84,0
1999	145,3
2000	165,2
2001	209,7

Fuente: Cifras suministradas por la gerencia comercial de Agricense Ltda., ingeniero Enrique Arévalo.

Tendencias muy positivas también presenta la compañía en sus indicadores de productividad laboral y de rentabilidad sobre ventas. Si bien es cierto que la rentabilidad sobre ventas ha venido aumentando, puede resultar preocupante la reducción gradual del margen bruto de operación, esta disminución encuentra explicación en la devaluación del peso, lo que encarece el valor de las importaciones. Esta reducción se debe también a un aumento de la oferta sectorial, por un crecimiento de empresas competidoras, unas —la gran mayoría— pequeñas empresas, y otras cuatro empresas chinas, que han aparecido recientemente.

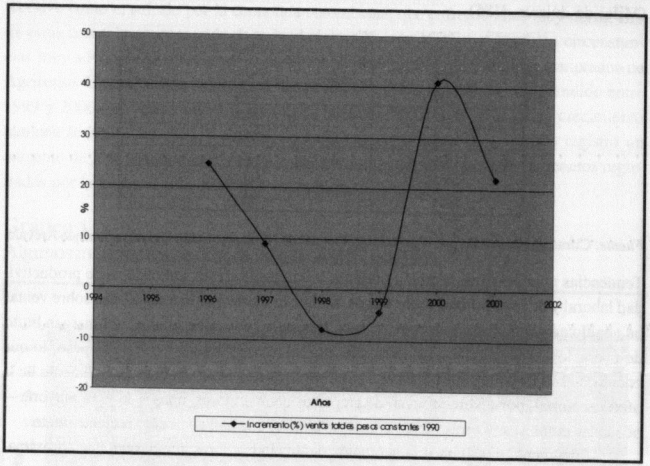
Finalmente, resaltamos la evolución de dos indicadores que buscan una aproximación al nivel de competitividad de la empresa: el aumento anual relativo de las ventas y la participación en el total del mercado nacional (ver **Gráfica 5).** En ambos casos, se presentan significativos aumentos en ambos indicadores, lo que nos deja una idea bastante positiva sobre el desempeño financiero y de mercados de Agricense (**Tabla 7**).

Para finalizar el análisis relacionado con el entorno de Agricense, vale la pena mencionar, cómo un aspecto del entorno que beneficia la empresa es el relacionado con una medida de política económica. Esta medida tiene que ver con la reglamentación sobre desgravación a la importación de insumos agroquímicos, que eliminó el IVA a este tipo de importaciones, hecho que por supuesto beneficia a la empresa[6].

[6] La última reforma tributaria, conocida como la Ley 788 de 2002, en su artículo 30 modificó el artículo 424 del Estatuto Tributario, pero ratificó que la venta o importación de insumos importados para la producción de plaguicidas e insecticidas son bienes que no causan el pago de IVA.

Gráfica 5

Variación (%) anual de las ventas de Agricense Ltda.



Fuente: Cifras suministradas por la gerencia comercial de Agricense Ltda.

Tabla 7

Participación en el mercado de Agricense Ltda. (%)

Año	Participación en el mercado %
1995	0,31
1996	0,41
1997	0,50
1998	1,00
1999	1,00
2000	2,00
2001	3,00

Fuente: Tabulados de la División de Insumos Agrícolas del ICA y la Cámara de la Industria para la protección de cultivos de la ANDI y cifras suministradas por la gerencia comercial de Agricense, Ltda.

La estructura del mercado, que es dominado por unas pocas multinacionales, deja espacio a algunas pequeñas y medianas empresas, lo cual se convierte en un factor que estimula la innovación y el cambio, orientado a buscar fortalezas competitivas. Si Agricense quiere

mantenerse en el mercado debe ofrecer precios bajos y con muy buena calidad. Los precios bajos solamente los obtiene si logra aumentar los índices de productividad laboral y del capital. Mantener una buena calidad significa que debe mantener muy activo y en buen funcionamiento su departamento de control de calidad.

Análisis estratégico de las capacidades de dirección

Agricense tiene como misión: "convertirse en una alternativa para los agricultores a fin de que puedan conseguir productos de muy buena calidad que ayuden a sacar adelante buenas cosechas, libres de plagas, mediante una buena aplicación de plaguicidas y fertilizantes". Como se puede ver, se trata de una misión centrada en dar un buen servicio al cliente.

Dentro de los objetivos estratégicos que complementan la misión, tenemos básicamente dos: el primero, garantizar buena calidad, y el segundo, a buenos precios.

Se pueden señalar dos hitos importantes dentro de la consideración de las capacidades de dirección. Uno primero, fue una alianza estratégica llevada a cabo para la producción de líquidos. Uno segundo, relacionado con el proceso de mejoramiento en la producción de Matababosa.

La mencionada alianza estratégica buscó unir las fortalezas que tenía Agricense —particularmente una red de clientes en la que ya vendía fungicidas líquidos— con las de un socio que conocía ampliamente la tecnología de producción de líquidos. El resultado, además de aumentar el nivel general de ventas, llevó a que se hiciera una adecuada adaptación tecnológica de la nueva máquina, con la consiguiente capacitación del recurso humano que operó este nuevo proceso productivo.

El proceso de mejora continua en la producción de Matababosa,[7] es el aprovechamiento de una ventana de oportunidad ofrecida por el entorno, para repartirse el mercado con otra empresa. Mejoras en la formulación de este producto y adaptaciones tecnológicas en sus procesos de producción, mediante la puesta en operación de una máquina enfriadora, permitieron superar dos aspectos de innegable importancia. El primero, relacionado con el nacimiento de hongos al más mínimo cambio en la condiciones del medio ambiente. El segundo, la mejora en efectividad en la eliminación de la babosa, nematodo bastante "intuitivo" en la evasión de productos que lo combaten.

En el cambio de las capacidades de dirección de la compañía es posible identificar tres períodos muy claros en toda su historia. El primero, que va desde su fundación en 1956 hasta el año 1985. El segundo, que va desde 1985 hasta 1996. Un tercero y último período, desde 1996 hasta la fecha.

En el primer período la empresa consolidó un proceso de expansión en ventas. El segundo período, desde 1985 hasta 1996, cuando se presentó otro cambio de administración, se caracterizó por el establecimiento de actividades en la ciudad de Bogotá, con manejos

[7] Que en lenguaje del *Boston Consulting Group* correspondería a un producto "vaca lechera".

financieros no muy acertados, que desembocaron en un nuevo cambio de administración, que llevó a que se consolidara la actual administración frente a los destinos de la compañía. En el tercer periodo —bastante avanzada la época de la apertura económica— en el año 1996, Agricense soporta un cambio de administración. La situación de la empresa era lamentable y el frente que primero tuvo que atender esta nueva administración fue el financiero. Muchos arreglos con algunas instituciones del sector financiero apremiaban la atención de la nueva gestión gerencial[8].

Cada uno de estos periodos presentó una administración, con distintas estrategias y estilos gerenciales. Es apenas evidente sostener que las estrategias gerenciales de Agricense fueron afectadas por el proceso de apertura económica que presenció Colombia desde 1992. Este fenómeno, sin duda, trajo importantes implicaciones, especialmente en lo relativo a la facilidad para importar insumos químicos necesarios en la producción de nuevos productos, especialmente los líquidos. Pero de otra parte, también facilitó la importación de insumos a la competencia y la aparición de más empresas competidoras, especialmente de la China, que empezaron a ofrecer productos de menor calidad, pero a precios más bajos en el mercado colombiano.

Comportamiento competitivo de la empresa

Este análisis se orienta a establecer la formulación estratégica de varios frentes de la empresa, productos, procesos y comercialización.

Se trata de determinar si la empresa mantiene procesos formalizados que conduzcan a la formulación de estrategias explícitas, contenidas en un plan formal, con especificación de objetivos, metas y recursos.

Estrategias competitivas

De productos

La estrategia adelantada antes de la apertura se concentró en encontrar nuevos mercados para los productos tradicionales. Se buscó la especialización en productos donde se tenían ventajas competitivas, derivadas de lograr bajos costos de producción que permitieron mantener precios bajos y competitivos. No se vislumbró, sin embargo, una política clara de innovación de productos.

---

[8] Sanear la estructura financiera, en lo que a ajuste de pasivos se refiere, fue el primer cometido. Composiciones en el otorgamiento de garantías a las instituciones financieras, fue el segundo paso. Posteriormente, se empezó a buscar que las ventas crecieran. Un especial florecimiento de las ventas mediante la introducción de nuevos productos en nuevos mercados de la geografía nacional para la empresa, fue el hecho que empezó a perfilar el futuro.

Al momento de la apertura la empresa continuaba con la misma estrategia en productos, y ante las nuevas circunstancias se concentró en practicar una estrategia que buscaba la diferenciación en el mercado, tanto en costos como en calidad. Es de anotar que la empresa, en este último período, ha venido haciendo considerables esfuerzos para lanzar nuevos productos —especialmente sólidos— tanto a los mercados tradicionales como a nuevos mercados. Esta penetración de mercados de momento ha estado centrada en mercados domésticos.

En la Tabla 5 se presentó el portafolio de productos, sólidos y líquidos, que desde 1989 ha lanzado la empresa. Nueve distintos productos sólidos —distribuidos entre polvos y peletizados— y el Methil Parathion, configuran la canasta de los productos de la empresa. No se trata de nuevos productos con novedosas tecnologías —en eso es muy importante ser claros—, sino de productos tradicionales del mercado nacional, con formulaciones y empaques propios de Agricense. Estamos ante una estrategia imitativa, que de momento ha dado resultados aceptables.

En síntesis, podemos sugerir que las estrategias competitivas de productos han sido fundamentalmente dos: mejoras tecnológicas de productos existentes y diferenciación de productos. La forma de hacerlo obedece a una actuación imitativa.

La primera estrategia, mejora tecnológica de productos existentes, se ha presentado gracias a nuevas formulaciones en la composición química de los productos y en oportunas adaptaciones de maquinaria a este proceso. El caso del Matababosa, explicado con mayor detalle al final de este caso, ilustra mucho a este respecto. Se trata además de un ejemplo claro de innovación de procesos.

La segunda estrategia, diferenciación, se ha venido alcanzando por los esfuerzos hechos en reducir los precios, ofreciéndolos a niveles que compitan con los de la competencia. La calidad debe estar acompañada de esta rebaja de precios, o de lo contrario no se alcanzan los cometidos propuestos.

De procesos

Respecto de las estrategias competitivas de procesos, se deduce que antes de la apertura se mantenía un manejo muy tradicional de la empresa. Por tradicional queremos significar que los procesos de producción se mantuvieron sin modificaciones en la producción de fungicidas. No se promovió una cultura orientada al cambio y a la innovación. El concepto de adquisición de nuevas tecnologías no fue relevante para la gerencia.

La apertura tuvo como uno de sus impactos inmediatos, que la empresa buscara la eficiencia y diversificara su producción con la creación de nuevos productos: los fungicidas líquidos. Estos últimos llevaron a la empresa a incorporar nueva maquinaria, que a su vez les llevó a incorporar nuevas tecnologías y por ende nuevos conocimientos.

Uno de los aspectos positivos que trajo la apertura fue el que se empezaron a conseguir, a precios más bajos y con mayor facilidad, algunas de las materias primas, básicamente los ingredientes activos, que empezaron a suministrar empresas orientales. Al principio se generaron conflictos con la calidad de los productos ofrecidos por estas empresas, pero poco a poco empezaron a lograrse acuerdos para que este relevante aspecto fuera garantizado de la mejor forma. A la fecha, la empresa cuenta con tres proveedores orientales que garantizan buenos precios y magnífica calidad.

Sintetizando, las estrategias competitivas de procesos en esta empresa las podemos resumir en dos: proceso de producción nuevo asociado con producto nuevo, y mejora tecnológica mediante adquisición de maquinaria y equipo que implica nueva tecnología de los procesos existentes en la empresa.

La primera estrategia, proceso productivo nuevo asociado a nuevo producto, la vemos reflejada en la introducción del nuevo proceso de producción de líquidos en la empresa, a partir del año 1997. Se trata de un producto nuevo para la empresa, más no para el mercado nacional, por esta razón no la podemos catalogar como una innovación ni de productos ni de procesos, en sentido estricto.

La segunda estrategia, relativa al Matababosa, mejora tecnológica a procesos existentes, la hemos considerado como una innovación de procesos. Esta innovación se expresa en dos frentes. El primero, relativo a la formulación del producto. El segundo, en la adaptación de una enfriadora, que reduce la humedad a niveles que impiden el nacimiento de hongos. Ambas situaciones serán explicadas y ampliadas más adelante, en el último apartado de este caso.

De comercialización

La empresa desde el principio se convirtió en una institución que atendió un mercado muy definido y concentrado: el altiplano cundiboyacense, especialmente en los cultivos de clima frío, en particular los de papa.

Uno de los primeros factores que se hizo evidente a raíz de la apertura, fue el de que empezaron a aparecer en los mercados nuevos competidores, especialmente multinacionales orientales, que ofrecían a precios más atractivos muchos de los productos que ofrecía Agricense. Esto hizo que sortearan una nueva y agresiva competencia a la que antes no estaban acostumbrados.

Búsqueda de nuevas regiones geográficas a nivel nacional, como fue el caso de ventas en departamentos como Meta, Santander, Cesar, Córdoba y Antioquia. De igual forma, la empresa, a raíz de la producción de productos líquidos, ha venido mejorando su capacidad de ofrecer una mayor variedad de productos a nuevas regiones y nuevos mercados. Uno de los puntos que ha animado la cultura del cuerpo de ventas de la compañía es mejorar la atención al cliente, en aspectos como velocidad en la atención, trato personalizado, buen servicio postventa, buscando siempre ofrecer productos de excelente calidad.

En síntesis, podemos señalar que esta empresa se ha concentrado en dos estrategias competitivas que vinculan sus productos con los mercados: penetración de mercados y reformulación de productos.

Una estrategia de penetración de mercados significa que Agricense ha buscado, a través del tiempo, aumentar sus cuotas de participación en el mercado doméstico de fungicidas. Esta circunstancia se puede comprobar revisando las cifras de las Tablas 4 y 7, en las cuales se ve que desde 1995 —cuando la participación ascendió a 0,31%— hasta 2001 —cuando la participación ascendió a 3%— la empresa aumentó significativamente su participación.

La estrategia de reformulación de productos, consiste en que productos como el Oxicloruro de cobre, el Matababosa y el Methil Parathiom, han sido vendidos en nuevos mercados —como los Llanos Orientales y la Costa Atlántica— encontrando además nuevos clientes, como sería el caso, por ejemplo, de cultivos del flores y hortalizas para el Matababosa en la Sabana de Bogotá.

Cultura organizacional

Uno de los aspectos que se descubren al analizar la evolución de Agricense en los últimos tres años, es sin duda alguna una positiva apertura al cambio del entorno sectorial y de los mercados. El perfil obtenido en esta investigación para aproximarse al conocimiento de la cultura organizacional, se recoge en la **Tabla 8**.

Por tratarse de una empresa pequeña, donde la administración está en manos de los mismos dueños, las respuestas al cambio son oportunas y rápidas. Este hecho le otorga una ventaja competitiva frente a la competencia de las multinacionales, quienes por su tamaño no pueden atender con la misma prontitud los requerimientos de sus clientes.

La administración de Agricense es conservadora, no muy propensa al riesgo. Busca en la medida de sus posibilidades la reducción de la incertidumbre. Esta se logra por el acopio de información obtenida de tres fuentes. La primera, lo que se pueda saber acerca de la competencia. Este ejercicio la mantiene al tanto de los esenciales cambios tecnológicos del sector. La segunda, derivada de los conocimientos que tienen del negocio los dueños de la empresa. Se descubre en ellos una tradición industrial, cultivada por varios años, que reduce los márgenes de improvisación, a la hora de tomar decisiones. Finalmente, se descubre que el cuerpo de ventas es una de las unidades que cumple un interesante papel respecto de la obtención de la información del entorno. Los vendedores mantienen magníficas relaciones con empresas multinacionales de la competencia.

Tabla 8
Resumen encuesta sobre cultura empresarial de Agricense Ltda.

Características generales de la cultura empresarial de Agricense Ltda.
Orientada hacia el cliente
Toma en cuenta sugerencias de los clientes.
Actúa rápidamente.
Incentiva la colaboración de trabajo en equipos, dentro y fuera de la empresa.
Busca apoyo en el exterior (consultorías y asesorías).
El cliente, la competencia y los proveedores orientan la misión de la empresa.
Estratégicamente adversa a la incertidumbre
Prefiere rutinas sólidas.
Prefiere cambios incrementales.
Busca tomar decisiones rápidas basadas en estadísticas de mercado.
Percibe el futuro como una continuación del presente.
Tiende a organizarse funcionalmente y no interdisciplinariamente.
Las directivas toman decisiones basadas en informaciones detalladas.
Las decisiones están influidas por eventos del presente.
La organización tiene prioridades establecidas, cambia poco este patrón.
Manejo subjetivo del personal
Toma decisiones basadas en valores.
Analiza las situaciones particulares.
Estimula al personal.
Promueve participación del personal en los procesos desde el principio.
Las directivas manejan humanitaria y sensitivamente las personas.
Perceptiva
Maneja estándares generales.
Está abierta a distintas fuentes de información: internas y externas.
Proceso de toma decisiones participativo a nivel directivo.
El manejo gerencial es sólido y realista.

Fuente: Bridges (2000).

Capacidades competitivas

Las capacidades son los procesos resultantes de la combinación y utilización de los recursos tangibles e intangibles en una empresa. Representan la habilidad de la empresa para aprovechar eficientemente dichos recursos. Las capacidades son un reflejo de los procesos de aprendizaje y reflejan la base de conocimientos operativos acumulados en el tiempo. Adquieren fuerza y valor por medio de la repetición y práctica constante. Entre los frutos que se consiguen de su promoción, se destacan el refuerzo de las habilidades y los conocimientos de los empleados de cualquier empresa. Este refuerzo en el desarrollo de capacidades contribuye a la consolidación del capital humano.

Las capacidades se desarrollan al interior de las empresas y contribuyen al fomento de ventajas competitivas. No se compran ni se venden en los mercados, porque son la esencia misma de las empresas. Cuando se logra que las capacidades se estructuren bien, esta circunstancia le garantizará ventajas competitivas a las empresas.

Este caso busca determinar dónde se encuentran las capacidades estratégicas que le otorgan ventajas en los mercados a Agricense y, sobre todo, cuál ha sido el papel jugado por las capacidades tecnológicas en el logro de esas ventajas competitivas.

Determinación de las ventajas competitivas

La estrategia de mantener productos de calidad alta con precios bajos, no es un eslogan más para Agricense. La aplicación y búsqueda cierta de este objetivo, se ha constituido en el norte que ha orientado la navegación de la empresa por los impetuosos mares de la crisis económica sufrida por Colombia en los últimos diez años.

Forma parte ya de los activos de la empresa, el buen nombre construido a lo largo de más de cuarenta años de trabajo en servicio del sector agrícola. Este *good-will* es uno de los factores que ha contribuido al aumento en la participación en el mercado, al aumento de productividad, de rentabilidad, y en últimas, a una mejora de la competitividad.

Sin embargo, la empresa considera como una debilidad de los productos que ofrece, la falta de soporte técnico en el campo. Bayer o Dupont, para citar solo un par de multinacionales de la competencia, mantienen un cuerpo de entre 20 y 25 promotores técnicos, frente a sólo dos que puede mantener Agricense.

Otro aspecto que afecta la competitividad de la empresa son los limitados recursos destinados a publicidad. En este frente es también muy complicado competir con los presupuestos que para este cometido mantienen las multinacionales. Lo que la empresa ahorra —al no adelantar gastos en publicidad y mantener una nómina más pequeña de promotores técnicos— lo traslada a los clientes bajo la forma de precios más bajos.

Todo lo anterior ha venido perfilando en la empresa una disposición para que explote nichos de mercado mediante el cultivo permanente de una base de clientes que aprecian la buena calidad de los productos y los precios bajos.

Una última consideración, de cara a mantener buenos niveles de competitividad, es el relacionado con el trabajo de potenciales nichos de mercado, derivados en este caso de aplicaciones de la nueva tecnología de fungicidas y abonos orgánicos. Ante esta situación, Agricense ha asumido la representación comercial de una importante empresa española que distribuye estos productos bajo la forma de humus. No queda duda de que en esta nueva estrategia comercial la empresa sacará ventajas competitivas que verán muy buenos frutos en un futuro inmediato.

Agricense cuenta con tres productos clave que son Oxicloruro de Cobre, Matababosa y Methil Parathion, que representan un valor casi del 80% en la participación de sus ingresos.

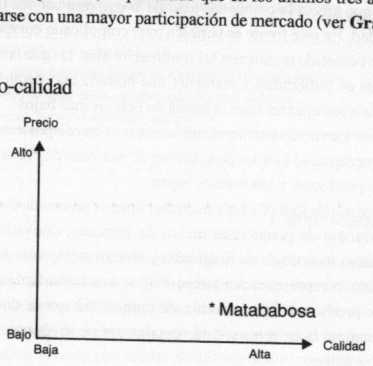
De estos tres productos, actualmente Agricense ha empeñado sus esfuerzos en el Matababosa, ya que los atributos que lo caracterizan frente a los productos de la competencia son varios.

En primer lugar, el Matababosa es una formulación en la que las mezclas de los componentes químicos producen dos resultados deseables. Primero, ser un producto muy bien adaptado a la humedad, de manera que se evita el nacimiento de hongos, con el consiguiente deterioro de la calidad y de la efectividad. Segundo, ser una mezcla que "enmascara" al componente activo, que es un metaldehído, componente que a la larga envenena a la babosa. Fruto de este "enmascaramiento", la babosa no detecta la amenaza contenida en el metaldehído, "consume"[9] el producto y entonces se garantizan buenos índices de eficacia.

Adicionalmente, debemos precisar que la formulación química y la producción de la Matababosa se han logrado luego de varios años de experimentación en la producción. Se acumula entonces una experiencia que genera dos resultados concretos. El primero, conseguir producir la libra de Matababosa a unos costos inferiores a los de la competencia. Segundo, obtener un producto que gracias a la adaptación de una máquina refrigeradora, soporta muy bien los cambios en las condiciones de humedad, que implica que al producto no le nazcan hongos.

En ocho años que lleva la empresa comercializando este producto ha alcanzado un cometido de diferenciación del producto, frente a la única empresa de la competencia. La reducción en el costo de producción de la libra de Matababosa permite que Agricense pueda vender a un precio de mercado inferior. Adicionalmente, la buena calidad del producto, superior a la de la competencia, ha permitido que en los últimos tres años Agricense haya empezado a quedarse con una mayor participación de mercado (ver **Gráfica 6**).

Gráfica 6
Diagrama precio-calidad



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Agricense Ltda.

[9] No es tampoco correcto decir que la babosa consume el producto, pues esta muere por el contacto directo que tiene con el *pellets*.

Ahora bien, analizando la comercialización de los productos, debemos precisar varias cosas. Agricense vende a intermediarios especializados que distribuyen productos agroquímicos, quienes a su vez poseen personal ubicado en los distintos cultivos donde se utilizan estos productos. Se obtiene de esta forma una valiosa retroalimentación por parte de los consumidores finales, observaciones que mejoran la calidad.

El tiempo de entrega del producto es el convenido, lo cual de momento ha favorecido las relaciones con los clientes. Uno de estos grandes distribuidores de agroquímicos, BAM S.A., otorgó a Agricense la categoría A, proveedor confiable, circunstancia que debe ser destacada, pues BAM es una empresa que al haber implementado la norma ISO 9001 2000, tiene fundamentos para emitir este juicio.

En el proceso de la cadena de valor, es decir, desde sus proveedores hasta la postventa, se puede apreciar que poseen ventajas competitivas en el proceso productivo. Así por ejemplo, en lo referente a control de calidad, no sólo se tiene el de la empresa en sí, sino también los registros expedidos por el ICA y el Ministerio de Salud, circunstancia que garantiza un seguimiento adicional al control de calidad.

Entre las debilidades que se pueden identificar del producto Matababosa, frente a los de la competencia, señalamos entre otros, los siguientes. En primer lugar, el precio se fija con base a los precios de la competencia, por lo cual fluctuaciones en estos pueden alterar la rentabilidad del producto. En segundo lugar, la aparición de nuevos productos sustitutos, elaborados con tecnologías orgánicas, que de momento no son fuertes en el mercado —pero que en caso de serlo generarían un menor impacto ambiental— pueden desplazarla del mercado. Finalmente, la elevada tecnología de producción del segmento de competencia conformado por empresas multinacionales, puede decidir empezar a producir Matababosa, con muy pocas posibilidades para Agricense de mantener su ventajosa posición en el mercado.

En mercadotecnia hace falta desarrollar campañas publicitarias que den a conocer sus productos a nuevos clientes y en nuevas regiones del país.

Identificación de áreas funcionales críticas y de los desempeños asociados

En el área de producción y en la de control de calidad se encuentran los atributos que diferencian a los productos de Agricense, y donde se han gestado las adaptaciones de nuevas tecnologías y se originó la innovación de procesos relacionada con el Matababosa. Estas áreas han implementado nuevas tecnologías, como es el caso del enfriador, que hace más eficiente los procesos de producción de sólidos, reduciendo costos y creando el producto que cumpla con las características deseadas por el cliente[10]. A los procesos de

[10] En el último apartado de este caso se presenta un estimativo de los ahorros en costos de producción, fruto de la adaptación de la máquina enfriadora en el proceso productivo del Matababosa.

control de calidad se les ha invertido tiempo y pacientes horas de trabajo por parte de los químicos que han trabajado en la empresa. A estos profesionales hay que atribuirles la creación de la fórmula "ideal" y del proceso de producción "óptimo" de este molusquicida.

Igualmente, del concepto técnico dado por los químicos se derivan decisiones sobre la adquisición de insumos de alta calidad, los cuales deben llevar un registro sanitario adecuado, para que puedan ser utilizados sin generar consecuencias al medio ambiente y obtener la calificación del ICA.

En las áreas de comercialización y servicio se identifican algunas debilidades ante la competencia, especialmente frente a las empresas multinacionales.

Capacidades tecnológicas

Análisis del nivel de desarrollo de la tecnología

La tecnología básica de Agricense se divide en la producción de sólidos y líquidos. Para atender esta producción se necesita de unos insumos, de los cuales unos son importados y otros nacionales. Se trata de tecnologías muy maduras y establecidas en la industria nacional e internacional, que lo único que permiten son innovaciones incrementales. El mérito de la firma se encuentra en poseer sólidas capacidades administrativas que, gracias a la estructuración de un equipo muy motivado, estable y definido, permite que las comunicaciones fluyan con facilidad especialmente de la dirección a la producción, a la distribución y a las ventas. Esta capacidad mantiene vigente y competitiva a la empresa en el mercado.

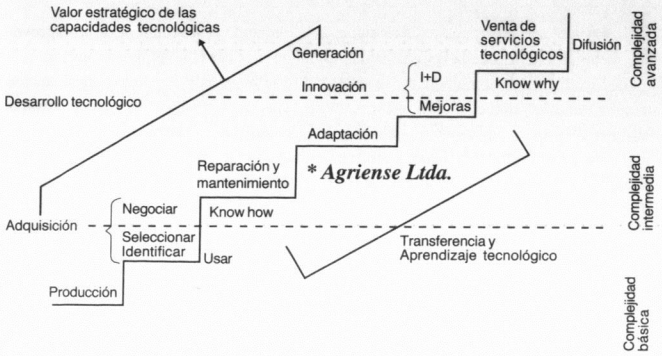
No se han dado desarrollos tecnológicos radicales, sólo algunas adaptaciones de maquinaria, como es el caso del refrigerador, que generó un mejoramiento en el proceso de producción de sólidos. Adicionalmente, podemos mencionar la máquina para líquidos, que fue diseñada y montada como fruto de una alianza estratégica, como ya se mencionó con anterioridad.

Con la tecnología actual, la empresa ha podido mantenerse en el mercado, ejercitando una estrategia dominante de penetración en el mercado: productos existentes a mercados existentes, y productos mejorados a mercados existentes. La **Gráfica 7** presenta una aproximación al grado de complejidad tecnológica de Agricense.

Agricense se encuentra iniciando una etapa de complejidad tecnológica intermedia. Adelanta bien los procesos de reparación y mantenimiento, así como los de adaptación tecnológica, pero está muy lejos de alcanzar niveles tecnológicos de complejidad superior. Esto debe ser tenido muy en cuenta de cara, por ejemplo, a buscar mercados en el exterior, donde los requerimientos son elevados en el frente tecnológico.

Para ascender a niveles superiores es necesario que existan mayores actividades de innovación, que la proyecten incluso al diseño de tecnologías propias.

Gráfica 7
Escalera tecnológica para Agricense Ltda.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Agricense Ltda.

Análisis funcional de las capacidades tecnológicas

Desde el momento mismo de su fundación, por parte de un químico, el manejo de la tecnología en esta empresa ha estado en cabeza de las directivas, y estas han sido profundamente influidas por el paradigma científico de las tecnologías derivadas del desarrollo químico de los fungicidas. Hoy en día, las directivas se siguen apoyando en el trabajo y conocimiento del profesional en química que se encarga del proceso de control de calidad. Han sido dos los químicos que han trabajado en el tercer período de la historia de Agricense, ambos han traído enormes beneficios, que han significado mayores capacidades tecnológicas y mejoras de competitividad.

El área de ventas también ve la necesidad de apoyarse en las tecnologías derivadas de la agronomía. Profesionales en esta profesión soportan las ventas y cumplen además un interesante papel como observadores del entorno, tanto en la parte de mercados como en la tecnológica.

El manejo de la tecnología se encuentra adscrito a la gerencia general, que es la encargada de las decisiones y señalamiento de estrategias en este frente.

Una revisión de las intenciones a corto plazo en el frente tecnológico permite precisar algunos aspectos. En primer lugar, la empresa manifiesta tener un plan de tecnología a corto plazo, en el que está previsto el mejoramiento del laboratorio de química para empezar a desarrollar productos genéricos, previa obtención de las homologaciones

por las empresas propietarias de la patente original. La compra de un cromatógrafo está dentro de los planes de actualización de tecnología a corto plazo. Poseer este aparato evitaría acudir a solicitar estos servicios a laboratorios externos, con el consiguiente ahorro de gastos.

En segundo lugar, una redistribución de la planta de producción llevaría a aprovechar mejor el volumen de la bodega actual, logrando triplicar el nivel de producción.

Finalmente, la importancia creciente que se le ha venido dando a la capacitación del personal, mediante cursos en el Sena, en las cajas de compensación y en las mismas universidades, busca el desarrollo de más actitudes proactivas y creativas.

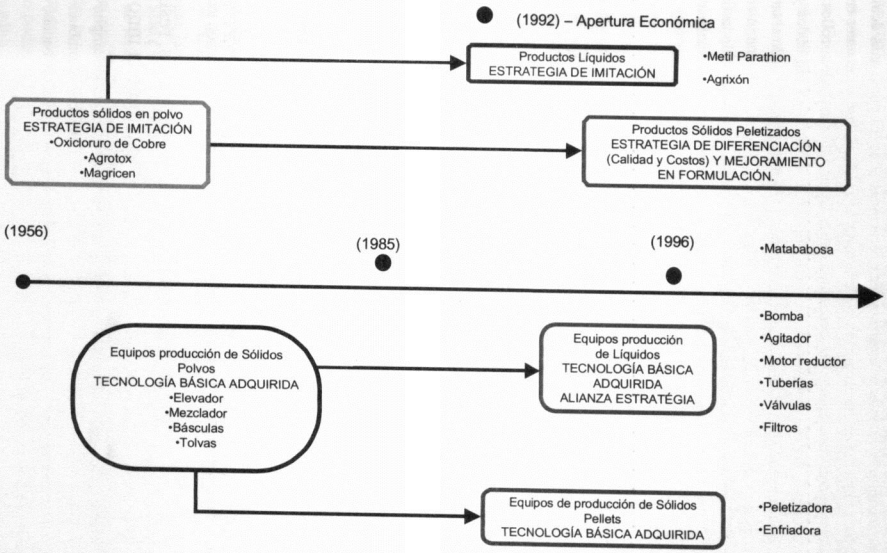
Preguntadas las directivas sobre si se encuentran actualizadas en tecnología, respondieron que se consideran al día, al menos para cumplir los requisitos y estándares vigentes en la actualidad en el mercado colombiano. Son concientes de que deben ampliar sus ventas al exterior, pero para ello deben empezar por cumplir las normas de calidad ISO, que por cierto son procesos que requieren aumentar los niveles de capacitación, realizar cambios drásticos en la cultura organizacional y promover nuevos esquemas de gerencia.

La empresa se mantiene cercana a instituciones como la Cámara de Comercio de Bogotá, la cual asesora a los altos mandos de la empresa en cuestiones de estrategias empresariales tecnológicas y les brinda información de mercados. También han estado vinculados con el programa PYME de la Universidad Externado de Colombia.

La **Gráfica 8** recoge una descripción temporal de la evolución tecnológica de esta empresa. Podemos apreciar a través del tiempo la forma como ha ido dotándose de tecnologías básicas, para producción de sólidos y líquidos. Igualmente, es fácil apreciar cómo las estrategias en el manejo tecnológico se ha guiado bajo las modalidades tanto de imitación como de diferenciación.

Como se ha señalado con anterioridad, las tecnologías básicas de Agricense se descomponen en dos frentes. Un primero que atiende la producción de sólidos y otro que tiene que ver con la producción de líquidos. La Gráfica 8 identifica en la parte superior de la línea, que mide el horizonte temporal, las estrategias adoptadas en gestión tecnológica. Podemos concluir que desde la fecha de fundación hasta la adaptación de la máquina enfriadora al proceso de producción de Matababosa, predominó una estrategia basada estrictamente en la imitación. Esto es válido incluso cuando la empresa comienza a producir Metil Parathion, mediante una interesante alianza estratégica. Solamente a partir del año 1996, luego de mejoras en la formulación de Matababosa y de la adaptación de la máquina enfriadora se puede afirmar que la estrategia de la gestión tecnológica es más clara.

Gráfica 8
Árbol de evolución tecnológica de Agricense Ltda.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Agricense Ltda.

La evaluación final de las capacidades tecnológicas de Agricense, resumida en la **Tabla 9**, nos permite concluir que las fortalezas se descubren en el apartado "incorporación de tecnología", donde se alcanzaron calificaciones altas. El punto más débil se encuentra en el frente de Investigación y Desarrollo, I&D. Agricense debe tener en cuenta que las exigentes condiciones del mercado la deben llevar a diseños y desarrollos de nuevos productos y nuevos procesos con un fuerte soporte en la investigación básica y aplicada en el área tecnológica. Es importante, sin embargo, tener presente que dado el tamaño de esta empresa y el gran esfuerzo financiero y tecnológico que demandaría una iniciativa de este estilo, una alternativa útil para la empresa es que busque mayor apoyo en instituciones como universidades, centros de desarrollo tecnológico y laboratorios especializados.

Tabla 9
Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo (+) = 1	Bajo (+) = 2	Medio (+) = 3	Alto (+) = 4	Muy alto (+) = 5
Actualización tecnológica		X			
Formalización del manejo tecnológico		X			
Las decisiones de inversión tecnológica			X		
Incorporación de la tecnología					
• Vigilancia e identificación de la tecnología				X	
• Selección de la tecnología				X	
• Negociación y transferencia tecnológica				X	
• Uso y explotación de la tecnología				X	
Investigación y desarrollo	X				
Eslabonamiento tecnológico			X		
Innovación		X			
Salvaguardia tecnológica		X			
Capacitación y difusión tecnológica		X			
Puntaje máximo alcanzable = **60**	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = **32**	1	10	6	16	0

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Agricense Ltda.

Son igualmente bajas las calificaciones alcanzadas en la formalización del manejo tecnológico y en los frentes de innovación, salvaguardia tecnológica y capacitación y difusión tecnológica.

Caracterización de los procesos, resultados e impacto de la innovación

Agricense Ltda. quedó catalogada como empresa innovadora en sentido amplio en la Encuesta sobre desarrollo tecnológico en el establecimiento industrial colombiano, realizada conjuntamente por el Departamento Nacional de Planeación y Colciencias, cuyos resultados se publicaron en 1998[11].

[11] Los resultados publicados de dicha encuesta no se refieren explícita o directamente a esta firma, pero las bases de datos del OCyT sí recogen de forma desagregada toda esta información.

La empresa recibió esta calificación debido a las actividades de innovación adelantadas, de manera puntual por la actividad denominada "tecnología incorporada al capital". En el año 1997, cuando los directivos de la empresa fueron entrevistados, justamente se encontraba montando el proceso de producción de líquidos para la producción de Methil Parathion. Como se puede deducir de esta circunstancia, era necesario adquirir maquinaria con una tecnología completamente diferente a la producción de sólidos. Este hecho demandó realizar actividades de adaptación y capacitación tecnológica. Fue necesario, en consecuencia, adaptar la planta a esta nueva realidad, preparar los operarios y los técnicos y recibir asesoría tecnológica de un experto, que fue quien lideró la alianza estratégica. Esta persona, gran conocedora de la tecnología de producción de líquidos, fue quien capacitó, adaptó y escribió unos manuales de procedimiento para entrar a operar la nueva tecnología.

Entre 1999 y 2001, la administración reportó haber implantado cambios organizacionales como reingeniería en procesos de administración, actividades de planeación estratégica, e implantación de círculos de calidad con los funcionarios de la planta. Respecto de los cambios en la gestión y organización del proceso de producción, se sostiene que se han adelantado en la organización física de la planta, la introducción de círculos de calidad y *outsourcing*.

De cara a identificar y precisar todo el proceso de innovación en la empresa, se encontró que existen cuatro fuentes internas fundamentales donde se originan las actividades de innovación, en el orden de importancia señalado son: directivos del establecimiento, asesorías externas, personal de producción y finalmente círculos de calidad.

Respecto de las fuentes externas se señaló, en orden de importancia, a clientes, contratación de consultores expertos e investigadores independientes, cursos de pequeñas y medianas empresas dictados por las universidades y gremios como la Andi, ingeniería reversa, y consulta de nuevos registros de formulaciones de productos en el ICA.

La ejecución de las actividades de innovación ha sido fruto del trabajo en equipo de las directivas de la empresa (propietarios) y del apoyo recibido por parte de expertos que se encargaron de apoyar la instalación de equipos, como la planta de nuevos productos líquidos y la implantación de la enfriadora.

Con relación a los obstáculos para adelantar las innovaciones se identifican, en primer lugar, la falta de suficiente preparación de los operarios, que se refleja en carencias de creatividad e iniciativa. Igualmente, desde una perspectiva financiera, se considera que los períodos de retorno incierto que implica el desarrollo de las innovaciones, los elevados costos que significa poner al día la infraestructura tecnológica de la firma, y finalmente las dificultades para conseguir recursos de crédito, son los factores que limitan a las directivas de esta empresa para adelantar con solvencia las actividades de innovación.

No podemos dejar de recoger una repetida queja sobre los problemas derivados del orden público, con los cuales se ha enfrentado directamente Agricense, tales como el caso concreto de la planta de producción cercana a Paloquemao afectada por la explosión del edificio del DAS. Además, su cuerpo de ventas no puede desplazarse con

libertad a ciertas zonas rurales, por el peligro derivado de la alteración del orden público. Esto ha sido manifiesto en regiones como Antioquia, los Llanos Orientales y ciertas zonas de Boyacá.

Preguntada la administración respecto de las innovaciones de procesos, comentaron que han introducido mejoras tecnológicas de procesos relacionadas con productos nuevos, concretamente para el caso del Methil Parathion, pero también para la Cifermetrina, el Aquixon (emulsionantes concentrados) y con la Matababosa, como ya se señaló.

Se presentaron igualmente mejoras y arreglos en procesos existentes, particularmente en la producción de fungicidas en polvo y molusquicidas peletizados, la producción de Agrotox, Oxicloruro de cobre y Matababosa. En todos estos casos se han mejorado las mezclas químicas anteriores, logrando registros positivos en el ICA y en el Ministerio de Salud.

Merece la pena recoger en este apartado, los cambios realizados en los empaques de los productos, al pasar de empacar en botellas de vidrio, con el consiguiente riesgo de rompimiento de productos, en algunos casos altamente tóxicos, a empaques completamente diseñados en plástico. Este cambio, que ha sido llevado a cabo por todas las industrias de agroquímicos en el mundo, ha mejorado muchos los índices de seguridad especialmente en los desplazamientos y traslados por carretera.

Caracterización de la innovación: el caso del Matababosa

La innovación presentada se puede sintetizar en una mejora en el proceso de producción de Matababosa, que ha permitido a Agricense conquistar una cada vez más ventajosa posición en el mercado.

La mejora en el proceso productivo se identifica en dos frentes. El primero, es la adaptación de la máquina enfriadora a la producción de la Matababosa. El segundo, que se ha llevado a cabo de forma simultánea, es la formulación misma del producto.

La adaptación de la máquina enfriadora puede sintetizarse como la incorporación de una nueva máquina, mandada a construir exclusivamente para mejorar el proceso productivo. Este diseño se contrató con la firma HD, quien la diseñó a la medida. Antes de implantar esta máquina el producto, una vez peletizado, se secaba al aire libre, colocándolo sobre unos plásticos en el suelo de la bodega. Una vez se obtenía el secado, se empacaba y se procedía a su distribución. Había muchas devoluciones porque nacían hongos en él ante cualquier variación en las condiciones medioambientales. Esta máquina enfriadora cambió esa tecnología obsoleta de secado por otra que garantiza niveles más exactos en el control de los niveles de humedad. La máquina enfriadora y la aplicación de la mezcla apropiada han venido generado ahorros entre un 20% y un 25% del total de los costos de producción, como se muestra en la Tabla 14.

Por su parte la mejora alcanzada en la formulación de este producto es un proceso de innovación resultado de una interacción organizada entre los agentes técnicos del en-

torno, los agrónomos, y el trabajo interno de laboratorio del químico. En efecto, el químico recibe informes sistematizados y organizados sobre dos importantes dimensiones del producto. Una primera, tiene que ver con la efectividad[12] del mismo en diferentes cultivos y climas. Una segunda, con aspectos intrínsecos del producto tales como presentación, tamaño del *pellets* y resistencia a la humedad, entre otros.

Entonces el departamento de Control de Calidad levanta los respectivos registros y documentos de esta información y sobre esta base empieza a llevar a cabo los procesos de experimentación.

En el laboratorio de Control de Calidad se llevan registros y documentación confidenciales, sólo manejados por funcionarios que pertenecen a la empresa, en los que se anotan estadísticas sobre dimensiones tales como: concentración de ingrediente activo, formulación de los otros ingredientes, cromatografía de gases, durabilidad del producto ante distintas condiciones de humedad, durabilidad de los efectos del producto y efectividad del producto, medida por el número de babosas eliminadas por unidad de tiempo.

La fórmula de la Matababosa Agricense como tal —que es un secreto industrial—, se ha logrado luego de muchos procesos de experimentación, en los que se ha buscado cumplir con los estándares que ordinariamente se espera tenga el producto al ser aplicado. Se trata de una formulación única y exclusiva en el mercado nacional, que se alcanza por desarrollos y adaptaciones en la máquina enfriadora y combinaciones químicas exclusivas. Esta formulación ha garantizado a la empresa tres ventajas: reducción de costos de producción, resistencia a cambios en humedad que evitan el nacimiento de hongos, y una gran efectividad combatiendo la babosa en los cultivos.

La **Tabla 10** muestra el porcentaje de participación de los componentes de este producto.

Tabla 10
Fórmula del Matababosa

Metaldehído	7%
Subproductos de harina	81%
Caolín e inertes	10%
Inmunizantes y colorantes	0,7%
Melaza y aglutinantes	1,3%

Fuente: Datos suministrados por la gerencia comercial y el área de producción de Agricense.

Vale la pena precisar que la anterior formulación ha sido mejorada, particularmente en la participación tanto de las melazas y los aglutinantes como de los subproductos de harina.

[12] La forma de medir la efectividad está dada por registros y conteos que se hacen en los cultivos del número de babosas muertas durante los períodos de tiempo en los que se aplica la Matababosa, ordinariamente el producto tiene una vida efectiva útil de hasta ocho días luego de haberse aplicado.

Importancia de los procesos de innovación y su impacto

En primer lugar debemos hablar de la estructura de costos de producción, que garantiza no sólo un margen de ganancia alto, sino un cada vez más reducido nivel de costos de producción, sin desmejorar la calidad del producto. Este cálculo se presenta a continuación en la **Tabla 11.**

Tabla 11
Estructura de costos de producción y comercialización Matababosa por libra

Materia Prima	65,0%
Mano de obra Directa	6,0%
Otros gastos generales de fabricación y Comercialización (fletes e impuestos):	29,0%
Total	100,0%

Fuente: Datos suministrados por la gerencia comercial de Agricense.

Con esta combinación de factores, derivados de una innovación de procesos, se logra vender la libra en el mercado a un precio promedio de $2.500, muy por debajo del ofrecido por la competencia.

Para ir cerrando el círculo de los efectos que esta innovación de procesos alcanza en la empresa, presentamos en la **Tabla 12** los impactos medidos en el mercado cundiboyacense, región en la cual se encuentran localizados los cultivos de flores, que son los principales compradores de este producto.

Tabla 12
Estimación del consumo mensual de Matababosa en el mercado del altiplano cundiboyacense para el año 2002

EMPRESAS	Agricense y Superabono	Agricense
Total mes (libras)	27.000	17.000
Total Flores (libras)	20.000	15.000
Total Hortalizas (libras)	7.000	2.000
Participación Total	100%	63%
Participación Flores	100%	75%
Participación Hortalizas	100%	30%

Fuente: Estimaciones y datos suministrados por la gerencia comercial de Agricense.

Podemos apreciar que la participación total de Agricense en el mercado de Matababosa es de 63%, en el mercado de flores de exportación esta participación asciende a 75%, y solamente es superada por la competencia en el de hortalizas. De tal manera que los impactos en el mercado de esta innovación de proceso han sido evidentes.

Habiendo descrito la innovación para la empresa Agricense, en la que se descubre que gracias a la interacción de unas modificaciones tecnológicas en la máquina enfriadora y una adecuada formulación química del Matababosa, se han alcanzado dos resultados —que evidencian la bondad de la innovación—: el primero, un ahorro en costos de producción; el segundo, un aumento de las ventas de este producto.

La **Tabla 13** recoge la medición de este par de impactos. Evidentemente, las ventas de Matababosa entre 1998 y 2001, se quintuplicaron. De igual forma, los ahorros generales en costos de producción pasaron de $ 155 millones en 1998 a $437 millones en 2001.

Tabla 13
Matriz para estimar impacto del Matababosa

Año	Ventas de Matababosa (miles de pesos)	Ahorro en costos totales (miles de pesos)	Participación en las ventas totales de la empresa
1998	$102.210	$155.836	20%
1999	227.650	170.327	22%
2000	410.653	300.004	12%
2001	559.511	437.001	25%

Fuente: Estimaciones y datos suministrados por la gerencia comercial de Agricense.

Respecto al futuro de la actividad tecnológica se evidencian dos aspectos. El primero, la clara conciencia en las directivas de la importancia que reviste adelantar innovaciones. La segunda, identificar más frentes en los que se puedan adelantar innovaciones.

Las dos circunstancias anteriores, muestran una clara disposición proactiva hacia la innovación. De hecho, dentro de los objetivos futuros de esta empresa se encuentran, en el orden en que las directivas lo perciben: primero, seguir acrecentando la cuota de participación de la empresa en el mercado nacional segundo, aumentar los márgenes de rentabilidad accediendo a mercados masivos con demandas crecientes, y finalmente, mejorar en los frentes de calidad y productividad. Todos estos factores vienen resumidos en la **Tabla 14**.

Tabla 14
Objetivos de la innovación

Factor	Calificación
1. Mantener o acrecentar participación en el mercado	4
2. Mejorar las condiciones de trabajo y seguridad industrial	4
3. Mejorar calidad mediante implementación de control de calidad	4
4. Aumentar márgenes de utilidad	3
5. Acceder a un mercado masivo o con demanda de rápido crecimiento	3
6. Reducir costos de producción	3
7. Reducir daños en el entorno	3

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Agricense Ltda.

Conclusiones

El estudio de este caso deja muchas enseñanzas. En primer lugar, que las pequeñas empresas no son ajenas al desarrollo de innovaciones tecnológicas. Trabajo en equipo, constante, con objetivos definidos, comunicaciones internas y buenas metodologías de escrutinio del entorno inmediato, son condiciones óptimas que facilitan el diseño de innovaciones.

En segundo lugar, que no importa cuán ardua resulte la competencia en los mercados —como el caso considerado aquí, en el que una pequeña empresa debe enfrentar a gigantes multinacionales—: si hay derroteros claramente definidos, nichos de mercado que explotar y un alto sentido de pertenencia de un equipo de trabajo, es posible mantenerse vigentes en el mercado.

En tercer lugar, que el cambio técnico es una importante dimensión sobre la cual es posible estructurar la planeación estratégica de una empresa en el corto y largo plazos.

En cuarto lugar, que el diseño y concepción de una innovación es un esfuerzo colectivo que integra equipos de dentro y fuera de las organizaciones. Se trata de procesos definidos, ordenados y sistemáticos, que exigen adelantar experimentos repetidos, cuyos resultados deben validarse en el mercado y de los cuales se esperan siempre resultados financieros positivos. El ejercicio de llevar a cabo innovaciones fortalece las capacidades tecnológicas de una empresa, y al mismo tiempo la creación de estas capacidades facilitan el diseño de las innovaciones. Es decir, se trata de unas dinámicas que se autorefuerzan en la medida en que van apareciendo. Es lo que muchos autores hoy en día llaman rendimientos crecientes (Arthur, 1990 y Kelly, 2000).

Finalmente, que la integración de la universidad y la empresa rinde frutos muy grandes. Es una alianza de la cual se obtienen fortalecimientos mutuos. La academia aplica la teoría en el terreno realista de la vida de los negocios y la empresa contempla nuevas dimensiones teóricas que le abren novedosas perspectivas y formas de ver esa realidad práctica que enfrentan a diario. Lo que en últimas se está logrando es la fortaleza y consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en Colombia.

Los cálculos y descripciones sobre la innovación descrita en este caso son importantes aportaciones a la medición de los impactos de la innovación en empresas manufactureras. Se convierten en una introducción al fascinante mundo de los indicadores de gestión tecnológica, que de momento necesitan ser más estructurados y definidos, especialmente en las pequeñas y medianas empresas. La conjugación de círculos virtuosos internos —alcanzados por aumentos en productividad— con la generación simultánea de círculos virtuosos externos —logrados por aumentos en las cuotas de participación en los mercados— conlleva la conquista de una mayor competitividad (Turriago, pp. 12-15).

Alcanzar mejores niveles de competitividad es uno de los objetivos básicos de cualquier empresa hoy en día. La mejora en la competitividad se logra con certeras combinaciones de estrategias tecnológicas y de mercado. El mérito de lograr esta adecuada combinación es estrictamente de los empresarios, soportados en un buen manejo gerencial.

Bibliografía

ARTHUR, W. Brian, 1994, *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*, Ann Arbor: The University of Michigan Press, pp. 1 a 12.

BANCO DE LA REPÚBLICA, varios años, *Índice de precios al productor*, publicación homologada por el DANE.

BRIDGES, W., 2000, *The character of organizations: using jungian type in organizational development*, California, Davies-Black Publishing.

ICA y Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos de la ANDI, 2001, tabulados de la División de estadísticas sobre producción nacional de plaguicidas por empresa, División de Insumos Agrícolas.

KELLY, Kevin, 2000, *Las nuevas reglas de la nueva economía. Diez estrategias definitivas para triunfar en un mundo interconectado*, Barcelona, Granica.

LEÓN, Tomás y RODRÍGUEZ, Liliana, 2002, "Ciencia, tecnología y ambiente en la agricultura colombiana", en *Cuadernos Tierra y Justicia*, No. 4, Universidad Nacional de Colombia, ISBN 958-9262-15-5 tomado de internet en la dirección: http://sabanet. unisabana.edu.co/ingenieria/especializacion/ambiental/material/ciclo1/suelo/Documento%20final%20Tom%C3%A1s%20Le%C3%B3n%20Sicard.doc

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela, 2003, "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO, 2002, Reforma Tributaria, Ley 788 de 2002.

TURRIAGO, Álvaro, 2002, *Gerencia de la innovación tecnológica*, Bogotá, Alfaomega-Cambio, Colección *Guías Empresariales.*

Intecplast: éxito e innovación empresarial

*Florentino Malaver Rodríguez**

Intecplast constituye un caso en el cual sus socios fundadores encarnan una singular combinación de capacidad empresarial y de innovación. El presente texto intenta mostrar, de manera comprensiva, los rasgos característicos de esa capacidad innovadora que se ha convertido en un factor estratégico en el desempeño competitivo de la empresa. Para este propósito el artículo se guía, de una parte, por los lineamientos definidos en el marco teórico y metodológico del estudio global y, de otra, por la intención de mostrar sus planteamientos a través de un fuerte respaldo testimonial[1].

Trayectoria de Intecplast

Intecplast Ltda es una empresa dedicada a la fabricación de envases de plástico destinados, en su mayor parte, a las industrias de cosméticos y farmacéuticos; está localizada en la zona de Cazucá en Bogotá; pertenece a dos familias, en cabeza de Jesús Guevara y Álvaro Romero, quienes son dueños cada uno del 50%; y cuenta en la actualidad con 390 personas. En su trayectoria ha atravesado por las siguientes etapas, que configuraron sus actuales características:

- ***Etapa 1.*** *(1979-1981). Surgimiento del negocio en la Avenida 1º de Mayo.* La idea de fundar la empresa surge de "un componente pasional muy fuerte de Jesús Guevara y

* Magíster en Economía de la Universidad Nacional, economista de la UPTC y profesor investigador de la Pontificia Universidad Javeriana. Alexandra Arenas, administradora de empresas de la Universidad Javeriana, laboró como asistente de investigación. Agradezco los valiosos comentarios y apoyo de Marisela Vargas, investigadora del OCyT.

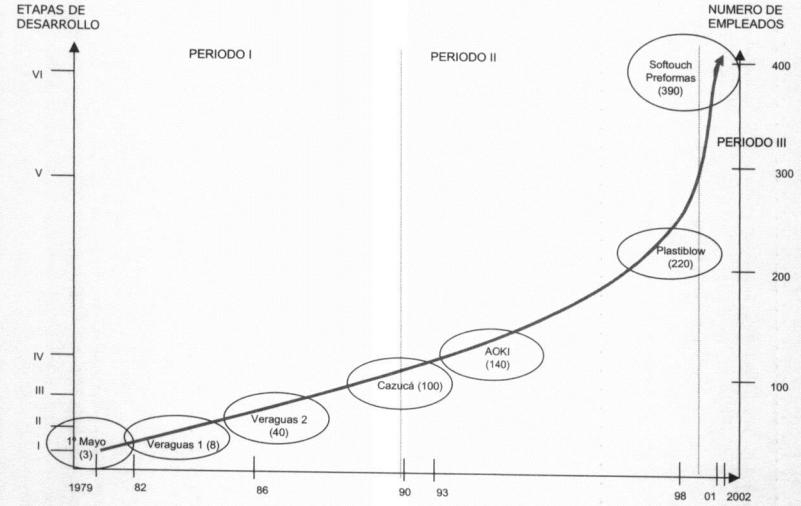
[1] Los testimonios fueron obtenidos mediante entrevistas a profundidad aplicadas en Intecplast a diferentes personas. Se realizaron varias entrevistas de grupo e individuales a: Mauricio Guevara y Edward Romero, hijos de los fundadores; a Gustavo Téllez, asesor de la Gerencia; y a José Alejandro Arango, gerente de Mercadeo. También se hicieron entrevistas sobre tópicos específicos a otros empleados de la empresa, especialmente, del área de ingeniería y desarrollo, la cual incluye a los diseñadores de los moldes y a los operadores del CNC (Centro Computadorizado de Control Numérico).

Álvaro Romero; del instinto de ser libres y de querer emprender el camino para hacer sus propias cosas". Ellos eran empleados de TPC, una empresa que se dedicaba a la fabricación de partes industriales de plástico, en la cual trabajaron 10 años en el área de producción. Como muchos empresarios, se retiraron de la empresa en la que laboraban, y "con la plata de la liquidación compraron la primera inyectora, con la que empezaron a trabajar en la Avenida 1º de Mayo con carrera 68, en el taller de un amigo". Para comenzar el "negocio" también tenían la experiencia adquirida en los procesos de inyección en TPC, "hecho que les permitió adquirir gran conocimiento acerca del proceso de la fabricación de plásticos"; contaban además con "el apoyo de padrinos de diferentes sectores, quienes compraban sus productos y poco a poco los impulsaban".

En esta primera fase, el negocio estaba "dedicado a la maquila y a producir partes industriales para el sector automotor", y a fabricar partes para maquinaria de empresas como Bavaria. Estas piezas se producían en bajo volumen (entre 800 y 900 piezas) pero tenían un alto valor y se vendían a grandes empresas.

- ***Etapa 2.*** *Veraguas 1 (1982-1985). Fundación de la empresa.* Los recursos acumulados en el primer período les permitió trasladarse a Veraguas y constituir legalmente en 1982 Intecplast Ltda. (Inyección Técnica de Plásticos). La nueva empresa contaba en ese entonces con ocho empleados y tres máquinas inyectoras, compradas en el mercado de segunda **(Diagrama 1).** Entre 1982 y 1985 las máquinas trabajaban dos y tres turnos para responder oportunamente a los pedidos, y esto produjo un rápido crecimiento. Por esos años los socios descubrieron que "el negocio de las tapas era bueno" e iniciaron su fabricación, para lo cual aumentaron a ocho las máquinas inyectoras. Así comienza a cambiar su mercado, pues de piezas industriales avanzan hacia la fabricación de productos de consumo, al igual que tapas para envases plásticos.
- ***Etapa 3*** *Veraguas II (1986-1990). La fabricación de envases.* Apoyados en el negocio de las tapas, a los socios les surge la inquietud de realizar el paquete completo de envase y tapa. Entre 1985 y 1986 deciden comprar en el mercado de segunda la primera máquina de soplado (alemana). Este proceso se realizaba automáticamente, pero los socios carecían de conocimientos profundos en el área de soplado; para suplir ese vacío vincularon a un técnico que les permitió usar dicha tecnología. Al mismo tiempo se detectó que en el mercado de envases algunos clientes querían diseños exclusivos. Esto condujo a la empresa al diseño y fabricación de moldes propios para envases y a constituir su taller de matricería (que antes se subcontrataba). En 1985 se adquirió el primer computador y en 1987 se contrató al primer diseñador. Los pedidos aumentaron rápidamente.

Diagrama 1
Trayectoria de Intecplast Ltda.



Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas realizadas en Intecplast Ltda.

En este período el negocio sufre un giro sustancial: se incorpora el proceso de soplado para la fabricación de envases; se fabrican moldes y se realiza el proceso de impresión, es decir, se empieza a ofrecer un producto integral. El crecimiento que generó el soplado fue impresionante y presionó la adquisición de más máquinas de soplado. En 1987 la empresa ya empleaba cuarenta (40) personas, y la expansión continuó, demandando nuevos cambios.

- ***Etapa 4*** *Cazucá (1991-1993).* Debido al gran crecimiento logrado por la empresa, esta se trasladó a la zona industrial de Cazucá en 1991. Para entonces contaba con un centenar (100) de empleados. Hasta este momento la empresa realizaba los procesos de inyección y soplado de forma convencional y trabajaba gran variedad de materiales (polietileno, polipropileno, plástico de ingeniería para aditamentos especiales, PVC, entre otros). En 1992 llega el PET a Colombia en forma de botellas plásticas de gaseosa y esto obligó a la empresa a realizar un proceso de indagación, orientado a "establecer qué era, cómo funcionaba, cuáles eran sus usos y ventajas"; indagación que provocaría un hito en el desarrollo general de la empresa.
- ***Etapa 5*** *(1993-1998). Las Aoki.* A raíz de la irrupción del PET, los socios se preguntaron si era posible utilizarlo en la fabricación de envases para productos farmacéuticos, los cuales usaban el vidrio en forma amplia. La indagación adelantada los llevó a contactarse con Ciroko, fabricante japonés de maquinas Aoki, las cuales permitían la inyección y soplado del PET. Así detectaron una oportunidad que significaba una ruptura con el esquema manejado hasta el momento en ese mercado: la mayoría de máquinas se compraban en Europa y esta era la primera vez que se establecía contacto con los japoneses, y además su objetivo era fabricar envases en PET para productos farmacéuticos en Colombia. Con el fin de verificar la viabilidad del proyecto contactaron a la Federación Americana de Alimentos y otras entidades, y "resultó que sí". Entonces se efectuó la inversión. Pero "faltó evaluar el mercado, pues la máquina duró parada durante dos años, ya que los laboratorios eran renuentes a considerar cambios en el envase de sus productos"; "los costos de la máquina continuaban corriendo, se seguían pagando los costos de la importación (cuotas de *leasing*), de capacitación, y la máquina se utilizaba en un 10% de su capacidad. A la empresa le tocó enviar personas a los laboratorios para poder capacitarlos en el manejo de los envases en PET; se solicitaron las licencias de Francia, hasta que por fin Bayer aceptó la idea, así como otros laboratorios grandes y pequeños".

  Como estrategia de ventas, Ciroko invitó a todos sus clientes a Japón para conocer sus nuevas máquinas. Este viaje les permitió a los socios de Intecplast Ltda. proyectarse a nuevas posibilidades en diseños, materiales y procesos. Con las Aoki se inició la fabricación de envases para productos farmacéuticos; se logró desplazar al vidrio y atacar

el mercado con productos completamente nuevos; y se incrementaron las ventas, hecho que llevó a traer otra máquina con la misma tecnología, pero de mayor tamaño[2]. Esto generó expansión en todos los sentidos. Por ejemplo, al llegar la segunda máquina no se contaba con espacio suficiente, y entonces, se realizó la compra y adaptación de la Planta II, la cual se construyó bajo parámetros concordantes con las nuevas tecnologías y con los estándares para realizar envases para fármacos. Con las máquinas Aoki crecieron los volúmenes de producción y se necesitó más gente, pues había mayores compras de materia prima y crecieron los procesos de impresión. Para 1995 Intecplast empleaba a 170 personas.

- ***Etapa 6 (1998-2000). Las Plastiblow.*** La utilización de las Aoki en la elaboración de envases para el sector farmacéutico le proporcionó a la empresa un liderazgo que se tradujo en un vertiginoso crecimiento, expresado en las 220 personas ocupadas en 1998, y le proporcionó los recursos necesarios para dar su siguiente salto tecnológico. Este se originó cuando los socios asistieron a la *Feria K,* que se realiza bianualmente en Alemania, y se contactaron con Plastimack, una firma italiana que les enseñó una tecnología para hacer empaques "llevada a su máximo desarrollo": las máquinas Plastiblow[3]. Los socios decidieron comprar dos máquinas. Estas permiten realizar coextrusión soplado, aumentan los volúmenes de producción y alimentan un nuevo proceso de expansión, centrado esta vez en el mercado de los envases para los cosméticos[4]. Esto propició un nuevo salto en el desarrollo de la empresa e indujo un avance sustancial en los procesos de diseño y moldeo.
- ***Etapa 7 (2001-2002). El soft-touch y las preformas.*** En el año 2001 la empresa contaba con 300 empleados. En este año se avanzó en el diseño del *soft-touch*, basado en la coextrusión soplado, método "que permite elaborar empaques que por dentro llevan un material y por fuera otro". Esto representó una innovación, en la medida en que le dio a sus envases una textura externa de "suavidad y tonos incomparables en el mercado", que se convirtió en una fuente de liderazgo en el campo de los cosméticos.

  La búsqueda de nuevos espacios para el desarrollo de la empresa no se detuvo. Ante la saturación del mercado del sector farmacéutico, los socios decidieron entrar en la línea de empaques para alimentos (jugos, aguas, lácteos, aceites) y productos de aseo (ceras), mercados en los cuales "se están dando los primeros pasos". Para tal fin, en el año 2002 se incorporaron máquinas de tecnología española, de la empresa Cide, que permiten fabricar envases de PET a partir del soplado de preformas, un proceso en el cual la materia prima viene en forma de envases preformados, para que la máquina los sople.

---

2 En la actualidad se cuenta con cuatro máquinas de estas con un costo individual promedio cercano al cuarto de millón de dólares.

3 Actualmente la empresa cuenta con cinco máquinas Plastiblow.

4 El segmento de cosméticos utiliza un alto número de empleados en el ensamblaje requerido para productos tales como los estuches, en la medida en que dicha actividad se realiza manualmente (por 70-80 empleados).

Adicionalmente, en este período se creó el centro de mecánica automatizada, que "aceleró la producción de los moldes" y permitió la venta de estos; además, se proyecta automatizar en los próximos meses el proceso de impresión.

- ***Etapa 8:*** *Perspectivas.* La empresa actualmente cuenta con 390 empleados. Este indicador ilustra la expansión y consolidación permanente de Intecplast. Como se verá, en la dinámica de esa evolución han sido fundamentales los dos socios principales, el papel jugado por los avances tecnológicos (aspecto en el cual nos centraremos) y los atisbos de informalidad que la caracterizaron. En los últimos años se registran importantes avances de estructuración organizacional, de formalización de la estrategia y de normalización de los procesos (como la reciente certificación de la calidad)[5]. En la actualidad hay proyectos, que de ser exitosos, elevarán las capacidades de innovación y el posicionamiento de la empresa en el mercado.

La evolución tecnológica y la trayectoria de Intecplast

El desarrollo empresarial de Intecplast está ligado en forma estrecha al avance de sus tecnologías. Otro fenómeno, de significativa importancia, radica en que la evolución tecnológica en la empresa está orientada por la búsqueda de oportunidades de negocio y el fortalecimiento de su posición comercial. Como se verá a lo largo del texto, esta simbiosis entre el desarrollo tecnológico y comercial tiene su explicación en el perfil empresarial de los dos socios, especializados, el uno (don Jesús) en el área de producción, y el otro (don Álvaro), en el área de mercado, quienes toman las decisiones estratégicas de la empresa. Vista desde esta perspectiva la historia de Intecplast se divide en tres períodos, caracterizados, el primero, por el uso de tecnologías convencionales y los sitios en donde se ubicó; el segundo, por la incorporación de maquinaria que produjo saltos tecnológicos y un acelerado posicionamiento en sus mercados; y el tercero, por la diversificación de sus productos y la apertura de nuevos mercados, con base en las fortalezas tecnológicas acumuladas (ver Diagrama 1).

Período I: los desplazamientos espaciales de Intecplast

La fuerte relación tecnologíamercado se encuentra desde el momento mismo en que surge la empresa: "se manejaban resinas no convencionales, como el nylon, y esto facilitó la entrada a las industrias militar, automotriz, y las partes para televisores y radios". En el uso de ese tipo de resinas ya se presentaban atisbos de "la chispa innovadora de don Jesús y don Álvaro". En Veraguas II, cuando la empresa ofrece el producto integral (tapa, envase y molde), el diseño de moldes novedosos expresa esa chispa.

---

[5] Aunque no es objeto del presente trabajo, debe señalarse, a título de hipótesis, que la consolidación del desarrollo de la empresa dependerá en buena medida del éxito en la formalización de los procesos organizacionales, de la profundización de los actuales procesos estratégicos y de la suerte del relevo generacional que se vive en la empresa.

Durante las cuatro primeras etapas[6], en Intecplast sólo se usan tecnologías convencionales adaptadas al medio local. Por ello, a pesar de su importancia en el desarrollo de la empresa, los períodos son caracterizados por el sitio donde ésta se ubica (Avenida 1º de Mayo, Veraguas I - II y Cazucá). Esto cambia en las etapas siguientes, caracterizadas por los propietarios de la empresa según el nombre de las nuevas tecnologías incorporadas, lo cual indica el impacto de las mismas dentro de la organización.

Período II: los saltos tecnológicos de Intecplast

La incorporación de las máquinas Aoki marcó un hito en la vida de la empresa. La utilización del PET en la fabricación de envases, significó "penetrar un mercado totalmente nuevo para la compañía": el farmacéutico. En el sector esto constituyó una innovación, que exigió de la empresa ingentes esfuerzos para lograr la aceptación de "los laboratorios, en su mayoría de origen externo, a los cuales se ofrecía una nueva alternativa que no podían aceptar sino hasta que la casa regional y luego la casa matriz decidieran"[7]. Cuando Bayer aprueba el uso del envase elaborado con el nuevo material, "el mercado despierta y el producto nuestro empieza a ser utilizado en el mercado nacional e internacional... .nuestros clientes empiezan a exportar, y así la empresa comienza a exportar". "La aceptación de la transnacional también abre el mercado a nuevos clientes —hasta productores de pegante— que encuentran útil el producto". El nuevo envase "desplaza el vidrio y el mercado se expande". Además, mediante esta máquina se pasa de dos a seis envases fabricados por ciclo de producción, y con ella se "elaboran envases con cero desperdicio de materia prima". Todos estos hechos favorables provocaron un vertiginoso aumento de las ventas, el posicionamiento de la marca y cambios cualitativos que marcaron el futuro de la empresa.

Cuando llegan las máquinas Plastiblow se produce otro cambio radical. Estas máquinas ofrecen grandes ventajas: "aumentan los volúmenes y reducen costos, pues un molde para Aoki cuesta 100 mil dólares, mientras que para una Plastiblow cuesta 30 o 40 millones de pesos; mejoran la regulación de espesor de las paredes; permiten pasar de fabricar dos envases por ciclo a seis; y reemplazan seis máquinas de inyección y soplado convencionales".

Con los avances generados por las Plastiblow "se disparó el moldeo: se contrataron dos diseñadores, que se capacitaron para hacer cavidades y empezaron el proceso de ensamblado de moldes; se adquirió un *software* de modelación con un costo de 30 mil dólares". Esto elevó la eficiencia, no en el sentido "del costo, pero sí en tiempo (...). Tener un

---

6 Mencionadas en la sección anterior.

7 Esto se debe a que "en la industria farmacéutica se debe usar materia prima homologada, y con las nuevas hay que hacer muchas pruebas de pureza, y ese es un proceso largo que requiere pasar por la casa regional o la casa matriz".

centro de mecanizado a 20 mts de las máquinas nos garantizaba que un mayor porcentaje de moldes saliera bien a la primera o la segunda vez; además, antes, por estar llevando y trayendo moldes para garantizar las medidas exactas se perdía tiempo. Hacerlos adentro permitió tener mayor control del proceso, más velocidad y mayor calidad". A ello se agregó el uso del sistema CAM en el centro de mecanizado, "que permite diseñar el molde mediante un programa especial; éste se pasa al lenguaje de máquina, se amarra el pedazo de molde al centro de mecanizado, se le da la orden a la máquina y ella trabaja sola 48 horas. El proceso es totalmente automatizado". Se pasa así "de sacar una producción en tres meses a dos semanas, lo cual da una ventaja competitiva impresionante". Al respecto, en Intecplast se considera que "donde realmente puede residir nuestro secreto es en elaborar un producto de alta calidad en el menor tiempo posible". Por ello, "ha sido política de los socios generar un área de ingeniería estable, que dé un gran soporte a la actividad comercial". Incluso, "algunos moldes se están vendiendo y se están exportando".

En síntesis, "las Plastiblow dispararon el sector cosmético" y elevaron las ventas de la empresa. "Estas máquinas produjeron una gran mejora en volumen y calidad, e impulsaron el desarrollo del centro de mecanizado al punto que, hoy por hoy, los moldes son el corazón de la compañía. Estos están integrados a la producción, hacen parte de la negociación (...) y constituyen una estrategia comercial muy fuerte respecto a la competencia". A ello se agrega la flexibilidad de estas máquinas, que "permiten producir las unidades que se quieran (desde 1.000 hasta 180.000)", De este modo, "se entró a competir en las grandes ligas".

Período III: la diversificación de productos y la apertura de nuevos mercados

Una nueva veta para la expansión de los mercados de Intecplast surgió recientemente con el desarrollo del *soft-touch*. "Desde el punto de vista práctico este es un producto de un proceso de coextrusión en el cual un material es recubierto de otro material", y la última capa es suave al tacto. El proceso existía en Colombia, pero no en esta actividad. Por ello "la innovación de la empresa radica en entrar al mercado de los cosméticos con otra idea, lo cual implica traer equipos con condiciones diferentes. Esto requiere mucha adaptación, mucho aprendizaje en el manejo de las resinas y en el área de impresión, ya que no es lo mismo imprimir un envase de una resina que otro de dos o más. La película es más delgada. Esas dificultades obligan a tecnificar el área de impresión, ya que es un envase muy bonito al que se le pueden aplicar cinco tintas".

A diferencia de las anteriores, esta innovación nace "de las necesidades del cliente de obtener un producto suave y el interés de la empresa por satisfacerlas". El envase cumplió con las expectativas de los clientes y abrió nuevos mercados. Hoy la empresa tiene altas expectativas de incrementar la participación de este producto en las ventas totales.

La empresa también está incursionando en el soplado de preformas, una materia prima semielaborada que importa de México, con la cual van a "atacar el mercado de las aguas y las líneas de aseo, con un proceso nuevo". Varias razones han motivado esta decisión: la necesidad de "diversificar para estar tranquilos, ya que hace tres años se dio en Colombia una desbandada de laboratorios grandes que se fueron por diferentes razones"; la exacerbación de la competencia en los envases farmacéuticos; la pérdida de las ventajas adquiridas con las Aoki y, como veremos, la intención de aprovechar las fortalezas tecnológicas forjadas en la empresa.

Sin embargo, "este es un mercado totalmente distinto a las líneas de cosméticos y farmacéutico" y existen problemas para obtener la materia prima, pues "aquí se vende la preforma, pero con precios y características que no son las adecuadas para varios tipos de envases que Intecplast fabrica, y toca importarlos". Por eso Intecplast está explorando distintas alternativas: como "abrir una proveeduría local"; pero lo más seguro es que terminará haciendo preformas, pues "se acaban de traer dos inyectoras alemanas de última tecnología, y se espera que para tres o cuatro meses ya estén operando. En ese momento la empresa va a ser muy competitiva". Antes no, pues las botellas de agua elaboradas con estas tecnologías cuentan entre 10 y 15 años, "por lo cual no somos pioneros y al mercado hemos llegado tarde". "Hasta que la compañía no logre su punto, no entraremos a competir con los grandes, que tienen negocios muy grandes".

Desempeño competitivo y tecnológico de Intecplast: una aproximación

La historia de Intecplast muestra una trayectoria de apertura y consolidación de mercados que ha tenido como acicate el desarrollo tecnológico de la empresa. Esta relación apareció desde su primera época, con el paso de la fabricación de partes y piezas para equipos industriales a la elaboración de tapas, envases y moldes, que le permitieron ampliar sustancialmente sus mercados; pero fue crucial en la época de "los saltos tecnológicos": el primero lo constituyó la introducción del PET, mediante las Aoki, el cual le reportó un liderazgo indiscutido en el mercado de fabricación de envases para la industria farmacéutica y le sirvió de pivote del vertiginoso crecimiento que la convirtió en una empresa grande (con más de 200 trabajadores). Con los fondos provistos por esa expansión se adquirieron las máquinas Plastiblow, las cuales constituyeron el segundo salto, que le permitió ingresar con fuerza al mercado de los cosméticos, indujo otra fase de acelerado crecimiento e impulsó el desarrollo de la fabricación de moldes, los cuales representan una de las mayores fortalezas competitivas de la empresa. Ahora, en la tercera etapa, de diversificación, mediante la tecnología de las "preformas" Intecplast se propone ingresar con fuerza en los mercados de las aguas, productos de aseo y limpieza.

La cartera de los productos de la empresa está hoy representada "en un 50% por los envases para cosméticos, en un 40% por los envases para los farmacéuticos, un 3-4% por

la venta de moldes, y un 6% por los envases de preformas". Por razones de espacio, aquí haremos una somera presentación de la posición competitiva de la empresa en sus dos principales mercados, cosméticos y farmacéuticos, que representan el 90% de sus ingresos, con el fin de facilitar el análisis estratégico de la tecnología, el cual se efectuará en la siguiente sección[8].

Los productos elaborados por la empresa (envases, tapas, estuches y moldes) son típicos bienes intermedios. Por ello, la dinámica de sus mercados está estrechamente ligada a la suerte de sus clientes. Estos se acercan a los 1.000, y si bien el 80% de estos es de carácter nacional, sólo copan entre el 10% y 20% de las ventas. Sus principales clientes son empresas grandes, especialmente "multinacionales, que cubren el 60-70% del total de las ventas". Entre estas se encuentran Ebel, Abot, Johnson y Johnson, Bayer, BelStar, Belleza Express, Gillette, entre otras. Muchas venden sus productos en el exterior y, a través de ellas la empresa realiza exportaciones indirectas. Las ventas directas en el extranjero son menores debido a los altos costos del transporte, especialmente de los envases grandes.

Con relación a su competencia, debe señalarse que si bien existen en el país muchas empresas pequeñas que elaboran envases para las industrias que atiende Intecplast, la gran mayoría vende para mercados locales y otros segmentos del mercado; de suerte que el número de firmas que compiten en forma directa con ella es muy pequeño: Proenfar, Proplas (localizada en Medellín), Pelpak, Volcan (multinacional), Novapak y Plásticos Diennes; otras, como Dinnes, Cimex, Formacol, Boplas, representan una competencia más indirecta. Pero su referente competitivo es Proenfar, una empresa que cuenta con más de cuarenta años de experiencia en el sector y es considerada la empresa líder, especialmente en la fabricación de envases farmacéuticos.

En la percepción que se tiene del "juego competitivo" se considera que Intecplast es el segundo competidor del mercado, el cual se caracteriza frente al líder por ser más joven, más flexible y audaz. Igualmente, la empresa se diferencia en el mercado por su capacidad de ofrecer rápidas soluciones integrales a las necesidades de los clientes. Sus apuestas estratégicas, expresadas en forma explícita (solo recientemente, pues antes no tenía procesos formales de planeación), se orientan a proporcionar al cliente un servicio integral en menor tiempo que la competencia, dada su velocidad en la concepción, diseño y fabricación de los moldes, así como en la toma de decisiones, aspectos en los cuales se considera que la empresa aventaja a sus rivales.

En el mercado de los *cosméticos* el perfil de las fortalezas competitivas de la empresa están alineadas con las exigencias del mercado. La demanda es dinámica tanto por la importancia de "la vanidad y la moda" para sus clientes finales, como por la "política

[8] Un análisis detallado de la relación entre "competitividad, capacidades tecnológicas e innovación" en esta empresa, se encuentra en un artículo en "proceso de elaboración".

de la empresa de cambiar cada dos años sus líneas de producto"; por las exportaciones indirecta, como por la apertura de nuevos nichos de mercado con el *soft-touch*, con el cual Intecplast espera alcanzar el 10% de la ventas totales. En concordancia con esta dinámica, la capacidad de la empresa para innovar, para interpretar las necesidades del cliente, y para desarrollar moldes a gran velocidad, le proporcionan el liderazgo en el atributo del producto que más valora el mercado **(Cuadro 1)**[9]. En el mismo sentido, los niveles de calidad exigidos por los clientes concuerdan con los alcanzados por la empresa (en particular, en los terminados). Como consecuencia de lo anterior, Intecplast tiene un liderazgo que espera afianzar.

Cuadro 1

Mercado de los cosméticos Intecplast Ltda.

Factores críticos y capacidades competitivas

Mercado			Intecplast
Atributos críticos del producto	Pond. % (1)	Líder (2)	Observación
1. Cumplimiento	30	Intecplast	Las capacidades de la empresa para prestar un servicio integral y buena calidad, alineadas con las exigencias del mercado le otorgan liderazgo competitivo
2. Calidad	20	Intecplast	
3. Prod. novedosos	25	Intecplast	
4. Precio y costo	15	Similar al GE	
5. Servicio al cliente	10	Intecplast	
	100		

Notas:
(1): Valor que para el cliente tiene este atributo en la decisión de compra
(2): Empresa que el mercado reconoce como líder en cada atributo del producto
GE: Grupo estratégico
Fuente: Elaboración propia con base en encuestas celebradas en Intecplast

En el mercado de los envases *farmacéuticos* la dinámica de expansión es menor que en los cosméticos; los cambios realizados por clientes en las líneas de envase es menor, y la ventaja derivada de la capacidad de desarrollo y fabricación de nuevos moldes se desdibuja, pese a que sobresale "en el menor tiempo de entrega". La calidad es el atributo que más valoran los clientes, pero en este caso, algunos exigen niveles de pureza que obligan a las empresas a contar con "buenas prácticas de manufactura" y salas de esterilización. La empresa tiene las primeras, pero no las segundas; en cambio la

[9] Según las personas entrevistadas en la empresa, "ningún competidor tiene la capacidad de la empresa para desarrollar y fabricar los moldes con igual rapidez. "Se considera, igualmente, que en el caso del *soft-touch*, los competidores "están rezagados con relación a Intecplast". Estos planteamientos se desarrollarán más adelante.

competencia (Proenfar) sí; por otro lado, algunas empresas obtuvieron certificación ISO 9000, primero (Proenfar y Volcan), y esto lo utilizan como un arma comercial[10]. Adicionalmente, su principal competidor, Proenfar, cuenta con "la experiencia y el posicionamiento de 40 años de trabajar en este mercado", labores de mercadeo más desarrolladas y las ventajas (economías de escala) derivadas de ser el más grande. A esto se agrega el haberse "dormido" Intecplast y perder el liderazgo que por cerca de un lustro le otorgó la introducción del PET, cuando sus competidores adquirieron maquinaria más avanzada que las Aoki. Por todo ello, como lo ilustra el **Cuadro 2**, Intecplast no es líder en este mercado.

Cuadro 2

Mercado farmaceutico Intecplast Ltda.

Matriz de factores críticos y capacidades competitivas

Mercado			Intecplast
Atributos críticos del producto	Pond. % (1)	Líder (2)	Observación
1. Calidad	35	Proenfar	Las capacidades competitivas de la empresa, no están totalmente alineadas con las exigencias del mercado. Por ello, no tiene una posición de liderazgo competitivo
2. Innovación	10	Intecplast	
3. Cumplimiento	20	Intecplast	
4. Precio y costo	25	Proenfar	
5. Servicio al cliente	10	Similar al GE	
	100		

Notas:

(1): Valor que para el cliente tiene este atributo en la decisión de compra

(2): Empresa que el mercado reconoce como líder en cada atributo del producto

GE: Grupo estratégico

Fuente: Elaboración propia con base en encuestas celebradas en Intecplast

En las condiciones descritas, la empresa trata de conservar su posición en el mercado de los farmacéuticos; piensa aprovechar sus fortalezas para afincar su participación en los cosméticos y abrir nuevos nichos en él, por ejemplo, con el *soft-touch*; al mismo tiempo, como veremos enseguida, la empresa proyecta aprovechar las potencialidades derivadas de sus capacidades tecnológicas para "atacar otros mercados" con envases de preforma y otros proyectos en fase de gestación.

[10] Intecplast la obtuvo a finales del año 2002.

Una perspectiva estratégica del desarrollo tecnológico de Intecplast

Con el fin de establecer el papel que en términos estratégicos ha jugado el desarrollo de la tecnología en Intecplast, en esta parte del trabajo se presentan los resultados de la indagación efectuada; primero, acerca del progreso de las tecnologías básicas, esto es, del cambio técnico en la empresa; segundo, si esos desarrollos han sido fuente de diferenciación tecnológica; y, finalmente, si esta generó diferenciación competitiva y de apuestas estratégicas para la empresa.

Desarrollo de las tecnologías básicas

La tecnología genérica (básica) para la elaboración de tapas, envases y estuches, esto es, la que está obligada a realizar cualquier empresa que quiera fabricar estos productos, la conforman tres componentes: una tolva de alimentación (de la materia prima), un extruder y el motor que lo moviliza **(Diagrama 2)**[11]. A partir de este proceso se erigen las demás tecnologías utilizadas, sean nuevas o viejas. Estos conocimientos básicos deben complementarse con los requeridos sobre los materiales. "Con estos dos ya podemos empezar a transformar plásticos. Pero si se quiere elaborar el paquete completo de servicios, se deben elaborar los moldes", cuya tecnología básica está constituida por las fresas, tornos y rectificadoras.

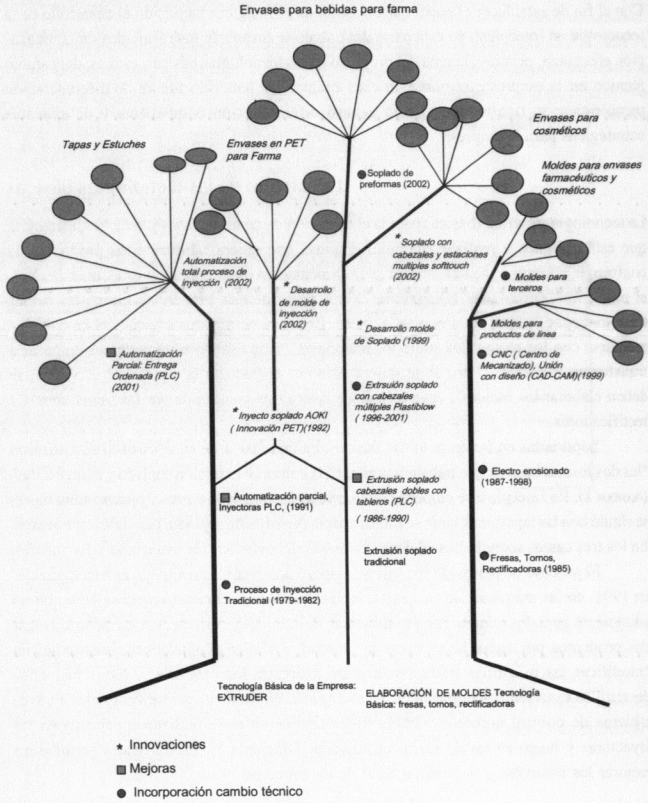
Soportadas en las tecnologías básicas, en una fase 1 de su desarrollo se utilizaron "las dos formas básicas que trabajamos aquí en la empresa: extrusión soplado y la inyección" **(Anexo 1)**. En Intecplast se empezó con la inyección, haciendo partes y piezas industriales; se siguió con las tapas; más tarde se transitó hacia la extrusión soplado, para fabricar envases. En los tres casos, sobre la base del conocimiento del extruder, los materiales y los moldes.

El proceso de extrusión soplado se empezó a volver más complejo con la aparición, en 1991, de las máquinas de cabezales dobles, que hacían el mismo proceso pero con un aditamento para dos mangueras que alimentan dos moldes de envase, lo cual permitía sacar dos productos por ciclo. La empresa las compró y realizó adaptaciones consistentes en "modificar las máquinas tradicionales para adaptarle los cabezales". Estos pequeños desarrollos estuvieron acompañados, en esta fase 2, de automatizaciones parciales a través tableros de control numérico (PLC). Tales adaptaciones se realizaron primero en las inyectoras y luego en las de extrusión soplado (Diagrama 2). Esos avances permitieron mejorar los controles y la productividad de los procesos.

[11] Una versión más detallada del funcionamiento de esta tecnología se encuentra en el Apéndice 1.

Diagrama 2

Desarrollo de las capacidades tecnológicas en Intecplast Ltda.



Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas en Intecplast Ltda.

El avance tecnológico en la *extrusión soplado* ha sido mayor[12]. Después de la tecnología de cabezales dobles (Fase II) vino la tecnología de cabezales múltiples con estaciones múltiples, las Plastiblow (Fase V), a las cuales "ya no era posible hacerle adaptaciones pues traían integrado el control numérico", y además revertían automáticamente las rebabas al proceso productivo. Como se mencionó, esta tecnología es flexible, aumentó la productividad y los volúmenes producidos. De ella se derivó la coextrusion soplado (Fase VI) que permitió obtener el *soft-touch*, un producto en el cual Intecplast está enfocando sus esfuerzos comerciales.

En *inyección* "los desarrollos han sido tímidos". Primero se trabajó la mencionada automatización parcial por tableros; después se incorporó la automatización en la entrega ordenada de la tapa (Fase IV); finalmente, en el 2002 (Fase V) se compraron máquinas de inyección totalmente automatizadas (que no necesitan ser abiertas para sacar el producto). La tecnología de inyección, "no ha variado mucho (pues), a excepción de los controles y de los mecanismos de automatización, las máquinas de inyección siguen siendo las mismas desde hace 50 años (...). Allí parece como si todo estuviera inventado".

Por otra parte, "la mezcla de la inyección y la extrusión soplado generó el inyecto soplado, esto es, la tecnología Aoki, la cual mezcla los dos procesos obteniendo un resultado similar al del soplado" (Fase III). También "podríamos decir que otro hijo de esos dos procesos es el soplado de preformas (Fase VII), un proceso en el cual "se coloca una pieza por un lado (la preforma) y se sopla por otro obteniéndose un mejor resultado que en las Aoki debido a que es un proceso de un solo paso y en las Aoki es de dos". Este "sería el desarrollo del árbol tecnológico de lo que podríamos llamar el proceso de transformación" en Intecplast.

En cuanto a la *fabricación de moldes*, la tecnología básica es lo que se llama el material de arranque sobre el cual trabajan los tornos, las fresas y las rectificadoras **(Anexo 2)**. "El que maneje plásticos tiene que 'hacer o hacer' moldes. Nosotros trajimos en 1986 el primer juego de tornos, fresas y rectificadoras, que nos permitían hacer nuestro propios moldes y hacerle mantenimiento a los que teníamos". Después vino el electroerosionado, "una tecnología que cuando la compramos muy pocos la tenían. Este es un proceso en el que tienes un bloque de metal, haces un macho en un material como el cobre y conectas positivo y negativo, que hace que al bajar una fresa y hacer contacto haya un corto que degrada el material, el cual se empieza a deshacer (...). Al final, de tantos cortos que devastan el material uno obtiene la forma que necesita. Después, por medio de limas se pule la forma con el riesgo de que los radios y las medidas no te den". Esa tecnología "nos permitió mejorar nuestras velocidades de entrega... pero el proceso era lento. En esa época era rápido pasar de un desarrollo de seis a cuatro meses".

[12] Una breve descripción de estos procesos se encuentra en el Apéndice 1 y el Diagrama 6 del mismo.

Después de un largo período de trabajar con el electroerosionado, vino el centro de mecanizado automático "que hace lo mismo, pero por medio de un programa de computador que viene con las brocas y pule la pieza hasta entregar un producto muy similar al erosionado, pero más fácil de terminar. Este rebajó el tiempo de entrega de cuatro meses a uno". Por supuesto, estos avances "están acompañados del *diseño*, que es básico y necesita de conocimientos en matricería y moldería. Aquí empezamos con matricería y moldería, acompañadas de una parte de dibujo muy primitiva; luego vino el Auto Cad que era pasar del dibujo a un sistema digital, pero sin ningún valor agregado; después llegaron los programas Mechanical, que aparte de hacer el producto digital, permitían hacer cálculos de capacidad, de alturas; luego, los programas Powershape, que nos permitían hacer lo digital, calcular, hacer simulaciones y ampliar las familias de productos. Por último llegó el Power Mill, que permitió convertir el diseño en instrucciones de máquina —asociada al CNC—, en ese momento se juntaron el diseño y el moldeado. Antes no, porque no existía el lenguaje para pasarlo a la máquina".

En este frente "vamos aquí; pero hay casos en los que nosotros hacemos el plano y el gráfico pero el cliente quiere ver el producto, tocarlo, y nos toca hacer el prototipo. En ese momento tenemos dos opciones: una es acudir a un ebanista espectacular, un artista, que con un trozo de madera saca el frasco; la segunda posibilidad es coger un bloque de alguna resina y pasar ese programa al computador, y el CNC hace una aproximación; sin embargo, hay un nueva tecnología que la empresa no tiene y que sería muy útil para estos casos: la estereolitografía".

El desarrollo del diseño y moldeado es fundamental en la competitividad de Intecplast. Pero no por "las herramientas, que son las mismas y están al alcance de todo el mundo. La diferencia está en que nosotros en seis meses hemos hecho 160 diseños que se han convertido en 40 desarrollos, mientras la competencia, estoy seguro, no hace ni la tercera parte de esas cifras".

Diferenciación tecnológica y competitividad en Intecplast

En la trayectoria tecnológica, reconstruida a partir del seguimiento a la evolución de sus tecnologías básicas, se encontró que en Intecplast se realizaron adaptaciones y mejoras que "reconvirtieron" maquinaria "vieja" mediante procesos de automatización parcial (los PLC). Algunos de estos desarrollos constituyeron innovaciones de hondo impacto competitivo; además, hay desarrollos e innovaciones en proyecto, de los que se esperan importantes resultados comerciales. Enseguida se mostrarán en términos estratégicos los resultados de esas innovaciones, es decir, de diferenciación competitiva de la empresa.

La primera innovación vino con las Aoki. En el proceso de inyección soplado "logramos una innovación en productos que fue el frasco de PET para farma. Nadie estaba utilizando PET en el farma. Nosotros fuimos los que nos arriesgamos a sacar frascos. Para entonces, "ese material era conocido sólo por la industria de bebidas gaseosas carbonatadas, e incluso ellos lo utilizaban con mucha timidez". "Entrar con ese material a laboratorios nacionales e internacionales fue una odisea. El proyecto no parecía viable; incluso aquí en

la empresa se decía: se perdió la plata... qué mala inversión; por qué trajeron eso esos locos (los socios)". Quizá "por eso la competencia no lo copió rápido y nos llevó dos o tres años posicionar el producto. Pero después el negocio se disparó y nos fue muy bien. Cuando los otros lo hicieron nosotros ya íbamos en otro paso, pues se demoraron años en implementarlo, mientras pidieron las máquinas, conocieron los procesos, etc."

Esta innovación tuvo un importante efecto competitivo. "El material que parecía darle guerra al vidrio en ese momento era el PVC. Nosotros lo trabajábamos y manteníamos una guerra de David contra Goliat. Hasta que con el 'cabezazo' de meternos con el PET vencimos al Goliat del vidrio". Es más, "con ese producto 'borramos al vidrio de la industria farmacéutica', cuyo consumo actual es mínimo, mientras hace unos años todo era vidrio". También "nos permitió quitarle mercado a nuestra competencia, que también fabricaba para mercados farmacéuticos por el proceso convencional de extrusión soplado". "El PET fue el material con el que golpeamos el mercado. En eso fuimos los primeros y los únicos durante cinco años". Esta experiencia le reportó a la empresa grandes beneficios; marcó el punto de quiebre en la expansión de la empresa y se convirtió en el origen de nuevos intentos de diferenciación estratégica.

La *segunda innovación fue el soft-touch*. Este fue "un desarrollo autóctono en la medida en que, casi por encargo, salimos a buscar materiales de algo que no existía en Latinoamérica, y le 'metimos el diente' a algo que no conocíamos, con excelentes resultados, tanto que ya viene otra máquina en camino". Ese desarrollo "para otra empresa puede significar dos o tres años", porque no conoce el proceso de obtención de la suavidad externa del envase y a ello se agrega la dificultad para usar diferentes capas de materiales (la coextrusión), pues "uno tiene que buscar la mezcla precisa para obtener el efecto deseado y, si a eso se le añade color, se complica el asunto".

Los competidores apenas "tienen referencias de ciertas empresas que hacen frascos para lubricantes, para productos agrícolas, pero ellas no les enseñan a hacer mezclas, ni productos". "Tampoco van a hacer todo el proceso de desarrollar el conocimiento como nosotros... Pero ya deben estar pensando qué es lo que hacemos o ya deben saberlo, porque en esta industria no hay secretos... hay informantes. Pueden comprar la máquina y el material pero desarrollar esto puede demorar un año o más. En este momento, de México a la Patagonia somos los únicos". Para Intecplast, "esta es una ventaja (competitiva) enorme que nos alcanzará para unos años más", porque el *soft-touch* da diferenciación: "el terminado es novedoso, es más manejable, baja costos". Ello "nos hace únicos".

La tercera innovación se dio en los moldes de inyección soplado de las máquinas japonesas. Allí hubo desarrollos autóctonos a partir de las matrices de los moldes. "La máquina trae un molde de inyección y otro de soplado. Los japoneses no dan ni planos de la máquina, ni del molde de inyección, ni del molde de soplado; simplemente dan los planos del producto terminado, algunos planos eléctricos y planos funcionales para el mantenimiento básico. Así protegen su tecnología". "Nosotros nos atrevimos a abrir la máquina y tomamos el molde de soplado. Se analizó, se creó un molde de soplado S2, con una figura distinta, y lo

volvimos a poner en la máquina con el excelente resultado de obtener mejores productos. Además nos dimos cuenta de que los materiales que ellos utilizan no son los mejores, que su tecnología no es cosa del otro mundo. Claro, asumimos el riesgo a escondidas. Aoki se enteró y se cerró más a las preguntas sobre tecnología. Si nosotros no hubiéramos abierto la caja negra, cada uno de esos moldes nos hubiera salido por 80 mil dólares, mientras que aquí nos salen en 10 millones de pesos y con la posibilidad de seguirlos desarrollando, porque ya conocemos el proceso". A partir de allí "sacamos otros envases; de esa manera, con los dos moldes tenemos seis productos diferentes. La semana pasada, con la preforma de 60, sacamos un envase hermoso para antiácido y en un tiempo récord de dos semanas, sin embargo los moldes de inyección siguen siendo los mismos".

"Esto da ventajas pues antes se sacaban envases de manera diferente; nosotros sacábamos envases mucho mas rápido (que la competencia) pero estábamos amarrados a los dos moldes que nos dio Japón. Además vimos que llegó la competencia con envases de 30, de 90, de 120 cc...". Llegaron además "las Nissei (máquinas japonesas) con moldes más económicos; pero para que ellos trabajen en un desarrollo como el nuestro, están muy lejos. Ellos averiguan quién lo hizo, cómo lo hizo, pero no les gusta 'meterle mano a las máquinas'; en cambio, nosotros ahora somos capaces de sacar 5 ó 6 productos gracias al conocimiento que hemos desarrollado en cuanto a cómo trabaja la máquina y cómo se hacen esos moldes (....)".

Esos desarrollos refuerzan las fortalezas competitivas de la empresa. "Así ellos tengan las mismas o mejores máquinas, nosotros nos demoramos en darle respuesta a un cliente en un promedio de 15 días, mientras ellos se demoran uno, dos o más meses. Ellos tienen la variedad de moldes para cada máquina, pero en el sector farmacéutico empezamos a buscar un uso alternativo de los moldes y el resultado es que ahora estamos haciendo otros envases". "La competencia tiene las mismas máquinas para hacer los mismos productos, pero nosotros les cambiamos las reglas del juego, nos dedicamos a hacer otro tipo de envases, y que ellos se peleen los márgenes".

Los desarrollos tecnológicos como fuentes de estrategias competitivas en Intecplast

En los años más recientes y de manera paulatina en Intecplast se ha desarrollado una percepción cada vez más estratégica de su avance tecnológico. En las condiciones actuales este avance es impulsado por las fuerzas inerciales de su trayectoria tecnológica y, con mayor fuerza, por la presión de una competencia agudizada y la conciencia de que las capacidades tecnológicas forjadas en la empresa le confieren altas potencialidades competitivas. Así, las capacidades tecnológicas se están convirtiendo en la fuente de nuevas búsquedas y estrategias competitivas.

Uno de los frentes en los cuales las capacidades tecnológicas son fuente de apuestas estratégicas es el desarrollo de la *cuarta innovación: el "molde de inyección"* de la tecnología de inyecto soplado. En términos de la empresa: "ya dominamos el soplado;

el siguiente paso, que ya estamos dando este año, es meternos con el molde de inyección, que es más complicado. Si logramos esa parte, estamos hechos, pues dominaríamos todo el proceso y podríamos hacer moldes de inyección. Eso nos abre la posibilidad de hacer preformas; de crear la gama que queramos".

Esta innovación tendría importantes efectos competitivos. "Si lo hacemos, seríamos la primera empresa que aplique el PET para cosméticos y nos meteríamos en la tendencia de Estados Unidos, donde la mayoría de los envases son de ese material. Esto implica mayor calidad, mejor presentación, menores precios. Cuando tú trabajas con el farmacéutico y cosmético aprendes a diferenciar y sabes que en el cosmético lo que se ve es lo que se vende, así que traería gran impacto, porque el material plástico que más se asemeja al vidrio es el PET".

Desde la perspectiva de la empresa esto reforzará sus fortalezas competitivas. La competencia trajo más máquinas, con más moldes, "pero aún están en el mercado farmacéutico. Si quisieran hacer un envase de cosmético les tocaría hacer todo el desarrollo de conocimiento que hemos hecho nosotros, y que lleva bastante tiempo. Nosotros ya tuvimos la experiencia con los envases de 30 cc y de 90 cc, sabemos que podemos hacer otras cosas y lo estamos haciendo". Por otra parte, esto ampliaría la ventaja en la obtención de la muestra de un envase para un cliente pues "la competencia tiene que pedir los moldes a Japón, realizar los ajustes, etc.", lo cual torna más demorado el proceso.

Esta innovación reforzará sus nuevas búsquedas estratégicas, originadas en la agudización de la competencia. Ante el uso del PET en el sector farmacéutico "se nos acabó 'el cuarto de hora', porque todo el mundo ya está compitiendo". La competencia llegó con "la tecnología Nissei, que era hermana de la Aoki, pero más eficiente, menos rígida y con precios de los moldes más asequibles". La competencia "aprovechó la exploración que nosotros habíamos hecho en el mercado. El mercado farmacéutico se atestó y dejó de ser llamativo porque con tanta competencia, los precios y márgenes caen". En consecuencia, "nos están golpeando bastante duro. (Por ello) vamos a aflojar en ese mercado porque ya hay como cinco empresas haciendo farmacéuticos (Volcan, Proplast, Proenfar, Pelpack) y vamos a conservar clientes estratégicos para nosotros". No obstante, "mientras ellos tienen máquinas más nuevas y eficientes, nosotros tenemos el conocimiento de la máquina para hacer diseños, para ampliar la gama, y entrar en otros mercados con mejor calidad y mayor rentabilidad, reemplazando frascos que ellos están haciendo con PET en este sector y en cosméticos".

Ante esta situación, innovar en procesos y en producto es la base de las estrategias competitivas que se están configurando en Intecplast. Para ello están haciendo "un nuevo diseño (.....)[13]. Si se logra sacar ese producto va a ser más rentable que el envase farmacéutico y va a ser difícil de imitar (....). Esperamos que estén tan ocupados peleando por el mercado

[13] Por razones de confidencialidad, ni el nombre de este producto ni de los que la empresa está desarrollando se mencionarán. Cuando esto ocurre, los nombres de los productos o los procesos se colocan entre paréntesis.

farmacéutico, que no se pongan a abrir la máquina, ya que son muy conservadores, y entonces vamos a tener una ventaja interesante que podemos capitalizar bastante bien y seguir apalancando otros procesos".

La búsqueda tiene otros frentes. "Ahora tenemos que volvernos únicos en otra cosa que podría ser el *soft-touch*. (Pero) no nos vamos a quedar solo con *soft-touch*, porque consideramos que hay más probabilidades. Con este se nos abrió una amplia gama de posibilidades, pero hay más terminados, incluso para envases que dan la sensación de estar congelados o fríos... como con escarcha. Estamos empezando a investigar para no quedarnos sólo con el suavecito, sino decirle al cliente, mire, si usted quiere una transparencia distinta nosotros la tenemos. (Esto) puede ser en el mercado de los cosméticos o en otros". Para ello "ya tenemos la escuela; ya sabemos cuáles son los porcentajes de material, cómo se maneja el color... hoy es *soft-touch*, mañana puede ser algo que dé un terminado más áspero para otro tipo de materiales y de aplicaciones. Se abre así un panorama amplio, en el cual ya estamos investigando para saber qué resinas son compatibles y qué podemos utilizar para un producto que está de moda, (...); se abre así un nicho de mercado interesante".

Las innovaciones también podrían provenir del soplado de preformas pues "ya se está pensando en la fabricación de preformas para nosotros mismos, bajo nuestras condiciones, aprovechando el conocimiento obtenido en inyección soplado. Ya sabemos cómo se diseña una preforma, 'que no es cualquier cosa', es alta ingeniería y alto diseño para que se amolden, y la distribución del material sea lo mas óptima posible". Pero aquí hay otra búsqueda. Inicialmente se pensó en bebidas, pero "hay muchos en el mercado. Por eso, vamos a atacar la parte (....) con moldes que ya tenemos, y hemos obtenido buenos resultados".

Otros proyectos están en proceso. Con inyección soplado, con otros materiales (polietileno de alta densidad), para "ingresar al mercado con un producto (....) con base en un proceso más eficiente y más rápido" que el de la competencia, y que abre espacios en otro mercado de consumo masivo. También se piensa ingresar en otros mercados con base en productos obtenidos por coextrusión soplado, dentro de una estrategia bastante definida: "la idea es seguir atacando mercados y productos distintos, diversificarnos más".

En síntesis, la empresa está explorando las posibilidades de diversificar sus productos y penetrar nuevos mercados. Pero este proceso está orientado por claras intenciones de convertirse en un proceso de diversificación estratégica; además, las apuestas de diferenciación de Intecplast apuntan a explotar y a desarrollar sus capacidades tecnológicas, para ingresar a sus nuevos mercados con productos innovadores. De esta forma, las habilidades tecnológicas acumuladas han adquirido un papel estratégico para la empresa.

Una perspectiva funcional de las capacidades tecnológicas de Intecplast

Analizada la tecnología desde una perspectiva estratégica, esto es, por su contribución a generar diferenciación y ventajas competitivas, en esta parte del estudio se estudian las capacidades tecnológicas de la empresa desde una perspectiva funcional. Para ello se han considerado varios indicadores-criterios de evaluación: i) el nivel de actualización tecnológica; ii) el grado de formalización de la gestión de estos recursos; iii) las prácticas en que se condensa el manejo de la incorporación, el uso y el desarrollo de las tecnologías de la empresa; iv) otros aspectos tales como: la salvaguarda, el eslabonamiento y la capacitación tecnológica en la organización.

Los resultados de estos análisis se condensan en la matriz de Likert[14] **(Cuadro 3)**. El valor asignado a cada ítem surge de contrastar los desarrollos y prácticas existentes en la empresa, con los criterios e indicadores de evaluación definidos en la matriz de evaluación que acompaña a la de Likert[15]. La valoración de conjunto, arroja un perfil de las capacidades tecnológicas de la empresa.

Cuadro 3

Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de Intecplast Ltda
(Evaluación cualitativa según escala de Likert)

Actividades tecnológicas	Grado de desarrollo				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	(+ = 1	(+) = 2	(+) = 3	(+)= 4	(+) = 5
Actualización tecnológica				X	
Formalización del manejo tecnológico		X			
Las decisiones de inversión tecnológica				X	
Incorporación de la tecnología • Vigilancia e identificación de la tecnología • Selección de la tecnología • Negociación y transferencia tecnológica • Uso y explotación de la tecnología			X	X X	X
Investigación y desarrollo				X	
Eslabonamiento tecnológico		X			
Innovación				X	
Salvaguardia tecnológica		X			
Capacitación y difusión tecnológica		X			
Puntaje máximo alcanzable = 60	12	24	36	48	60
Puntaje alcanzado = 41	0	8	3	24	5

Fuente: Elaboración con base en entrevistas en Intecplast y Malaver (2002)

[14] Cabe advertir que esta matriz, así como los criterios que sirven para contrastar las prácticas existentes en la empresa, para efectos de la evaluación, se toman del marco teórico y analítico definidos en el proyecto en general. (Ver parte I de la presente publicación).

[15] Ver "Matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas de la empresa. Un análisis funcional", de la "operacionalización del marco teórico" de la investigación (Malaver y Vargas, 2003).

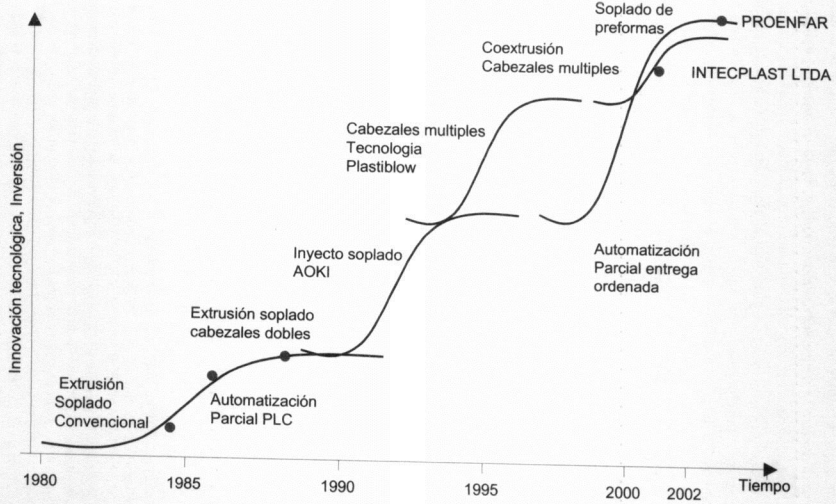
La actualización del parque tecnológico de Intecplast

Frente a la frontera tecnológica, en Europa y en Asia la empresa tiene un relativo atraso en los niveles de automatización (ver **Diagrama 3**). "En Europa la planta es un corredor con máquinas a ambos lados sin una sola persona; las personas están lejos de la máquina, en procesos manuales. Aquí no, y eso indica que en nuestro medio se está mal con las cargas laborales. Además, existen condiciones estructurales que prolongan este "rezago tecnológico: ellos pueden automatizar todo; el *know how* de las máquinas es de ellos; sus actualizaciones son más rápidas; manejan grandes volúmenes y automatizan más rápido".

Sin embargo, la competencia entre los países productores de tecnología ha acelerado la difusión de sus adelantos en los países en vía de desarrollo. En Intecplast esto se percibe así: "frente al resto del mundo las distancias se han acortado en los años 90. Antes en Alemania se sacaba una máquina 'modelo' destinada a su industria y a su mercado; luego, trascurridos dos años tenían una versión dos de su máquina y mandaba la versión uno a otro mercado (...) y así sucesivamente; incluso, tenían el descaro de recoger la máquina, hacerle mantenimiento, y volverla a mandar a otro mercado. Así, una máquina se demoraba entre ocho y nueve años en llegar aquí. Con ese estilo de venta los fabricantes se vieron muy afectados. Eso lo veíamos mucho: cuando llegaban las máquinas nuevas y los socios iban a las ferias, volvían y decían: eso está muy obsoleto. Eso se rompió con las Aoki, a pesar de las restricciones de esta tecnología japonesa. En conclusión, del año 90 para acá las empresas colombianas tienen rápido acceso a tecnología de punta, por ejemplo, una Plastiblow acá es del mismo modelo 2002 que en Italia".

Frente a su competencia, la empresa se considera seguidora del líder, el cual goza de ventajas derivadas de su volumen de producción y forma de incorporación de la tecnología que facilita la automatización. "Proenfar es el líder al que todos miran como modelo. Nosotros no estamos tan atrás; tenemos un buen nivel de automatización, pero ella maneja altos volúmenes y es fuerte en ese tipo de productos en línea; si se va a automatizar, lo logra porque hace volúmenes (...); además, allá han sido más profesionales en los procesos de adaptación de sus tecnologías: traen una máquina con todas las herramientas para que sea automatizada; son menos 'torpes' que nosotros: traen la máquina y todos sus dispositivos para realizar una automatización". En Intecplast, por el contrario, "somos menos tímidos a la hora de arriesgarnos y buscar alternativas y soluciones, sin embargo, al adoptar la tecnología traemos la máquina pero no nos damos cuenta de que nos hace falta un sistema de empaque, de control de la máquina, etc., y nos toca colocar gente allí. Eso nos ha traído muchos problemas, porque en nuestra planta tenemos más gente que ellos, y todos los errores asociados al factor humano".

Diagrama 3
Desarrollo tecnológico en la industria de plásticos para la fabricación de envases



Fuente: Elaboración propia a partir de información recopilada en las entrevistas realizadas en Intecplast Ltda.

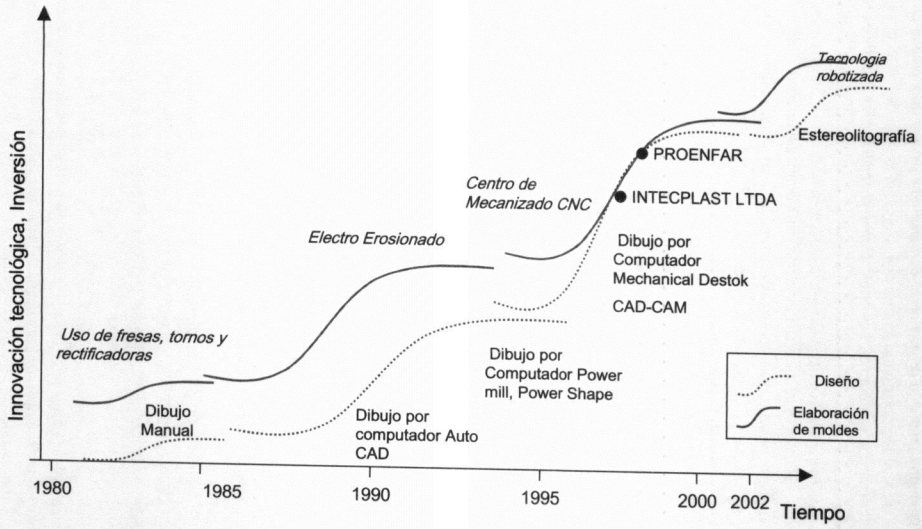
Intecplast tiene conciencia de que su estilo de manufactura es diferente al del líder, por ser más flexible y para menores volúmenes. Esto dificulta la automatización "por que traer una automática nos hace incurrir en costos de mantenimiento altos, porque cada vez que tengamos que cambiar un mecanismo tendremos que manipular la máquina". Sin embargo, se considera la mejor segunda, no porque tenga tecnologías más desarrolladas, pues "en inyección todos estamos en las mismas condiciones. Todas las máquinas son muy estándar. Estamos en el mismo punto (...). Pero nosotros nos le medimos a los 'chicharrones', cuando estos son interesantes, ya que a largo plazo pueden ser representativos. En lo que sí estoy seguro es que vamos a la vanguardia en la fabricación de *moldes*. Por el diseño en la manufactura, con el uso de CAD-CAM, nosotros nos hemos especializado en hacer moldes y los hacemos en 15 días. Yo no conozco ninguna empresa que saque 25 ó 26 moldes en el tiempo en el que nosotros lo hacemos". Por ello, "las empresas restantes están abajo; nosotros somos los seguidores de Proenfar".

Si bien la empresa presenta niveles de automatización importantes y tiene planeados desarrollos claves en este frente (p.e. en control de rebabas), estos enfrentan restricciones de volumen y de la flexibilidad requerida por su perfil competitivo. En el moldeado, si bien la empresa tiene maquinaria del mismo nivel que la competencia, tiene mayor capacidad para desarrollar nuevos moldes[16]. Esto explica la evaluación dada en la matriz del Cuadro 3.

[16] Sin embargo, tal como lo muestra el **Diagrama 4,** al igual que sus competidores Intecplast tiene un retraso importante frente a los países desarrollados. Cuando un cliente no quiere un diseño sino un prototipo, "tenemos dos opciones: una es usar un ebanista espectacular, un artista, que con un trozo de madera saque el frasco. La segunda es coger un bloque de alguna resina y pasar ese diseño del computador al CNC, el cual hace una aproximación. No obstante, hay un nueva tecnología que es útil para estos casos, la estereolitografía, que es un proceso nuevo que, consiste en que tú haces tu dibujo en el computador, lo pasas al lenguaje de máquina pero en vez de pasarlo a un robot como el CNC, lo pasas a una impresora que está sumergida en un líquido y tiene un tanque con un líquido y una base que sube y baja, y va imprimiendo milímetro a milímetro y mediante un rayo láser solidifica el líquido, y en una hora y media ya tiene un envase de un material que creo que es silicona. Ese es un frasco hueco que puedo meter a pruebas de proceso, hacer toda la simulación, imprimir cosas de verdad, sólidos".

Diagrama 4

Desarrollo tecnológico de los procesos de diseño y de moldeo en la industria de plásticos para la fabricación de envases



Fuente: Elaboración propia a partir de información recopilada en las entrevistas realizadas en Intecplast Ltda.

El grado de formalización de la gestión tecnológica en Intecplast

Si bien la empresa tiene un departamento de ingeniería y desarrollo, creado en 1996, el cual está enfocado al desarrollo de productos nuevos, la gestión de los recursos tecnológicos en la empresa es informal. Las orientaciones generales y las decisiones tecnológicas están centradas en la alta dirección (los dos socios). No existen planes formales. "Planes estratégicos como tal no hay, pero con la implementación de la ISO se tienen ventajas, se imaginan las cosas, y se hace una medición particular; casi un estudio de factibilidad. Antes las decisiones eran más "gastrointestinales" que otra cosa, y algunas veces funcionó, otras no; muchas veces nos hemos endeudado mucho por falta de planeación; pero los socios saben lo que necesitan. Quizá lo que no saben es la planeación y cómo distribuir los recursos, pero con la ISO ya se tiene mayor criterio".

Debido al perfil competitivo y a la dinámica del sector en Intecplast se considera a "la tecnología una variable clave, la más importante para nosotros. Los plásticos avanzan demasiado rápido, a saltos tecnológicos rápidos, y el que no esté pegado a la tecnología está muerto. Por ejemplo, con el PET nos dieron cinco años, y con el *soft-touch* sólo uno. Es impresionante, ahora nos toca mirar cuál va a ser el siguiente paso, y eso va de la mano con la tecnología, el manejo de materiales y otros procesos. Nosotros hemos desarrollado conocimiento pero ellos ya nos alcanzaron en ese mercado". Por ello, "la empresa nunca ha dejado de estar endeudada por razones tecnológicas, pues es una herramienta para abrir, madurar y asegurar la permanecía de la empresa en el mercado, la calidad, el *good will*, la imagen". Según las personas entrevistadas, "desde 1999 empezó a surgir la cultura en la cual, frente a los presupuestos estimados de ventas anuales, se mantiene cierto rubro para tecnología que es un porcentaje interesante".

Los recursos humanos relacionados con el manejo tecnológico (además de los dos socios), está compuesto por ocho o nueve personas del área de ingeniería y desarrollo, al mando de un ingeniero mecánico; el gerente de producción (ingeniero eléctrico); en moldeo hay técnicos en plásticos de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, institución que tiene tecnólogos de plásticos y cuenta con un convenio con la Universidad del Valle para desarrollar la ingeniería de plásticos; otros son los técnicos electrónicos y de sistemas.

Si bien el nivel de formalización es bajo, la importancia dada al manejo de los recursos tecnológicos es alta, y además está apersonada en la alta dirección de la empresa. Eso explica el puntaje dado a este ítem en el Cuadro 3.

Las prácticas tecnológicas en Intecplast

El resultado de la observación del conjunto de prácticas en que se condensa el manejo de los recursos tecnológicos, se presenta de manera detallada a continuación.

Las decisiones de inversión responden a proyectos de desarrollo, a necesidades de ampliación o mejora, y a las exigencias del mercado. "Las decisiones surgen de necesidades

de aumentar la capacidad o mejorar la calidad; son empujadas por el mercado, o porque nosotros queremos halarlo; por ejemplo, los desarrollos de inyección y soplado ocurren porque estamos halando el mercado". Para cubrirlas "hay presupuestos de inversión en tecnología, pero el mercado es la mayor fuerza". El proceso es el siguiente: "generalmente se identifica la tecnología que se requiere, se hace un análisis de factibilidad, se toma la decisión de compra, se hace la inversión, se adquiere, se adapta o se mejora, y se usufructúa".

Este proceso tiene un carácter relativamente informal. Si bien tiene como base alguna información sobre posibles clientes y ventas, está dominado por la intuición y la alta propensión al riesgo de los empresarios. Esto explica el valor asignado en el Cuadro 3.

La incorporación de las tecnologías adquiridas por la empresa es evaluada a partir de tres actividades: la identificación, selección y negociación de la misma. La *identificación* tanto de los avances tecnológicos como de las tecnologías requeridas por el desarrollo del negocio está centrada en los dos socios-empresarios. Frente al avance de la tecnología "ellos están al día; asisten constantemente a ferias; tienen los contactos; conocen los proveedores y brindan las soluciones".

Los mecanismos utilizados para realizar la inteligencia tecnológica son diversos: "los proveedores, ferias, revistas especializadas, boletines electrónicos y físicos (que llegan constantemente); o clientes que dan la necesidad y en internet se realizan búsquedas electrónicas y se ubican las tecnologías. También se acude al correo de las brujas, que son una serie de contactos que los mantiene al tanto de lo que están haciendo los demás, pues en la industria plástica a pesar de ser competidores todos se mantienen en contacto. Esta red es muy poderosa para la búsqueda de la tecnología (...). En el país y en el exterior esos lazos se han fortalecido a partir de buenas relaciones con personas que trabajan en otras firmas en otros países, y que siempre nos envían información, nos llaman con frecuencia y buscan su retribución, pero nos ayudan muchísimo".

No obstante que dentro de las prácticas señaladas no se acude a mecanismos más elaborados, como la revisión de patentes o análisis de prospectiva, la empresa se encuentra bien informada acerca de los cambios, algunos de los cuales les han dado ventajas, de allí el valor asignado a este ítem en la matriz (Cuadro 3).

La selección de las tecnologías está marcada por la informalidad, pero se nutre de la amplia experiencia de los empresarios y de unos cálculos básicos, al parecer eficaces. Esas características, descritas a continuación, explican el valor asignado a este ítem en la matriz de evaluación (Cuadro 3). "Si se plantean necesidades, la alta dirección se 'sienta'; se empieza a investigar con quién podrían hacerlo; surgen flujos de información y de reconocimiento de la estrategia; se empieza a reducir el número de proveedores de la tecnología, hasta que se selecciona y se inicia la estrategia comercial. También cuenta la marca de las máquinas, que es muy importante en plásticos. Hay marcas apetecidas, por ejemplo, para la inyección las Arbur, que es lo mejor de la gama media; las máquinas Henhgel o la Sincinati son las más finas; las Nissei, o la Donching, que es la copia de la

Nissei, la hacen en los mismos talleres, y valen menos, pero los clientes y la competencia y el medio perciben eso".

En cuanto a los estudios de factibilidad, antes no se efectuaban, "pero desde 1999 para acá, los estamos haciendo. Los criterios son los clientes y el típico retorno de inversión; eso se ha vuelto muy importante; antes eran decisiones cardiointestinales, ahora no: si traemos la máquina es porque sabemos cómo la vamos a pagar, porque tenemos los clientes".

En la *negociación* "toca ser muy claro con los requerimientos iniciales; siempre les pedimos los planos de todo, las especificaciones eléctricas... hasta donde ellos lo permitan, porque los japoneses no sueltan un plano, ni de la máquina, ni de los moldes, sólo del producto terminado, y algunos planos funcionales para el mantenimiento básico, pues así protegen su tecnología. Exigimos sobre todo capacitación acá en el sitio: que nos envíen un técnico que hable español y que nos enseñe con nuestros productos; eso lo negociamos con la compra de la máquina". Así, "antes de conectar la máquina traemos un representante de la firma para evitar inconvenientes, incluso también con las materias primas, pues, por ejemplo, el PVC colombiano '¡qué problema!' para saber cómo procesarlo, porque parece que es distinto al de otros países". También se negocian servicios de actualización, "sobre todo en las últimas máquinas. Ellos nos llaman para decirnos qué han sacado de nuevo, para ponernos al día y, para saber si estamos interesados nos envían licencias de software y un técnico para implementarlo".

Sin embargo, frente a las especificaciones, "los volúmenes son una barrera que vamos a tener siempre, ya que nuestro enfoque es la flexibilidad, y tratamos de buscar las máquinas más flexibles, y si no son flexibles nosotros las flexibilizamos, para poder cumplir con nuestras necesidades. Los proveedores de tecnología no van a cambian las especificaciones por una necesidad nuestra; de pronto más adelante sí, pero mientras tanto nosotros le vamos a jugar a eso". Por ejemplo: "hemos tenido problemas eléctricos; muchas veces los arreglan y otras veces nos ha tocado cambiar tableros completos, porque vienen con características diferentes de las colombianas". Hay casos en que las especificaciones "son muy duras; la tecnología Aoki es muy rígida; para flexibilizarla hemos trabajado muy duro, mientras la inyección y soplado convencional es muy fácil de manejar".

El peso de las limitaciones de la empresa y las restricciones planteadas por las características de la tecnología explican la baja valoración dada (Cuadro 3) a las prácticas existentes en este frente de manejo de la tecnología.

El uso y explotación comercial de los recursos tecnológicos es una capacidad especialmente notable en Intecplast, tal como lo revela el Cuadro 3. Esto ha sido el resultado de un arduo proceso de aprendizaje, de rasgos informales. "El aprovechamiento de la maquinaria antes era débil. Al principio cuando veíamos una máquina con una pantalla de computador era sorprendente y cuando nos enfrentábamos a una máquina con un controlador nuevo lo que hacíamos era apagar el computador y trabajar todo manualmente. Pero cuando se madura el conocimiento el uso de la maquinaria mejora muchísimo. Ahora estamos trabajando al 100%".

Esos avances se han traducido en el desarrollo de las labores de reparación y mantenimiento: "hasta cierto grado, podemos hacer reparaciones electrónicas, hidráulicas, neumáticas y mecánicas con los recursos disponibles. Hemos llegado al punto de mejorar las máquinas, cambiándole piezas por otras mejores, que hacemos acá; el taller de matricería nos permite hacer mantenimiento. La limitación más grande está en la parte electrónica: los ingenieros que hay acá son muy buenos, pero hay cosas que se salen de las manos. Entonces, si se daña algo que no se consigue o no podemos arreglar acá, llamamos directamente al proveedor".

Los rasgos más importantes del uso del parque tecnológico en Intecplast son, de una parte, la creatividad desplegada en su utilización, hecho que dio lugar a las innovaciones registradas y, de otra parte, colocar sus capacidades productivas, de diseño y de innovación al servicio de las estrategias comerciales de la empresa.

La investigación y desarrollo en Intecplast es informal. El proceso de aprendizaje que ha dado lugar a los desarrollos es "a través del ensayo y error, del 'cacharreo'. Los técnicos prueban hasta obtener un producto nuevo. Al respecto se podría decir que tenemos dos desarrollos autóctonos: cabezales dobles y tableros PLC. Estos han permitido mejorar nuestros productos para competir; sacar un envase 200% mejor que antes. Con los controladores se puede controlar la cantidad de material a lo largo de la manguera con lo mismo que teníamos, sin pedirle al proveedor de la tecnología nada". Pero de estos se "tienen registros desde hace (apenas) un año. Ahora ellos saben que deben llenar un protocolo de arranque, en el cual ponen las variables de la máquina, y si pueden encontrar algunas para mejorar, lo anotan".

Investigación formal no hay. Proyectos de desarrollo sí, y son de importancia fundamental para la empresa. Los hay de mediano plazo (como el desarrollo del molde de inyección). Sin embargo, los correspondientes al diseño de moldes son cotidianos y perfilan parte fundamental de sus capacidades competitivas. Por ello, pese a los rasgos de informalidad que caracterizan esta dimensión del manejo de la tecnología, el puntaje otorgado en la matriz de evaluación es alto (Cuadro 3).

Las innovaciones. Los desarrollos más importantes de la empresa constituyen innovaciones que fueron analizadas desde una perspectiva estratégica en la sección anterior y que serán caracterizadas en la siguiente sección. Estos análisis indican que Intecplast es una empresa innovadora, en la cual sus innovaciones tienen un carácter estratégico; por ello es alta la calificación dada a esta capacidad en el Cuadro 3.

Otras prácticas. En Intecplast las prácticas de *salvaguarda tecnológica* son bajas (Cuadro 3). Las prácticas de protección de la propiedad intelectual, por la vía de las patentes, no existe. Se cree además que es difícil evitar la fuga de información sobre sus desarrollos hacia la competencia. Sin embargo, el alto contenido de conocimientos tácitos y la informalidad preservan buena parte de su secreto industrial. Tampoco existen mecanismos para explicitar, codificar e inventariar el conocimiento existente, especialmente en los socios, con el fin de preservarlos y de socializarlos al interior de la empresa.

El eslabonamiento tecnológico es prácticamente inexistente. No se ha acudido a ninguna entidad o mecanismo de apoyo diseñado por el Sistema Nacional de Innovación, ni con el Sena, más allá de las relaciones de ley. Tampoco se registran formas de cooperación interempresarial distintas a las surgidas con sus proveedores (Ciroko, Plastimak, Propilco, Nazdar) y estas han sido básicamente de capacitación.

La capacitación es una práctica poco desarrollada en Intecplast (Cuadro 3) y se carece de programas orientados en tal dirección. El aprendizaje es un proceso informal y el componente tácito e individual del conocimiento organizacional es un rasgo protuberante. La reciente obtención de la certificación de calidad ha ayudado bastante. "La ISO nos organizó. Acá no había indicadores de gestión y con eso se han podido identificar. La estandarización ayuda a los trabajadores; ha permitido incluirlos; ahora se les trata de transmitir que es más interesante que solo manejar una máquina; los operarios se han involucrado más en el proceso, tenemos controles semanales de fallas en las máquinas con base en los registros, se está ahorrando tiempo (...). Cuando empezamos era difícil con los socios, porque lo veían como un montón de papel. Pero se dieron cuenta de los beneficios del orden para arrancar nuevos procesos; vieron que podrían mejorar su proceso. Eso ayuda mucho. Hay que vencer esa cultura; toca organizarnos, si no, esto se vuelve un circo".

Cultura e innovación. La estructura organizacional y la cultura empresarial no propician la generación de condiciones compatibles con el desarrollo de la creatividad y la innovación en los diferentes actores de la empresa. Esto se infiere de que "no es tan buena la fidelidad de los trabajadores, quizá porque aquí no se les están ofreciendo cosas tan enriquecedoras; les damos muchos 'factores higiénicos', pero la motivación es baja: tú vas a Proenfar y se respira un clima organizacional diferente: el empleado del mes, etc. Aquí por la misma velocidad a la que van los directivos, no se aprecian esas cosas. A pesar de que aquí pagamos mejor, la fidelidad de los empleados es más alta allá. (Por ello) estamos trabajando en eso desde hace seis meses; además tenemos encuestas del clima organizacional y ha habido mejoras respecto al año pasado".

En Intecplast, "para los trabajadores además de su salario justo y merecido, no hay incentivos para la productividad y la creatividad". Tampoco hay mecanismos para reconocer la creatividad. "En esto de los incentivos somos más subjetivos acá que en Proenfar; aquí se valora es el esfuerzo; si tú logras sacar una idea y la llevas a los socios, de alguna manera empiezas a ser referente para ellos; se empieza a gozar de la popularidad en la alta dirección, y eso motiva, porque se entra a ser protegido. Así, hay un grupo de personas que está en la mente de ellos".

De esta forma, el notable despliegue de emprendimiento, creatividad e innovación de los empresarios es congruente con la estructura y la cultura existentes. Estas capacidades están centradas en ellos y no constituyen una capacidad de la organización como un todo.

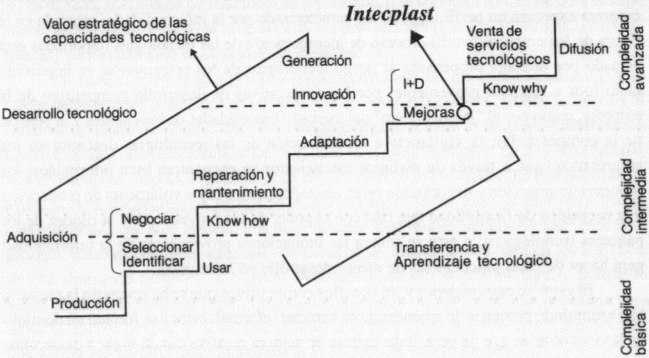
Un balance de las prácticas tecnológicas en Intecplast

El conjunto de prácticas en que se condensa el manejo de los recursos técnicos de la empresa expresan un perfil tecnológico caracterizado por la informalidad y centrado en la figura de los empresarios. El proceso de incorporación de las tecnologías importadas está signado por una alta propensión al riesgo tecnológico de los empresarios; es impulsado tanto (por el empuje proveniente) por las expectativas de desarrollo competitivo de la empresa, como por el "jalonamiento" del mercado (necesidades de los clientes y la presión de la competencia); la vigilancia e identificación de las tecnologías descansa en los empresarios, que a través de distintos mecanismos se encuentran bien informados; los procesos de selección y negociación están afectados por los bajos volúmenes de producción y la necesidad de flexibilidad que riñe con el poder de los proveedores y la rigidez de los paquetes tecnológicos; a esto se suman las limitaciones provenientes de la informalidad para hacer de estas prácticas las de menor desarrollo en la empresa.

El espíritu emprendedor y los desafíos competitivos que se ha impuesto la empresa han estimulado procesos de aprendizaje de carácter informal; estos han forjado un dominio de las tecnologías que ha permitido usarlas de manera creativa dando lugar a desarrollos e innovaciones de alto valor estratégico. Allí la empresa cuenta con sus mayores capacidades. Sin embargo, el carácter informal de estas actividades señala sus límites. Esto se revela con particular fuerza en el poco desarrollo de las capacidades de eslabonamiento y capacitación tecnológica

El balance de este conjunto de prácticas, tal como lo señala el puntaje global alcanzado en la matriz de evaluación de las capacidades tecnológicas (Cuadro 3), con 41 puntos, se encuentra en un rango medio alto. Una lectura complementaria, a través de la escalera tecnológica **(Diagrama 5)**, considera que tal conjunto de prácticas configura un proceso ascendente de capacidades tecnológicas (Malaver 2002). Este comienza con la incorporación, uso, dominio y desarrollo de las tecnologías, y puede llegar hasta las innovaciones y las ventas de servicios tecnológicos. En esta escalera, de forma análoga a como lo plantea Lall (1994), se considera que en este proceso se configuran capacidades básicas, intermedias y avanzadas. En el caso de Intecplast, a pesar de las restricciones identificadas en el proceso de incorporación, los niveles de aprendizaje y de dominio tecnológicos alcanzados, le han posibilitado forjar capacidades de desarrollo e innovación de complejidad intermedia. Pero si bien esas capacidades de innovación tienen un papel estratégico, al no generar procesos de investigación formal (congruentes con innovaciones de mayor envergadura), no alcanzan un nivel avanzado.

Diagrama 5
La escalera tecnológica de Intecplast Ltda.



Fuente: Elaboración con base en entrevistas en Intecplast y Malaver (2002)

La innovación en Intecplast: sus determinantes e impactos

En esta parte del estudio se observarán con mayor detenimiento las innovaciones efectuadas en Intecplast. Para ello, se efectuará una breve caracterización de las mismas; luego se intentará establecer cuáles fueron sus determinantes y, por último, cuáles han sido sus principales impactos en la empresa.

Características generales de las innovaciones identificadas

La breve caracterización de las principales innovaciones detectadas en Intecplast se efectuará a partir de la descripción del origen de la innovación, del proceso, y de la innovación como tal.

Los envases en PET

La idea "surgió de mirar los envases de gaseosa. El primero que los trajo fue Postobón. En América Latina no se conocían. En Europa sí. En Colombia había resistencia hacia el PET por la hegemonía del vidrio sobre el mercado, con Peldar y Conalvidrios. Ellos tenían cobijado el mercado; trabajaban con unos precios que no permitían importar envases de este tipo; con los plásticos no era posible porque el único que se podía utilizar aquí era el PVC y había mucho recelo por lo ambiental, además, ciertas regulaciones en Europa no permitían su utilización".

La innovación. En el proceso de inyección soplado "logramos una innovación en productos que fue el frasco de PET para farma. Nadie lo estaba utilizando en ese mercado. Sólo era conocido por la industria de bebidas gaseosas carbonatadas, e incluso ellos lo utilizaban con mucha timidez. Nosotros fuimos los que nos arriesgamos a trabajar con eso, a sacar frascos, a arriesgar uno o dos años de trabajo de una máquina, con resultados altamente positivos".

El proceso de innovación, estuvo dividido en varias etapas: "i), investigar las posibilidades de proyectar productos con materiales plásticos diferentes a los convencionales; ii) identificar y contactar las empresas que desarrollaban esa maquinaria; iii) hacer una inversión bastante alta para traer la tecnología; iv) desarrollar el mercado (convencer a los laboratorios)".

Ese proceso no fue fácil. "El trabajo en la compañía fue grande. Los japoneses tuvieron que venir a discutir con don Jesús y Don Álvaro (los empresarios) sobre el tipo de moldes requeridos y el número de cavidades necesarias para producir los envases farmacéuticos". Ahora, "desde el punto de vista técnico se ve como algo sencillo, pero exigió bastantes adaptaciones. El solo hecho de estar acostumbrados a manejar un material que venía en presentación de bultos de 25 kilos, y pasar a otro que llegaba por pacas de toneladas no fue fácil; empezar a trabajar con pigmentos diferentes, desarrollados en Holanda, en Alemania...; hasta impulsar el desarrollo de proveedores locales", fue complicado.

El desarrollo fue exigente "principalmente en el área de capacitación, pues se trajo una máquina que nadie conocía en el país. Fue la primera que llegó (y que era) capaz de realizar dos procesos conjuntos: inyectar y soplar PET". Entonces, "tocó empezar por saber que el PET se tiene que secar pues es microscópico y se necesitan condiciones especiales de manejo. Incluso, llevó a generar en la empresa una nueva estructura operativa, a abrir la planta número II, que se perfilaría como la de alta tecnología"

Lo más difícil, sin embargo, fue "mercadear el PET, pues había muchas resistencias para usarlo; a los laboratorios que se les ofrecía esta alternativa eran en su mayoría de origen externo, y no podían aprobar una nueva materia prima sino hasta que la casa regional y luego la casa matriz lo decidiera". A la empresa "le tocó solicitar diferentes puntos de vista sobre los materiales, certificaciones, etc. (...). Esos fueron los principales puntos en los que se trabajó, sacrificando la máquina que estuvo parada durante un buen período —dos años—".

El *soft-touch*

"*La idea* surge de un cliente que trae un envase en vidrio con una textura especial y un terminado regular, y dice que está mamado de importar esos envases 'porque sólo los hacen en Francia y en vidrio', pero que cuando llegan, la mitad ya está rota y los terminados no son buenos".

La innovación "es de materiales. No es que nos inventáramos el material, porque se aplicaba para laminados; pero nunca se había utilizado en otras aplicaciones. El *soft* es un material extranjero y nadie lo aplicaba para cosméticos, nadie lo utilizaba acá, nadie lo conocía, y nadie lo distribuía. Nosotros lo buscamos y le dimos la aplicación (...). La innovación está en el proceso y la mezcla. Eso para otra empresa puede ser un desarrollo de dos o tres años, porque esto es como cuando uno va hacer un ponqué: tiene la harina, el azúcar, la sal etc., pero no es sólo revolver, sino saber qué va primero, en qué cantidades, en qué tiempos, y eso nosotros ya lo sabemos". La competencia, en cambio, apenas "tiene referencias de ciertas empresas que la están utilizando para hacer frascos para lubricantes, para productos agrícolas, pero no les enseñan a hacer mezclas, ni productos".

El proceso de innovación. "Tuvimos que investigar; hacer pigmentos y desarrollos en el manejo de la temperatura, porque no sabíamos a qué tipo de temperaturas trabajaba y para qué aplicaciones (...). Básicamente fue por ensayo y error. Nadie sabía cómo se hacía. Cuando comenzamos a hacer las mezclas, no sabíamos qué cantidades, a qué temperaturas, etc. Inicialmente pensamos que eso se podía hacer con una máquina sencilla, revolviendo la materia prima, y perdimos material y tiempo (...). También se intentó sacar algo con un PVC *frost*, que da un terminado como si estuviera congelado, pero no era lo que el cliente quería —igual nosotros nos quedamos con él porque podemos desarrollar otras cosas—". Pero, "en uno de sus viajes, uno de los socios trajo una laminita que por detrás tenia un material y por delante otro. Era el *soft-touch*. Lo trajimos. Ahora teníamos las pepitas... pero ¿qué hacíamos? La primera idea fue hacerlo con un solo material. Salió horrible y era muy costoso. Revolvimos dos y salió otra cosa. Hasta que concluimos que sólo se podía hacer coextruyéndolo, sacando una capa por un lado y otra por otro; por ello trajimos una máquina con doble extruder. La primera mezcla fue 50-50... era espectacular, pero era muy caro... y así hasta que encontramos el punto perfecto. Al cliente le gustó; canceló sus compras afuera y ahora nos compra a nosotros. Lo llevamos a otros clientes y se disparó el mercado".

Pero no fue sólo la mezcla. Está la coextrusión... "tú tienes una pared interna de un material uno y la pared externa de un material dos; si el porcentaje o el ancho de algunas de las paredes es mayor, las propiedades físicas del frasco se afectan, y las propiedades químicas también; si aplicas demasiado o poco, lo que tu buscas no se da porque se pierde un material en el otro. Uno tiene que buscar la mezcla precisa para obtener el efecto deseado y, si a eso se le añade color, se complica el asunto".

El molde de soplado

Fuente de la idea. "Con las Aoki, el diseño de moldes fue el principal problema. Por diseño la máquina está compuesta por tres estaciones. En la primera se inyecta y se estira una preforma; en la segunda se sopla esa preforma, y en la última, se entrega el envase. El molde como lo conocíamos era de una sola pieza, sin embargo en este caso son dos piezas:

la de inyección y la de soplado (...). El corazón de esa tecnología está en los moldes, pero Japón nos vende la máquina y nos dice: 'si usted tiene problemas con el molde o quiere saber algo de él, nosotros le enviamos nuestro técnico para que arregle el problema'; el técnico lo soluciona y se va, pero no nos dice nada respecto a la máquina".

La venta cerrada de esa tecnología introducía una costosa rigidez. "Empezamos a trabajar con los moldes de 120 cc y 60 cc que trajimos, pero cuando quisimos sacar el envase de 90 cc, en Japón nos decían: les hacemos los moldes y se los vendemos en US$ 90.000. Además, si yo quiero otro frasco, nos toca comunicarnos con ellos y esperar seis meses a que respondan. Eso nos pareció demasiado costoso y decidimos meternos en la máquina, abrir la caja negra y mirar si éramos capaces de sacar ese envase (de 90) con conocimiento interno".

La innovación. Las máquinas Aoki tienen dos estaciones: inyección y soplado. "De Japón se trajeron el molde de inyección de la preforma de 120 cc y su compañero, que es el de soplado de 120 cc, igualmente, el molde de inyección de 60 cc con su compañero de soplado de 60 cc. Como no deseábamos hacer una inversión tan alta para los nuevos moldes, con el molde de inyección de 120 cc desarrollamos uno de soplado de 90 cc, y vimos que funcionó (...); en este, la cantidad de masa es la misma del de 120 cc, pesan lo mismo, pero tienen diferente capacidad, porque el material se distribuye de una manera diferente. Luego, con el de 60 cc hicimos el de treinta. Después, a solicitud de un cliente, cogimos la preforma de 120 cc y lo convertimos en un envase de agua de 250 cc, pues estos son mucho más delgados".

De esta forma, mediante un proceso típico de ingeniería de reversa, en Intecplast se superaron las restricciones de capacidad (fija) de los moldes de inyección, para ampliar la variedad de moldes de soplado, de acuerdo con los requerimientos de la empresa. En la medida en que en este mercado ninguno de estos desarrollos se han efectuado por sus competidores, se constituyen en una innovación de proceso.

El proceso de innovación. En este proceso, que empezó en 1999, "la distribución del material ha sido el principal inconveniente, pues lo difícil era hacer que los moldes de soplado aplicaran el aire y tuvieran el diseño geométrico para formar envases con las paredes homogéneas. Al principio fue difícil porque no teníamos el conocimiento, no sabíamos cómo hacerlos... si el pin de soplado debía ser cilíndrico o cuadrado, etc. (...) Como era harta masa y se distribuye geométricamente de manera diferente, los primeros envases salían más gruesos arriba y más delgados abajo. Ahí fue donde tuvimos que trabajar con los diseñadores, con los de metalmecánica, para ver qué íbamos a hacer. Tuvimos que probar muchísimas formas geométricas, echarle muchas matemáticas, pues el pin de soplado afecta directamente la distribución de las paredes del envase. Trabajando y trabajando logramos determinar la intensidad del material y generamos el envase de 30 cc (que pesa lo mismo que uno de 60 de inyección); después pasamos a un envase de agua, y concluimos: 'si estos pines cilíndricos sirven para tal cosa, los triangulares deben ser así, etc.'".

El molde de inyección

Fuente de la idea. "La motivación de todo esto ha sido la entrada de otros competidores al mercado del envase de farma en PET. Los márgenes de utilidades ya no son llamativos, y eso nos llevó a averiguar qué otras cosas podríamos hacer". Entre esas se encuentran el "molde de inyección, al cual no se le ha podido 'meter mano'. Sin embargo, para la segunda estación de soplado ya se ha encontrado la manera de cambiarle capacidades. Hemos podido generar diseños para adaptar el molde a las necesidades de producción de la empresa". Eso en la empresa ha producido confianza para aventurarse a cambiar el molde de inyección.

La innovación se realizará en el molde de inyección de las máquinas de inyecto-soplado (Aoki). Con un molde de inyección se saca un envase farmacéutico. Con una preforma se puede sacar el mismo envase, haciendo la innovación en este molde, esto en virtud de que ningún competidor lo ha hecho.

El proceso. Frente a los moldes de soplado, los de inyección son "seis o siete veces más complicados, porque la distribución del material en las preformas requiere muchísimo más diseño y tecnología blanda que cualquier otra cosa; mucho más ensayo. Se requiere incluso investigar materiales metálicos, ya que estos moldes traen un sistema de resistencia integrado. Eso significa hacer moldes de colada caliente. Nosotros no hemos trabajado con colada caliente pero vamos a aprender. Si logramos hacer eso, las máquinas Aoki se van a volver una belleza, porque vamos a poder hacer lo que queramos, sin depender de nadie. Ganamos por abrir la caja negra". Para ello, la empresa ya asignó recursos financieros y conformó el equipo de personas que lo adelantará.

Determinantes de la innovación

De cara a la innovación, "en Intecplast el motor más importante es la detección de oportunidades y el proceso de convencer a los clientes (...). De alguna manera nuestra innovación es detectar en el mercado las oportunidades y la tecnología". Sin embargo, yendo al fondo se encuentra que el alma del empuje tecnológico en la empresa la conforman "Jesús Guevara y Álvaro Romero (socios gestores), quienes viajan a una, dos y tres ferias anuales; presionan el sistema por todas partes; presionan a uno u otro mercado; dirigen la compra de tecnología; dan los parámetros para la búsqueda de materiales distintos. Ellos son el motor de esta empresa, sumados a los clientes, quienes demandan, piden, necesitan...".

Don Jesús y don Álvaro "son empleados de 16 horas diarias, de 7 a.m. a 10 p.m.; la constancia y la creatividad, que es brutal, los distingue. Son extremadamente arriesgados; no conocen la definición de riesgo calculado: ambos se paran frente a un proyecto y dicen: listo, hagámoslo". Tienen un gran olfato: "si existe la capacidad de tomar decisiones con poca información.... ellos con tres datos arman una empresa. Jesús Guevara es la persona especializada en los procesos y es uno de los *gurús* de los plásticos en Colombia, todo el mundo que trabaje plásticos acá conoce a Jesús Guevara; y Álvaro Romero es un genio en

la parte comercial, 'vende un hueco'. (Así), ellos (también) hacen trabajo en el área comercial. Hay clientes que sólo quieren hablar con ellos".

Además de complementarse, los socios han desarrollado códigos de comunicación y una velocidad en el análisis y en la toma de decisiones que asombra a otros miembros de la empresa. "Cuando ellos se juntan cualquier cosa puede pasar. Puede salir una orden de compra para una máquina. Cuando se sientan a mirar proyectos y muestras, y un cliente les dice: necesito esto, dicen sí, y sale"; y la decisión se ejecuta rápidamente. En síntesis, "ellos hicieron una excelente asociación; un matrimonio de veinte años con 400 hijos"[17].

En la innovación también incide la actitud. "Cuando una empresa gigantesca (como...), tiene un pequeño problema mandamos a nuestros técnicos, pero ni tocan ni dejan tocar las máquinas, y eso se repite en todas las empresas: nadie abre la máquina por el alto valor de estas o porque les da miedo". Por eso las diferencias con ellas radica en que "tienen más máquinas, más volumen, sin embargo, en la utilización de la tecnología somos más creativos y atrevidos, más cacharreros".

Impactos de la innovación

Los procesos de innovación adelantados han incidido de manera significativa en el éxito de la empresa. Para mostrarlo se utilizaron varios indicadores cuantitativos: como el aumento de 140 a 390 en el número de empleados registrado entre 1995 y el 2002, el que tuvo su detonante en la comercialización de la innovación del envase PET; el incremento de la participación de los envases para el sector farmacéutico y de los cosméticos en las ventas totales hasta superar en la actualidad el 90% de ellas; el cambio en la participación en el mercado, como quiera que, tal como lo ilustra el **Cuadro 4**, pasó del quinto al segundo lugar frente a sus competidores directos, entre 1996 y 2001[18]. No obstante la utilidad de estos indicadores, aquí se privilegiaron los de carácter cualitativo, en la medida en que facilitan la indagación por el impacto de la innovación en diferentes ámbitos empresariales.

---

[17] Esta situación plantea interrogantes de orden estructural: ¿cómo pasar de personas a una organización innovadora? Esto es claro para un hijo de uno de los socios: "en este momento se podría decir que estamos en esa transformación, porque ya cada cuál sabe sus funciones, sin embargo, ellos hacen el seguimiento de todas las áreas, están involucrados directa y activamente, son los motores y halan esto. ¡Es preocupante!, la organización debe llegar al nivel en que se pueda manejar sola".

[18] En efecto, al comparar las ventas de Intecplast con sus principales competidores, esto es, Proenfar, Pelpak, Dienes y Proplas, se encontró que en 1996 ocupaba el quinto lugar, pero su volumen de ventas distaba bastante de los tres primeros; para el año 2001 no solo ascendió al segundo lugar sino que superó con amplitud a las empresas que aventajó; y en el 2002 su posición se consolidó. Estas posiciones se establecieron a partir de la información publicada en las revistas *Dinero*, en sus ejemplares Nº 159 y 183; la *Nota Económica*, Nº 3 y en el *Vademécum de mercados 2003*, que versan sobre las 5.000, las 7.000 y las 10.000 empresas más grandes del país.

Cuadro 4

Productos envases de plásticos: Grupo estratégico Intecplast Ltda.

Según volumen de ventas

Nº	Empresa	Ventas en (millones de pesos constantes) *			% Variación
		1996	1999	2001	
1	PROENFAR	669.24	1,897.72	4,538.67	578.18
2	INTECPLAST	366.07	881.27	2,848.48	678.13
3	PELPAK	660.55	1,202.60	2,746.90	315.85
4	PLASTICOS DIENES	668.00	267.98	2,128.57	218.65
5	PROPLAS	390.48	745.00	1,821.21	366.40

Fuente: Elaborado a partir de revistas *Dinero* No. 159, 183, *La Nota Económica* Nº 3 y el número especial: "Vademécum de mercados 2003"

(*): Deflactado por el IPP

En las capacidades tecnológicas de Intecplast las innovaciones han tenido un importante impacto. Varios ejemplos lo ilustran: i) la disminución en el tiempo de desarrollo de los moldes de soplado en las Aoki. "El primer desarrollo, la botella de 90 cc, duró seis meses; el de 30 cc, tres meses; el tercero 20 días.... La curva de aprendizaje va rapidísimo". ii) el aumento de las destrezas en el manejo de las resinas plásticas. Primero fue el *soft-touch*; "ahora estamos en el desarrollo de potes arenados"; iii) los mayores niveles de automatización, pues, "ahora esperamos complementar la línea de controladores PLC"; iv) las capacidades adquiridas para desarrollar moldes y manejar resinas, de las cuales surge la posibilidad de fabricar las preformas (en etapa de exploración).

Intecplast tiene su propia percepción del proceso de aprendizaje tecnológico: "en la manera que aprendimos esta empresa se parece a una persona. Antes nos enseñaban cómo se hacían las cosas; luego empezamos a 'comprar nuestros propios libros' y a aprender nosotros mismos; y ahora tenemos un conocimiento suficiente como para escribir ciertos capítulos de la industria plástica en Colombia, si es que ya no hemos escrito alguno".

En el área de producción el aumento de las capacidades ha sido importante. "La inyección soplado del PET significó un gran avance; igual las estaciones múltiples y la coextrusión soplado; tanto, que se piensa que estas nuevas tecnologías empiezan a soportar la carga operativa de otros procesos. Nosotros estamos empezando a pasar de productos que se hacían con inyección y soplado convencional a coextrusión soplado, inyecto soplado, o a soplado de preformas, y estamos dejando los procesos iniciales a mercados pequeños".

En forma análoga, "con las Aoki la estrategia de inversiones se apalanco y nos permitió acceder a la tecnología de cabezales múltiples (Plastiblow) y a la coextrusión soplado (*soft-touch*). Ahora, estos dos últimos nos están permitiendo apalancar el soplado de preformas. En este proceso se está trabajando a un 10% o 20% de la capacidad, pero la

entrada al mercado se ha facilitado porque tenemos los recursos y sabemos trabajar el PET. No ha sido tan duro el salto. Son máquinas que uno las prende y ya las trabaja".

En el mercado las innovaciones han reportado significativos beneficios. El desarrollo de los envases en PET le permitió a Intecplast ingresar al mercado de los farmacéuticos con una innovación que le dio una ventaja que disfrutó por espacio de cinco años. Esto le reportó recursos para apalancar la compra de la tecnología de las estaciones múltiples (Plastiblow), la cual le permitió ingresar al mercado de los cosméticos y convertirse en uno de los dos principales competidores. Ambos mercados copan hoy el 90% de sus ventas. Luego, el *soft-touch* representó una innovación, de la cual espera obtener en el corto plazo el 10% de sus ventas. Esta le permitió además avanzar en la mezcla de resinas, capacidad que junto a la de moldeo, le permiten aspirar a ingresar a nuevos mercados con productos novedosos. Por último, como se mencionó arriba, las innovaciones también le han permitido aumentar su participación y su posicionamiento en el mercado.

En las capacidades estratégicas. Las ventajas y beneficios derivados de las innovaciones aguzaron un talante competitivo en la empresa de un alto sentido estratégico. Esto ha representado un cambio cualitativo: "ya no se trata de esperar a que el mercado me diga qué es lo que tengo que hacer, sino de decirle al mercado qué posibilidades tiene para ampliarse, de generar mercados. Eso nos permite crecer. Este es un proceso muy lindo: ir y decirle al cliente mire lo que tenemos, y no esperar a que él llegue y me diga qué es lo que quiere". En la etapa actual, la fuente de las búsquedas, reflexiones y apuestas estratégicas de la empresa la constituye sus capacidades tecnológicas y sus potencialidades de innovación. Por ello, la diversificación en que está empeñada es orientada por la intención estratégica de ingresar a nuevos mercados con innovaciones que les representen una posición única.

Conclusiones

Intecplast constituye un caso de claro éxito empresarial en el cual la tecnología ha sido fundamental. El éxito está expresado en un crecimiento sostenido y particularmente vertiginoso en el segundo lustro de los años 90; en la participación creciente en el mercado, como síntoma inequívoco de que ésta es una empresa ganadora al interior de la actividad industrial —la fabricación de envases y empaques—, una de las más dinámicas de la agrupación de los plásticos, a su vez, una de las ramas más dinámicas del sector industrial colombiano. En esa trayectoria fueron vitales: i) el salto tecnológico vivido por la empresa a mediados y fines de los años 90, el cual no sólo desencadenó, sino que apalancó la acelerada expansión de esos años; y ii), las capacidades tecnológicas acumuladas, que son los pilares de la diversificación estratégica a la que apuesta la empresa en su fase actual de desarrollo.

Una lectura de los resultados arrojados por el caso, efectuada desde el marco teórico que guió el estudio, señala que acentuados rasgos empresariales, antes que gerenciales,

definen el perfil competitivo de la empresa. Estos se expresan en la singular capacidad productiva y comercial de los dos socios; en la alta propensión al riesgo y la rapidez en la toma de decisiones; en los atisbos de informalidad que, pese a los avances organizativos de los últimos años, aún subsisten. Esas características de una empresa, que es grande, le permiten disponer de una agilidad que es típica de las Pymes. Ello se expresa en su capacidad para desarrollar, fabricar y entregar sus productos en menor tiempo que la competencia. Esta capacidad, inherente a la forma como está estructurada y es dirigida la empresa, tiene rasgos distintivos en el mercado, y es congruente con lo que un análisis estratégico señalaría como una competencia central, generadora de ventajas competitivas.

En la configuración de esa habilidad distintiva tiene alta incidencia una capacidad más específica, la de moldeo, que se traduce en velocidad para desarrollar y fabricar nuevos envases. Esta capacidad, de índole tecnológica, se desdobla en la singular habilidad de la empresa para efectuar desarrollos en los moldes de las máquinas, hecho que se convierte en fuente de ventajas competitivas. Una segunda capacidad tecnológica, la de efectuar mezclas y procesar las resinas plásticas, se traduce en innovaciones que también generan diferenciación del producto. De este modo, en Intecplast el desarrollo de las tecnologías básicas ha dado origen a dos tecnologías esenciales para la empresa, la de moldeo y la de procesamiento de las resinas. Cada una de ellas origina diferenciación competitiva de sus productos y, por lo tanto, tienen características constitutivas de competencias tecnológicas. Al saber que las capacidades tecnológicas y de innovación acumuladas pueden otorgarle ventajas, la empresa le apuesta a penetrar nuevos mercados con productos innovadores en su actual fase de diversificación. De este modo, las capacidades tecnológicas y de innovación han adquirido funciones estratégicas en la empresa.

En síntesis, el perfil competitivo de la empresa es resultado de una singular combinación de capacidades empresariales y de innovación. Ese perfil lleva a la empresa a jugar con éxito en el mercado como el mejor segundo, pero con apuestas estratégicas que no se limitan a imitar al líder; por el contrario, despliega una actitud ofensiva, basada en su capacidad de innovación. Sin embargo, los procesos de innovación tienen un carácter informal; son fruto del "cacharreo"; tienden a una mayor formalización, pero no a constituirse en procesos de I+D. Allí se halla un determinante de los alcances y límites de la innovación en Intecplast. Ahora bien, los empresarios constituyen el principal motor de la innovación, pero sus conocimientos son tácitos y no se han transferido a la organización como tal; esto constituye el otro determinante de los límites de la innovación en la empresa.

De cara al futuro, la empresa enfrenta un crucial reto: ¿cómo convertir las capacidades estratégicas, emprendedoras y de innovación de los empresarios (socios) en capacidades de la organización como tal? Esto plantea cambios profundos en el ámbito de la cultura y la estructura organizacional. Buena parte de la respuesta a este interrogante se encuentra en la orientación y nivel de relaciones generacionales que encarnan los hijos de los empresarios fundadores.

Bibliografía

LALL, Sanjaya (1994), "El papel de la tecnología en el desarrollo económico", en Teitel, Simón (compilador), *Hacia una nueva estrategia de desarrollo para América Latina*, BID.

MALAVER, Florentino (2002), "Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas y editoriales", en revista *Innovar*, Nº 20, Bogotá, Universidad Nacional, pp. 55-82.

MALAVER, Florentino y VARGAS, Marisela (2003), "Dinámica económica y tecnológica de la cadena petroquímica – plásticos en Colombia", en *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Centro Editorial Javeriano – CEJA, Bogotá.

Anexo 1

Evolución del desarrollo tecnológico de Intecplast Ltda.

Proceso de inyección y proceso de soplado

Fases de desarrollo	PROCESO DE INYECCIÓN	PROCESO DE SOPLADO	MATERIAS PRIMAS
Fase I	**Máquinas Inyectoras tradicionales** (1979-1985)	**Extrusión soplado tradicional**: (1986)	PVC; Polipropileno Alta para inyección y soplado Polipropileno de Baja para inyección y soplado. Polietileno
Fase II	**Automatización parcial máquinas inyectoras: PLC** (1991)	**Extrusión soplado con cabezales dobles**: (1991)	PVC. Polipropileno de Alta y Baja para inyección y soplado, Polietileno de baja, media y alta densidad para inyección y soplado
Fase III	**Inyecto Soplado. Tecnología AOKI** (1993)		PET
Fase IV	**Automatización parcial procesos de inyección (entrega ordenada).** (2001)		PVC. Polipropileno de Alta y Polipropileno de Baja para inyección y soplado, Polietileno de baja media y alta densidad para inyección y soplado
Fase V	**Máquinas de inyección completamente automatizadas** (2002)	**Extrusión Soplado con cabezales y estaciones múltiples tecnología Plastiblow** (1996-2002)	PVC. Polipropileno de Alta y Polipropileno de Baja para inyección y soplado, Polietileno de baja media y alta densidad para inyección y soplado
Fase VI		**Coextrusión Soplado Soft Touch:** (2002)	ADFLEX
Fase VII		**Soplado de preformas** (2002)	Preformas listas PET
Fase VIII	**Desarrollo del molde de soplado en la tecnología AOKI:** (1999-2002)		
Fase IX	**Desarrollo del molde de inyección en la tecnología AOKI:** (2002)		

La tecnología básica (genérica) es una tolva de alimentación (con materia prima), un extruder y el motor que lo moviliza.

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas realizadas en Intecplast.

Anexo 2

Evolución del desarrollo tecnológico de Intecplast Ltda.
Área de diseño y elaboración de moldes

Fases de desarrollo	DISEÑO	CAPACIDAD DE DESARROLLO DE MOLDES
Fase I	**Dibujos en tinta y a mano.** Dibujante con amplios conocimientos de matricería (1987- 1995)	
Fase II	**Auto Cad Digital:** Permite realizar el dibujo en medio digital simple. (1996)	Mediante el juego de tornos fresas y rectificadora se hacen los moldes (1985)
Fase III	**Mechanical Desktop**: hace el producto digital y permite realizar cálculos digitales. (1998)	Electro erosionado (1987-1998)
Fase IV	**Powershape**: Permite hacer diseños y cálculos digitales: Amplía las familias de productos. (1999)	Electro erosionado (1987-1998
Fase V	**Powermill:** realiza, cálculos, simulaciones; amplía familias y permite convertir todo a lenguaje de máquina (CNC). (2000)	Electro erosionado (1987-1998)
Fase VI	**CAM** : Convierte toda a lenguaje maquina (2001)	CNC (Centro de Control Computarizado) Venta de Moldes (1999)

Fases de desarrollo	PROCESO DE INYECCIÓN	PROCESO DE SOPLADO	MATERIAS PRIMAS	DISEÑO	CAPACIDAD DE DESARROLLO DE MOLDES
Fase I	**Maquinas Inyectoras tradicionales** (1982-1985)) para elaboración de tapas y estuches.	**Extrusión soplado tradicional**: (1986) con la cual se inicia la fabricación de envases	PVC; Polipropileno Alta para inyección y soplado Polipropileno de Baja para inyección y soplado. Polietileno	Dibujos en tinta(1987)	
Fase II	**Automatización parcial máquinas inyectoras:** PLC ((1991) A través de tableros con PLC (adaptaciones realizadas por la empresa	**Extrusión soplado con cabezales dobles**: (1991) Máquinas tradicionales con un aditamento que permite sacar dos productos por ciclo en vez de uno. Automatización parcial (con tableros PLC), realizada por la empresa.	PVC. Polipropileno de Alta y Baja para inyección y soplado, Polietileno de baja, media y alta densidad para inyección y soplado	AUTO CAD (1996)	
Fase III	**Automatización Parcial procesos de inyección**(2001): a través de máquinas inyectoras automatizadas (CNC), con en entrega ordenada.		PVC. Polipropileno de Alta y Polipropileno de Baja para inyección y soplado, Polietileno de baja media y alta densidad para inyección y soplado	MECHANICAL DESTOK (1998) versión inicial	Mediante el juego de tornos fresas y rectificadora se hacen los moldes (1985)

Fases de desarrollo	*PROCESO DE INYECCIÓN*	*PROCESO DE SOPLADO*	*MATERIAS PRIMAS*	*DISEÑO*	*CAPACIDAD DE DESARROLLO DE MOLDES*
Fase IV	**Inyecto Soplado. Tecnología AOKI** (1993)		PET		
Fase V		**Extrusión Soplado con cabezales y estaciones múltiples tecnología Plastiblow**1996-2002) Máquinas capaces de elaborar envases compuestos de dos o más resinas. (*Innovación* en producto. Permitió crecer en mercado de cosméticos)	PVC. Polipropileno de Alta y Polipropileno de Baja para inyección y soplado, Polietileno de baja media y alta densidad para inyección y soplado	POWER SHAPE (1999)	**Electro erosionado:** (1987-1998) A través de choques eléctricos se logra la degradación del material. Moldes más fáciles desarrollos en 4 meses.
Fase VI		**Coextrusión Soplado Soft Touch** (2002) Máquinas capaces de elaborar envases compuestos de dos o más resinas. (*Innovación* en producto. Permitió crecer en mercado de cosméticos)	ADFLEX	POWER MILL (2000)	**Electro erosionado:** (1987-1998) A través de choques eléctricos se logra la degradación del material. Moldes más fáciles desarrollos en 4 meses.
Fase VII		**Soplado de preformas** (2002) : Es un carrusel en el que, mientras giran, las preformas son sopladas, agiliza el proceso y permite altos volúmenes	Preformas listas PET	CAM (2002)	**Electro erosionado:** (1987-1998) A través de choques eléctricos se logra la degradación del material. Moldes más fáciles desarrollos en 4 meses.
Fase VIII		**Desarrollo del molde de soplado en la tecnología AOKI:** (1999-2002) Máquinas capaces de elaborar envases compuestos de dos o más resinas. (*Innovación* en producto. Permitió crecer en mercado de cosméticos)		CAM (2001)	**Implementación de CNC y centros de mecanizado automático:** (1999) Por medio de un programa de computador la maquina hace todo el molde porque maneja su propio herramental: Desarrollos en 1 mes.
Fase IX	**Desarrollo del molde de inyección en de la tecnología AOKI:** (2002) Control de todo el proceso productivo. Permitirá penetrar nuevos con productos innovadores en diseños y materiales				

*La tecnología básica (genérica) es una tolva de alimentación (con materia prima), un extruder y el motor que lo moviliza.
Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas realizadas en Intecplast.

Apéndice
Descripción de los procesos productivos en Intecplast

El objetivo de este Apéndice es describir, tal como se ilustra en el **Diagrama 6**, tanto el proceso de producción global, como las actividades específicas para la elaboración de envases, tapas y estuches cosméticos que realiza Intecplast Ltda.

Descripción del proceso macro[1]

El proceso se inicia con el pedido del cliente debidamente aprobado y registrado en el sistema; luego, en caso de ser requerido, se realiza el diseño y el molde del envase; en la segunda etapa se inicia el proceso de producción asignándose las cantidades específicas de material; este se traslada al área de mezclado donde se le añade el pigmento, bien sea en polvo o granulado, y luego al proceso asignado para su transformación. Este puede ser de: i) inyección, para la elaboración de tapas y estuches; ii) extrusión soplado; iii) inyecto soplado; iv) coextrusión soplado; v) extrusión soplado de estaciones múltiples; vii) soplado de preformas, para la elaboración de envases. De este proceso surgen productos terminados o en proceso. Los terminados se dirigen al almacén de producto terminado, y los otros van a impresión o ensamblaje según corresponda. Por último, los productos terminados pasan al almacén para realizar el despacho. Los controles de calidad se realizan a lo largo de todo el proceso productivo.

La tecnología básica del proceso de transformación

Todos los procesos de transformación de plásticos comienzan en Intecplast Ltda. en una máquina llamada extruder. Esta se compone de una tolva de alimentación, de un cañón o cilindro que lleva por dentro un tornillo sinfín que se mueve gracias a un motor que calienta un juego de resistencias situadas alrededor del cañón.

El proceso se inicia al introducir en la tolva la materia prima[2]; el material cae por gravedad y llega al tornillo sinfín; el motor hace girar el tornillo y este transporta el material a través del cañón "como un molino de triturar maíz"; el juego de resistencias calienta el cañón, así la materia prima se calienta y pasa de ser un granulado a una masa viscosa, al mismo tiempo que se mueve con cierta velocidad a través del cañón. La temperatura a la cual se calientan las resistencias depende del material, ya que cada material maneja diferente temperatura para poder ser fundido. Esta es la tecnología básica general y aplicable a toda la producción de tapas, estuches y envases.

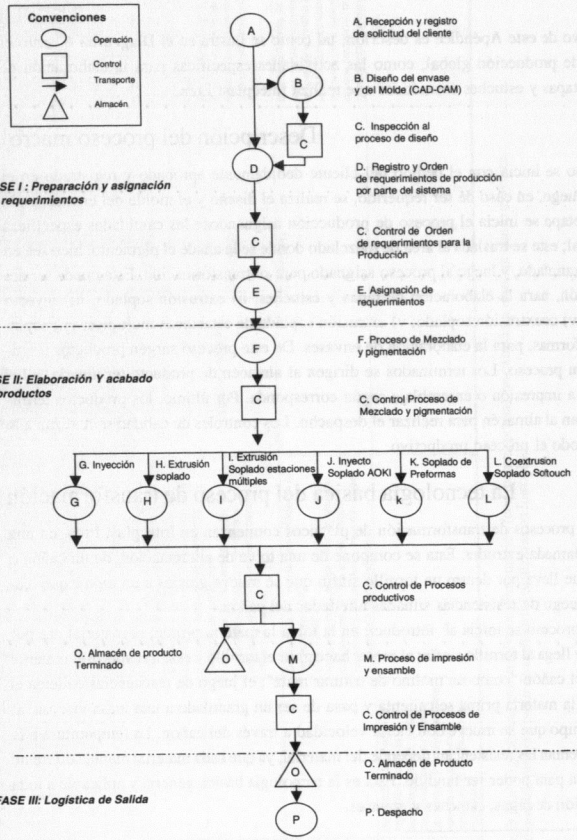
---

[1] En la descripción del proceso global no se consideraron ni la logística de entrada y ni la de salida.

[2] Cualquiera de los materiales granulados que se trabajan en la fabricación de envases plásticos: polietileno, polipropileno, PVC o polietileno, entre otros.

Diagrama 6

Flujograma del proceso productivo de Intecplast Ltda.



Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación realizada en Intecplast Ltda.

Procesos de transformación utilizados en Intecplast

i) ***Inyección:*** la inyección consiste en introducir a presión la materia prima convertida en masa caliente, en unas cavidades, añadiéndole al final del extruder un molde en forma de dado que posee un canal de alimentación; por el canal entra el material al molde, cuya cavidad es conformada por la unión de moldes macho y hembra. En otros términos, el material se funde a través del cañón del Extruder. En la última parte del cañón el material se desplaza "como por un jeringa hipodérmica" y la presión hace que entre y llene la cavidad del molde; cuando la cavidad del molde se termina de llenar, se introduce agua fría en el molde por los canales de refrigeración, la cual enfría el material y éste se solidifica; después el molde se abre y sale la pieza con unas rebabas, que después se extirpan. Por medio de este proceso se fabrican tapas y estuches cosméticos.

ii) ***Extrusión soplado:*** si bien se parte del extruder, en este proceso no se inyecta el material en un molde sólido en forma de dado, sino que en el interior de este hay dos cilindros concéntricos que obligan a pasar el material fundido entre ellos formando una manguera. Por otro lado está el molde que tiene la forma del frasco, y cuando la manguera alcanza determinada longitud el molde se cierra y la atrapa; luego entra un pin de soplado, que es un cilindro con una punta por la cual sale aire frío a presión; ese aire hace que las paredes de la manguera se expandan tomando la forma del frasco; después se refrigera con agua para mejorar su eficiencia; por último, el molde se abré y sale el frasco, con rebabas arriba y abajo. Esas rebabas se quitan, se muelen y vuelven al proceso.

iii) ***Extrusión soplado estaciones múltiples:*** este proceso corresponde a las máquinas Plastiblow, las cuales son distintas a las del soplado tradicional, utilizan extruders más grandes y los dados también son más grandes que en los procesos descritos. A diferencia de las máquinas de soplado tradicional, en sus procesos ya no se obtiene una sola manguera sino dos o tres según se necesite.

En el soplado de estaciones múltiples se tienen moldes simétricos, ubicados a igual distancia, con idéntica forma, tamaño y características; y cada estación tiene tres o más cavidades. El funcionamiento es así: las mangueras de material fundido salen, entonces entra el molde de la parte A —de la derecha— y las atrapa, se las lleva a la derecha y bajan tres pines de soplado y soplan las mangueras. Mientras tanto, las mangueras siguen saliendo y cuando tienen cierta longitud, entra la parte B, de la izquierda, y las atrapa y sopla. El resultado son seis unidades en el mismo ciclo. El principio es el mismo, hacer las manguera y soplarlas, lo que cambia es que las estaciones múltiples permiten obtener más unidades por ciclo, y las máquinas se alimentan solas, por ser de última tecnología.

iv) ***Inyección soplado (con máquinas Aoki):*** en la tecnología Aoki de inyección soplado, en una misma máquina que cuenta con estaciones para el proceso de inyección y el de soplado. En la primera estación se tiene el extruder (el cañón, el tornillo sinfín y las resistencias) y, a través de los moldes de inyección, que son de colada caliente[3], inyectan seis preformas[4]. En la segunda estación el molde se abre y la máquina toma esas seis preformas que se encuentran calientes, gira a otra posición y las coloca dentro de un molde de soplado; estando las preformas adentro y aún calientes, menos la rosca o boca, este se cierra y bajan seis pines de soplado y las soplan. En la tercera y última estación, la máquina suelta el frasco hecho. En este proceso no hay retales (rebabas) y se trabaja con un 98% de eficiencia.

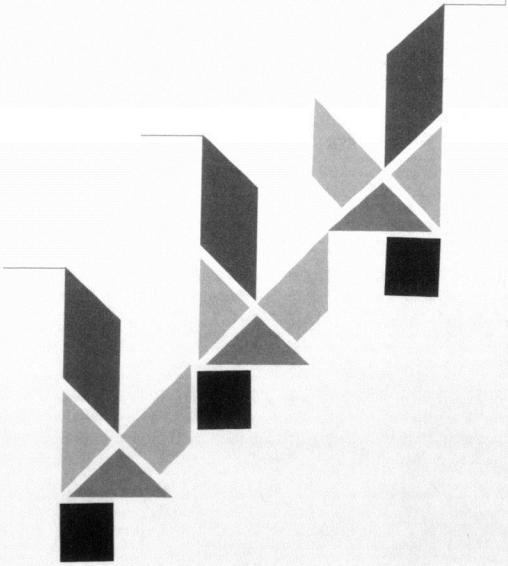
v) ***Soplado de preformas:*** es un proceso sencillo en el cual la máquina tiene un carrusel y una tolva de alimentación. La materia prima son las preformas que se adquieren hechas; estas se insertan en la tolva de alimentación y se empiezan a desplazar por la máquina; en primera instancia entran a un horno con luz infrarroja; allí se calientan sus paredes, menos la rosca o boca; cuando salen se encuentran en un estado gelatinoso, con excepción de la rosca, que se mantiene fría; luego van a un molde de soplado en donde el molde las atrapa; estando adentro, baja un pin de soplado e inyecta aire a presión, y sale el frasco hecho. El proceso en esta máquina es completamente automatizado y las velocidades son mayores respecto a los demás procesos, llegando a obtener un frasco por segundo.

vi) ***Coextrusión soplado (Soft touch):*** En la coextrusión soplado se tiene un extruder para la resina A y para la resina B; todo para un mismo proceso; ambas resinas entran al mismo cañón, y al final de este se obtienen dos o tres mangueras al igual que en otros procesos descritos, pero por tener dos extruder la manguera trae una resina A por fuera y una resina B por dentro; al expandirlo "logras un frasco que por dentro es de un material y por fuera es de otro". Otras empresas manejan tres o cinco capas, Intecplast maneja sólo dos capas con aplicación específica a los envases cosméticos.

[3] Mantienen la materia prima caliente y circulando.

[4] La preforma es un tubo de ensayo de un material específico (PET).

CONCLUSIONES



La innovación en la industria manufacturera colombiana. Algunos avances y muchos desafíos

*Florentino Malaver Rodríguez**
*Marisela Vargas Pérez***
*Álvaro Zerda Sarmiento****

En concordancia con el marco de análisis planteado, que en buena parte recoge el enfoque apreciativo del análisis evolucionista, según el cual el contexto externo (macro y meso), así como el micro (competitivo y tecnológico) explican en alto porcentaje los procesos de innovación, a continuación se sintetizan y analizan, de manera breve, los resultados arrojados por los estudios de caso.

El contexto competitivo

Las empresas objeto de este estudio han realizado innovaciones, pero sólo algunas de ellas exhiben una conducta exitosa asociada con la innovación. Se trata de empresas que han sobrevivido a una época de crisis de la economía colombiana, del sector industrial, y a sus propias dificultades internas.

En general, el entorno jugó un papel primordial en el desempeño económico y tecnológico de las empresas. Pero esos efectos fueron variados en el ámbito de las ramas industriales y las empresas. Tanto la apertura como la crisis económica afectaron en mayor medida a las empresas de la cadena metalúrgica-metalmecánica. La apertura afectó en sentido negativo a las siderúrgicas integradas, como Acerías Paz de Río, y benefició a las semi-integradas (Grupo Diaco, Laminados Andinos y Aceros Sogamoso) con la disminución en el precio de las

* Magíster en Economía de la Universidad Nacional, economista de la UPTC y profesor investigador de la Pontificia Universidad Javeriana.
** Economista e ingeniera industrial de la Universidad de los Andes, investigadora del OCyT.
*** Ph.D. y magíster en Economía de la Universidad Nacional, economista de la Universidad Central y Administrador de Empresas de la EAN.

materias primas importadas. La crisis afectó negativamente a la totalidad de las empresas, muchas de las cuales no se reponen todavía de sus efectos. En la cadena petroquímica-plásticos las empresas resultaron menos afectadas por estos fenómenos externos, que por la dinámica propia de la cadena, influida por la capacidad de reemplazar otros productos o materias primas, y por las variaciones en los precios del petróleo, entre otros.

Ante los choques externos, las empresas reaccionaron con estrategias defensivas, de carácter reactivo y de ajuste. Con pocas excepciones, predominaron estrategias de reducción de costos y precios antes que estrategias de diferenciación de sus productos, centradas en la generación de valor agregado y basadas en el desarrollo de aquellos recursos y capacidades que las singularizan frente a sus competidores. No obstante, en buena parte de las empresas se produjeron cambios en los productos, orientados en algunos casos a penetrar otros mercados.

En algunas empresas, las reacciones fueron guiadas por procesos de planeación (Lumbre S.A., Siemens, Inauto, Imer), pero en la mayoría de los casos tuvieron un carácter informal y correspondieron a patrones de comportamiento típicos de las denominadas estrategias emergentes. Sin embargo, en ninguno de los casos, estos comportamientos parecen ser estratégicos en el sentido de concentrarse en la creación y desarrollo de capacidades estratégicas diferenciadas, esto es, en la generación de ventajas competitivas.

El contexto tecnológico

En la mayoría de los casos, el papel de la tecnología ha sido el de soporte funcional a lo largo de su historia. Solo algunas empresas (Intecplast, Sotec, Siemens) desarrollaron sus tecnologías básicas hasta alcanzar un grado significativo de diferenciación tecnológica. Todas ellas han efectuado innovaciones pero, con pocas excepciones, se carece de una visión sobre la importancia de la innovación como fuente de diferenciación estratégica, de ventajas competitivas en entornos dinámicos.

Desde una perspectiva funcional, los resultados del estudio indican que la incorporación de cambio técnico a través de la adquisición y uso de las tecnologías ha sido la principal fuente del desarrollo tecnológico de las empresas. El manejo de la tecnología es informal; no se realizan procesos deliberados para formular sus objetivos y estrategias tecnológicas; no existen políticas para la destinación de determinados porcentajes presupuestales para actividades de desarrollo tecnológico; no cuentan con departamentos formales de I+D; por lo general, el manejo de la tecnología y la innovación es liderado por la gerencia general y por personal de alto rango.

En esas condiciones, la incorporación del cambio técnico es jalonada por el mercado, antes que empujada por el desarrollo tecnológico de las empresas. La compra de maquinaria y equipo es funcional a las necesidades planteadas por solicitudes de los clientes o por oportunidades detectadas en el mercado; por el lado de la oferta, responde a la solución de problemas de orden técnico, la búsqueda de ventajas frente a la competencia, o como parte de los esfuerzos para evitar el cierre de la filial de una transnacional en Colombia.

En cuanto a las *prácticas* predominantes en el manejo de la tecnología se destacan: el carácter básico de las actividades de vigilancia tecnológica, esto es, la consulta a clientes y proveedores, la asistencia a ferias y la indagación en revistas especializadas. La selección de la tecnología acude a análisis financieros básicos y al cumplimiento de las especificaciones requeridas. La negociación y transferencia de tecnología es también básica; se procura contar con asistencia técnica y capacitación, y en muy pocos casos se exige acceso a documentación e información técnica. El poco desarrollo mostrado por las prácticas para la adquisición de la maquinaria y equipos limita, aunque no ha impedido, desarrollar las capacidades de absorción, adaptación y dominio productivo de las mismas.

Los procesos de aprendizaje tecnológico tienen un carácter informal y altos componentes de conocimiento tácito. Son el resultado del uso productivo (*learning by doing, learning by using* y *learning by interacting*) y la explotación comercial de las tecnologías incorporadas; son impulsados, sobre todo, por la necesidad de solucionar problemas de adaptación tecnológica, o de introducir mejoras en los procesos productivos y en los productos de las empresas. En pocos casos son fruto de actividades deliberadas, sistemáticas, u orientadas al desarrollo de los productos como resultado de estrategias competitivas. Sin embargo, el uso productivo de las tecnologías incorporadas es, de lejos, el aspecto en el cual se encuentran las mayores fortalezas de las empresas estudiadas.

Las características de los procesos y de las innovaciones en las empresas estudiadas

El contexto tecnológico descrito condiciona el tipo, grado y alcance de las innovaciones realizadas. En general, las empresas han realizado innovaciones, pero estas no son frecuentes, sistemáticas, planeadas, o el resultado de una clara orientación estratégica. Tampoco surgen de procesos formales de I+D; la informalidad es su característica más sobresaliente. Esto señala los límites superiores de los procesos de innovación y los niveles de complejidad y desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas, que de acuerdo con Lall (1994), son de carácter intermedio.

Las condiciones en las cuales se inscriben los procesos de innovación también permiten entender por qué los desarrollos tecnológicos de las empresas no han dado lugar a la generación de tecnologías esenciales; por qué solo se realizan desarrollos e innovaciones menores, de carácter adaptativo y puntual; por qué son jalonadas por el mercado y no son resultado del empuje tecnológico de las empresas.

En lo referente a los resultados de estos procesos, se encontraron innovaciones tecnológicas de producto (Interman, Icobandas, Agricense, Intecplast, Sotec, Siemens, Marthe y Rambal) y de proceso (Grupo Diaco, Aceros Sogamoso, Lumbre S.A., Siemens, Intecplast). No se encontraron innovaciones de carácter radical, o de notable novedad; y en concordancia con su carácter adaptativo e incremental, sólo en muy pocos casos (Marthe y Siemens) su alcance fue internacional.

En parte, debido al limitado grado de novedad y al alcance de las innovaciones no se han desarrollado en estas empresas capacidades para protegerlas frente a la imitación por parte de sus competidores. Sólo en el caso Interman se acudió a las patentes, pero más en función de aventajar a su competencia, en dar respuesta a las exigencias de los clientes, que como un mecanismo explícito de protección.

Tampoco se ha desarrollado la capacidad para salvaguardar los conocimientos generados en las empresas en ninguno de los dos niveles considerados: frente a su recuperación y conservación, y frente a su filtración externa. Con relación al primer tópico, por lo general los procesos de innovación no se encuentran documentados, y los mecanismos de difusión interna de los conocimientos derivados de ellos son informales. Esta situación limita las posibilidades de explotación comercial de dichos conocimientos; pero al mismo tiempo, su carácter tácito se convierte en un mecanismo de protección frente a la imitación. Con relación al segundo tópico, se encontró que la protección se centra en el manejo del secreto industrial, pero en muy contados casos mediante procedimientos formalizados, como contratos de confidencialidad o cualquier otro tipo de mecanismo para evitar que los conocimientos generados mediante las innovaciones se fuguen hacia otras empresas.

En síntesis, las características tanto del entorno como de los procesos de innovación halladas definen los principales rasgos para la construcción de un perfil tecnológico y de la innovación en las empresas estudiadas. En tal sentido, en consonancia con el grado de desarrollo de las capacidades estratégicas de las empresas y el papel asignado a la tecnología como fuente de ventajas competitivas, es lógico que la tecnología cumpla un papel de soporte, funcional a las estrategias (emergentes) existentes, que su manejo sea informal y que las innovaciones surjan como respuestas a exigencias del mercado, a la adaptación de las tecnologías incorporadas y como fruto de procesos informales de solución de problemas productivos y comerciales; también, que las innovaciones sean incrementales, adaptativas y puntuales.

En este escenario la creatividad encuentra espacio para su ejercitación, dando lugar al desarrollo y acumulación de capacidades tecnológicas expresadas en innovaciones, que en algunos casos se convierten en fuentes evidentes de ventajas competitivas. Pero, este perfil tecnológico encuentra los límites para su desarrollo justo en el tránsito hacia capacidades tecnológicas de complejidad alta, en las cuales la I+D constituye la fuente principal de innovaciones de alto alcance y grado de novedad, y es fruto de procesos planeados y sistemáticos que le asignan un papel estratégico para el logro de ventajas competitivas sostenibles.

Factores e impactos de la innovación

Para establecer qué factores tienen una mayor incidencia en el desarrollo de la innovación la indagación se efectuó en tres niveles: macro, meso (Sistema Nacional de Innovación, SNI) y

micro. Si bien dicha indagación no fue sistemática, arrojó evidencias claras acerca de la preponderancia de los factores de orden interno en las innovaciones identificadas.

En la mayor parte de los casos los empresarios, por lo general propietarios, cumplen un papel clave en la gestión de las empresas y primordial en la innovación al actuar como empresarios-gerentes, con excepción del caso Siemens, en el cual el papel no es protagónico, hecho que está relacionado con su naturaleza de empresa transnacional. En la mayoría de los casos los empresarios son quienes identifican las oportunidades en el mercado y quienes constituyen la principal fuente de ideas para la innovación; a la vez, lideran los procesos que las originan, y tienen una visión propia y peculiar sobre ella y sobre su dinámica. Esta característica puede estar asociada con el tamaño de la empresa (en su mayoría de tamaño mediano) y el grado de desarrollo organizacional típico de este tipo de firmas.

Las vicisitudes originadas en las políticas macroeconómicas adoptadas en el país y en sus efectos, así como la apertura y la crisis de mediados de la década de los 90, provocaron cambios de carácter reactivo en las empresas; dichos cambios no fueron ni conscientes, ni deliberadamente estratégicos, sin embargo, propiciaron el surgimiento de la mayor parte de las innovaciones identificadas. Por ello, puede considerarse que la incidencia del entorno fue importante, pero indirecta.

Las capacidades de eslabonamiento tecnológico de estas empresas se hallan poco desarrolladas. De allí que sus relaciones con otros agentes sean débiles, en particular, con los que conforman el SNI. Algunas empresas (Siemens, Promociones Industriales, Diaco, Rambal) acudieron a las universidades para adelantar procesos conjuntos de innovación. No se detectaron empresas que hayan recurrido a los centros de desarrollo tecnológico, a centros de investigación o a incubadoras de empresa para tal fin. Tampoco se registraron contratos con consultores, y si bien algunas de ellas acudieron a fuentes de financiación externa para desarrollar algunos de sus proyectos de innovación, no se detectaron casos en los cuales se haya acudido a instituciones o programas de apoyo del SNI.

Resumiendo, si bien los factores externos incidieron en los procesos de innovación detectados en las empresas, estos provinieron de la política macroeconómica, aunque no de manera directa, fácilmente visible y explícita, mientras que fue nulo el influjo de las políticas y la institucionalidad creadas en el país durante la década para el desarrollo de las innovaciones. Por el contrario, fue notable el predominio y evidente el efecto de los factores internos, los cuales descansaron principalmente en la figura del empresario.

Con respecto al impacto de las innovaciones, no fue posible establecer si este fue de carácter estratégico, salvo casos excepcionales (como Intecplast) en los cuales se expresó en términos del aumento de las ventas, de la participación y el posicionamiento en el mercado, así como en el desarrollo de apuestas estratégicas centradas en las capacidades tecnológicas, y de innovación en particular. Sin embargo, los objetivos comerciales

que se perseguían con estas fueron exitosos en todas las empresas, en términos de las ventas generadas por ellas. En general, el impacto de las innovaciones expresado en la acumulación de capacidades productivas y tecnológicas es notorio en buen número de las empresas estudiadas (Siemens, Montana, Grupo Diaco, Aceros Sogamoso, Intecplast, Sotec, Rambal, Lumbre S.A.). Adicionalmente, las experiencias y confianza aportados por los procesos de innovación que se han desarrollado produjeron en las empresas una mayor propensión al riesgo y una mejor disposición para enfrentar la incertidumbre envuelta en este tipo de proyectos.

Los desafíos

Los resultados del estudio permitieron encontrar avances en las empresas estudiadas en materia de innovación, algunos de ellos de importancia significativa a nivel competitivo; pero también abrieron una serie de interrogantes que plantean desafíos en el ámbito de la investigación, para las propias empresas y los hacedores de política. Entre ellos se destacan los siguientes:

- En el campo de la investigación es necesario profundizar en el diagnóstico, con miras a precisar qué obstáculos se deben superar y qué acciones son necesarias para elevar el perfil competitivo de las empresas; para que se den actitudes estratégicas y ofensivas antes que reactivas y defensivas; para que se desarrollen procesos tecnológicos y de innovación formalizados; para que exista una mejor y mayor valoración estratégica de la innovación. Todo lo cual redundaría y se traduciría en procesos de innovación planeados, sistemáticos y estratégicos, que conviertan a las innovaciones en fuente de diferenciación que permitirían a las empresas obtener ventajas competitivas sostenibles.
- El estudio permitió comprobar la importancia de ahondar en la determinación de la relación entre los factores de índole macro y meso con los niveles de innovación existentes en la industria; entre las especificidades institucionales, las culturas empresariales forjadas y el grado de desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación; entre la innovación y la competitividad; entre el desarrollo administrativo y organizacional con las capacidades y competencias tecnológicas en las empresas; entre las capacidades estratégicas, la innovación y el éxito competitivo. Estos desafíos demandan un mayor conocimiento del entorno económico, institucional y empresarial; reclaman a la vez, marcos analíticos más elaborados que el utilizado aquí. El presente trabajo representa apenas un paso más en esa dirección.
- Para lograr que las empresas avancen en el desarrollo de sus capacidades tecnológicas hacia un estadio de mayor complejidad, el papel de la política de

innovación en casos como los estudiados se revela fundamental. Pero aquí surgen algunas preguntas básicas: i) cómo lograr que empresas con estas características, que han tenido experiencias de innovación, puedan ser estimuladas por el SNI, para elevar su perfil tecnológico y, por esta vía, su competitividad; ii) qué hacer para que las empresas efectúen una gestión más eficaz de los recursos tecnológicos; iii) qué acciones deben llevarse a cabo para que se pase de innovaciones puntuales a procesos más frecuentes y sistemáticos, con mayores alcances y grados de novedad; iv) cómo profundizar los análisis y la cobertura de las empresas estudiadas que permita obtener información con mayor utilidad para la formulación de políticas más relevantes y pertinentes a la realidad empresarial colombiana.

- Por último, hay un reto específico. Tanto para avanzar en la profundización de los estudios, en la cobertura sectorial y geográfica, así como para contribuir a articular los agentes del SNI parece fundamental el papel que pueden desempeñar actores de carácter intermedio, como la Red de estudio sobre la innovación. Este es un reto ineludible que demanda tanto a la red como a otros actores, ahondar en los marcos analíticos, en la reflexión, en la relación con la realidad empresarial, en las propuestas de política; también, contribuir a transitar los puentes tendidos, pero poco transitados, entre los diferentes actores del SNI; y todo ello, a partir de los resultados de sus trabajos de investigación y de generación de conocimiento acerca de las características y especificidades tanto de las capacidades tecnológicas como de los procesos de innovación en las empresas colombianas.

Esta publicación se terminó
de imprimir en octubre de 2003,
en la Fundación Cultural Javeriana
de Artes Gráficas —JAVEGRAF—
PBX: 416 16 00
Bogotá, D.C., Colombia

"Dentro de las actividades de ciencia y tecnología, una muy importante para la vida de la nación es la que tiene que ver con la innovación tecnológica. Aunque estrictamente, la innovación no se reduce a lo que rigurosamente se llama "ciencia y tecnología", las relaciones entre estos dos ámbitos sí son fortísimas e innegables.

La innovación tecnológica, la incorporación del conocimiento a la producción empresarial, para aumentar el nivel de satisfacción del cliente, la productividad de la empresa, el tipo de servicios ofrecidos, la capacidad exportadora, el bienestar de los empleados y tantos otros factores que, combinados, componen eso que llamamos la "competitividad", es, sin duda, uno de los caminos más importantes a través de los cuales la ciencia, la tecnología, la creatividad y el ingenio logran un impacto en la sociedad.

Por eso se inició un proyecto, en el cual el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología lideró a un grupo en el que participaron investigadores de diez universidades del país, para analizar estudios de caso puntuales de empresas innovadoras. El propósito era entrar a fondo en la vida de estas empresas, para ver cómo se refleja, en lo cotidiano, en sus cifras, en sus sueños, en sus resultados, su esfuerzo innovador. Los resultados se presentan en este libro.

Esperamos que esta publicación ayude a los empresarios que participaron y a los demás a ver la vida de entidades colombianas que han desarrollado esa tarea indispensable para la supervivencia en el mundo contemporáneo, globalizado y del ALCA, que es la innovación. Esperamos que sirva a docentes y estudiantes universitarios para profundizar en el tema. Esperamos que sirva a los gremios de la producción para apoyar a sus afiliados y estudiar este tema esencial. A nosotros nos sirvió para adelantar en la importante tarea de construcción del Mapa del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, uno de cuyos componentes importantes es el Sistema Nacional de Innovación, y para aprender mucho sobre el funcionamiento de algunas muy interesantes empresas colombianas"

José Luis Villaveces Cardoso
Director
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Universidad del Cauca

UDCA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Bogotá

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Manizales

UNIVERSIDAD DEL NORTE

1927

Universidad de La Sabana

OCyT

COLCIENCIAS