

**PROPUESTA PARA EL FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y
TECNOLOGIA EN COLOMBIA**

Estudio elaborado para COLCIENCIAS

Luis Alberto Zuleta Jaramillo

Agosto de 2004

INDICE

INTRODCUCCION GENERAL	3
-----------------------	---

CAPITULO I

EXPERIENCIA INTERNACIONAL RECIENTE SOBRE FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA

1.1	INTRODUCCIÓN	4
1.2	LA INVERSIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGIA Y EL DESARROLLO ECONOMICO	5
1.3	EL PAPEL DEL ESTADO EN EL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA	8
1.4	GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA EN PAISES INDUSTRIALIZADOS	11
1.5	EL CASO DEL JAPON	15
1.6.	FINLANDIA	16
1.7	AMERICA LATINA	17
1.8	FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACION Y DESARROLLO	22
1.9	HACIA UN SISTEMA DE PRIORIDADES	26

CAPITULO II

EL FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA EN COLOMBIA

2.1	INTRODUCCION	28
2.2	ANTECEDENTES	28
2.3	LO QUE MUESTRAN LAS CIFRAS	29
2.4	RELACION ENTRE EL DESARROLLO DE LA INSTITUCIONALIDAD DE LA CIENCIA Y TECNOLIGIA Y SU FINANCIAMIENTO DESDE LA DECADA DEL 90	41
2.5	REQUERIMIENTOS INSTITUCIONALES PARA UNA ASIGNACION EFICIENTE Y SOSTENIBLE DE RECURSOS A LA CIENCIA Y TECNOLOGIA	45
2.6	CONCLUSIONES DEL CAPITULO	50

ANEXO:	TEMAS VIGENTES LEY 29 DE 1990, DECRETO 393 DE 1991 Y DECRETO 591DE 1991 RELACIONADOS CON EL FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA	52
--------	---	----

CAPITULO III
UN FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACION
ESTRATEGICA Y BASICA

3.1	INTRODUCCION	54
3.2	PARA QUE UN NUEVO FONDO?	54
3.3	TIPO DE FONDO Y DIMENSIONAMIENTO DE SU TAMAÑO	55
3.4	SUPUESTOS PARA LA PROYECCION DEL FONDO	60
3.5	RESULTADOS DE LA PROYECCION	63
3.6	VIABILIDAD INSTITUCIONAL DE LOS FONDOS PLANTEADOS	67
	ANEXO AL CAPITULO III	70

CAPITULO IV
RESUMEN Y RECOMENDACIONES PARA UNA NUEVA LEY DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

4.1	LECCIONES DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL	76
4.2	EL FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA EN COLOMBIA	77
4.3	EL FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN ESTRATEGICA Y BASICA	78
4.4	RECOMENDACIONES PARA LA MODIFICACION A LA LEY 29 DE 1990	80
	BIBLIOGRAFIA	82
	ANEXOS	87

INTRODUCCION GENERAL

Estudios recientes han reiterado la importancia del gasto en ciencia y tecnología como estrategia de crecimiento de los países. Algunos países se destacan por los resultados de su nivel de crecimiento imputables al proceso de investigación e innovación.

Desafortunadamente Colombia ha venido reduciendo la inversión en investigación y desarrollo y es de gran importancia empezar a retornar a una senda adecuada de gasto en investigación e innovación.

El objetivo central de este estudio consiste en evaluar la trayectoria colombiana reciente sobre financiamiento de la investigación y desarrollo, a la luz de la experiencia internacional y la literatura relevante, y presentar una estrategia de financiamiento basada en un fondo para investigación básica y estratégica. Para lograr este objetivo, este documento se organiza de la siguiente manera:

El primer capítulo recoge los elementos recientes de la experiencia y la literatura internacional sobre el tema.

El segundo capítulo presenta las tendencias del financiamiento de la investigación y desarrollo en el caso colombiano y evalúa las condiciones para rediseñar una estrategia de gasto con impacto y eficiencia.

El tercer capítulo evalúa desde el punto de vista institucional y financiero las condiciones de viabilidad de diversos tipos de fondos para financiamiento de la investigación básica y estratégica. Este capítulo encuentra la prefactibilidad institucional, requiriendo un complemento jurídico e institucional adicional.

Finalmente el capítulo cuarto recoge las principales conclusiones y recomendaciones del estudio. Este capítulo señala algunas posibles vías de rediseño de la ley 29 de 1990, dentro de las estrategias recomendadas para acercar el sistema de ciencia y tecnología colombiano a las experiencias internacionales exitosas.

CAPITULO I

EXPERIENCIA INTERNACIONAL RECIENTE SOBRE FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA ^{1/}

1.1 INTRODUCCIÓN

La literatura internacional reciente sobre el financiamiento de ciencia y tecnología diferencia los recursos destinados a la **ciencia básica**, de aquellos dirigidos a la aplicación, adaptación y desarrollo de nuevas tecnologías, o **innovación** en campos específicos. Aunque algunos trabajos diferencian entre la investigación básica y desarrollo, la mayoría de trabajos con mediciones empíricas se refieren a los recursos destinados a ambos propósitos.

Pese a que la frontera del conocimiento y del desarrollo, tanto en materia de ciencia básica, como de innovación, se encuentra principalmente en los países desarrollados, hoy se ha logrado un consenso en el sentido de que para los países en desarrollo es fundamental la destinación estable y sostenible de recursos para ambos niveles de la ciencia y la tecnología, no solamente para impulsar nuevo conocimiento, sino también para la adopción de tecnologías y de conocimientos científicos que provienen de países desarrollados.

En este contexto, un importante trabajo reciente fundamenta la relación estrecha entre el nivel de desarrollo en un país y su nivel de inversión en ciencia y tecnología (Lederman y Maloney, 2003). También se establece una relación directa entre la **tasa de retorno** sobre la inversión en ciencia y tecnología y el nivel de desarrollo del país.

Por otra parte, es fundamental preguntarse cuáles son los instrumentos e instituciones que se utilizan en los distintos países para asignar recursos a la ciencia y la tecnología, en función de si se trata de un "**bien público**" que es de consumo de toda la sociedad, o de un **bien apropiado privadamente**.

En este capítulo se discuten inicialmente estos temas conceptuales y luego se hace referencia a los instrumentos utilizados en una muestra de países desarrollados y en desarrollo.

^{1/} Este trabajo fue realizado con el apoyo de Diego López Reina como asistente de investigación.

1.2 LA INVERSIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y EL DESARROLLO ECONOMICO ^{2/}

La literatura sobre este tema sugiere que aproximadamente la mitad de las diferencias en el ingreso per capita entre países puede imputarse a diferencias en la productividad total de factores (TFP) que se asocia al progreso técnico. De ahí el interrogante de por qué países en desarrollo con potencial de ganancias en la adopción de tecnologías provenientes de países industrializados fracasan en el intento. Los países que generan nuevas tecnologías de frontera tienen un crecimiento mayor de su TFP en industria y agricultura, con respecto a países que simplemente adoptan tecnología. A pesar de lo anterior, aún la adopción de tecnología es costosa y depende principalmente del gasto en ciencia y tecnología, en ciencia básica y en desarrollo.

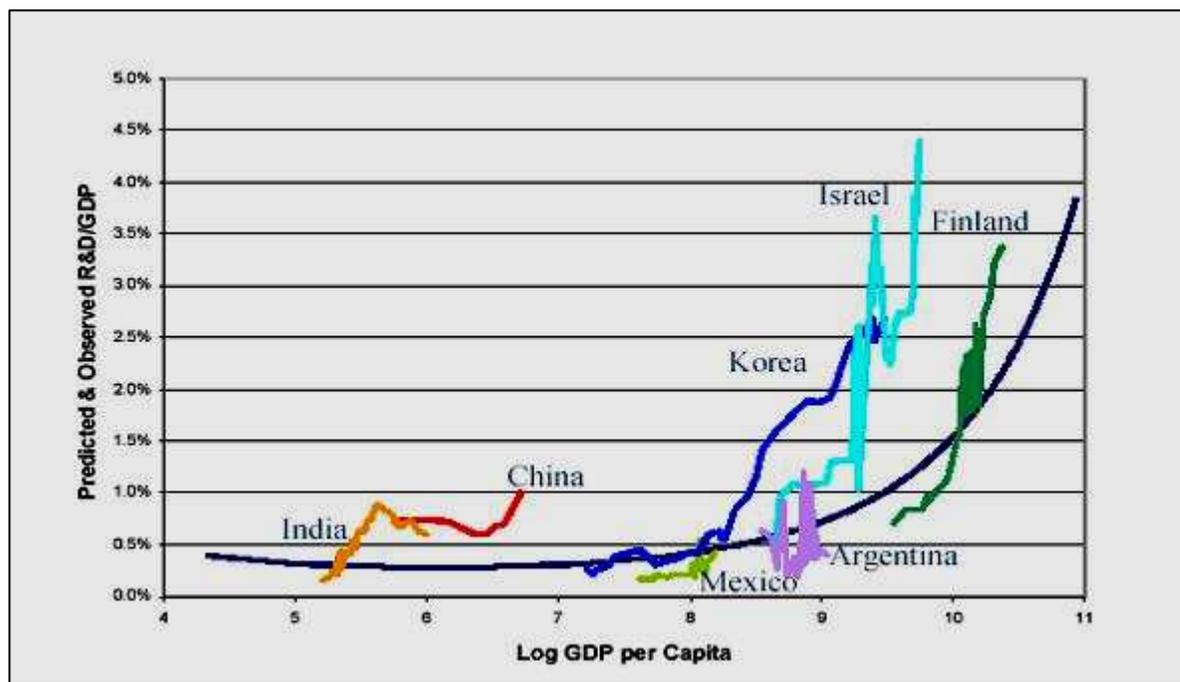
El estudio de Lederman y Maloney investiga la relación entre el gasto en ciencia y tecnología y el nivel de desarrollo de los países. Este estudio utiliza una muestra de 53 países, que incluye a Colombia, utiliza el ingreso per capita como indicador de desarrollo y la proporción de gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB como indicador de gasto en ciencia y tecnología.

El estudio encuentra que el ingreso per capita aumenta a medida que el gasto en ciencia y tecnología como proporción del PIB crece. Aún más, encuentra algunos casos de países sobresalientes en su nivel de desarrollo, con respecto a países que tuvieron en su momento un nivel de desarrollo similar y destinaron a gasto en ciencia y tecnología un nivel superior: Korea, Israel y Finlandia en comparación con países latinoamericanos como México y Argentina. (Ver Gráfica No.1.1)

^{2/} Esta sección se basa en: D. Lederman y W.F. Maloney: "R&D and Development". Work Bank (May 2003).

GRAFICO No.1.1

Países sobresalientes en Investigación y Desarrollo



Fuente: tomado de Lederman y Maloney 2003

El estudio se pregunta si la baja inversión en ciencia y tecnología de los países en desarrollo, incluyendo América Latina, es en alguna medida el resultado de la especialización en productos intensivos en recursos naturales. Sin embargo, una regresión con respecto a la mediana del gasto en ciencia y tecnología para la muestra de países ubica a los países desarrollados y a los intensivos en gasto en ciencia y tecnología por encima de la mediana y a los países latinoamericanos y algunos asiáticos como Indonesia y Tailandia por debajo de la mediana. Países intensivos en recursos naturales como Finlandia, Suecia y Holanda se ubican en el mismo nivel que Canadá, Australia e Irlanda. Para responder en qué medida esto obedece al esfuerzo en ciencia y tecnología, se hace un análisis de las tasas sociales de retorno en investigación y desarrollo.

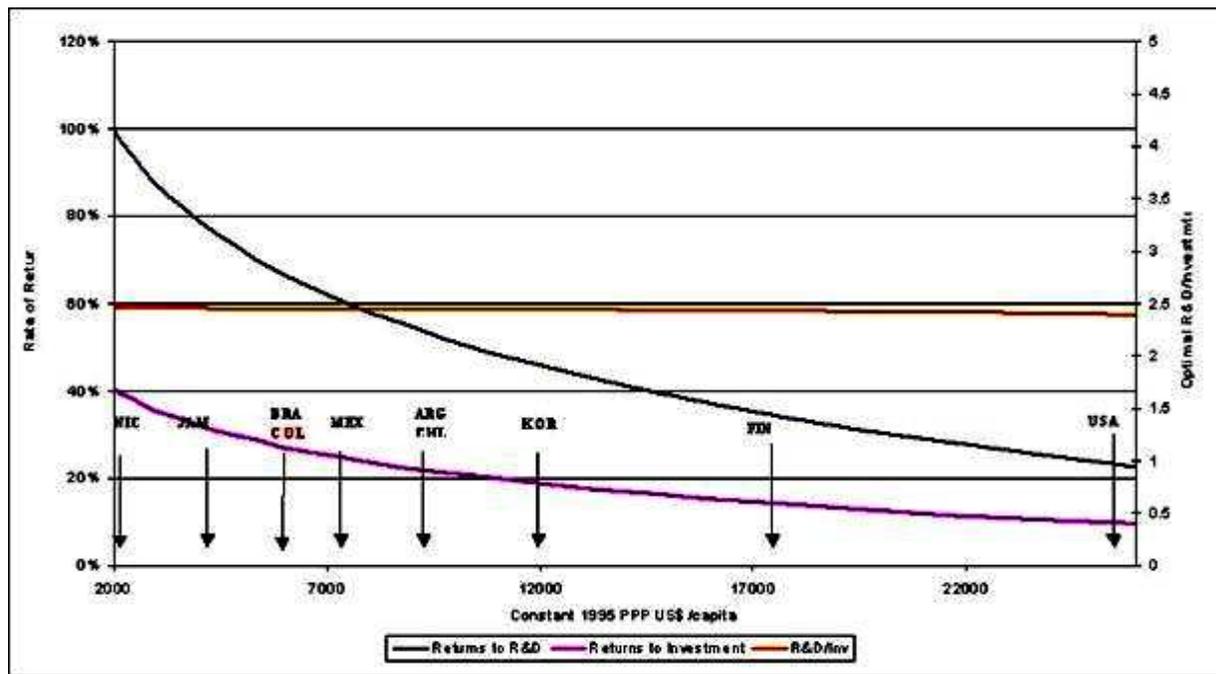
En el estudio las tasas de retorno de la investigación y desarrollo se estiman como una proporción entre la productividad total de factores y la proporción del gasto en ciencia y tecnología con respecto al PIB, siendo el nivel óptimo de gasto en ciencia y tecnología aquel en

el cual la tasa de retorno del gasto en ciencia y tecnología se iguala a la tasa de interés real. El resultado para Estados Unidos es de 28% con una tasa de retorno en el mercado accionario del 7%.

El modelo diseñado para la estimación de las tasas de retorno de la investigación y desarrollo indica una relación decreciente entre las tasas de retorno de la investigación y desarrollo, y el crecimiento en el ingreso per capita, sugiriendo que los países que están más alejados de la frontera tecnológica pueden lograr obtener un crecimiento mayor en productividad con cada peso gastado, que los países innovadores que deben lanzar al mercado nuevos conocimientos científicos y nuevas tecnologías para empujar hacia delante la frontera de innovación ^{3/}. Esto se ilustra en el Gráfico No.1.2. El estudio estima la tasa de retorno para el gasto en ciencia y tecnología en el caso de Colombia en un nivel superior al 60% ^{4/}

GRAFICO No.1.2

TASAS DE RETORNO DE LA INVESTIGACION Y DESARROLLO Y NIVEL DE DESARROLLO



Fuente: tomado de Lederman y Maloney 2003

^{3/} R. Barro: "Economic Growth in a Cross Section of Countries." Quarterly Journal of economics 106 (1991).

^{4/} Citado por Guillermo Perry: "AMÉRICA LATINA: PERSPECTIVAS Y RETOS" Economista Jefe para América Latina y el Caribe, Banco Mundial, ANIF-FEDESARROLLO. Bogotá, Mayo 6, 2004.

El estudio también se pregunta por qué los países más ricos gastan más en ciencia y tecnología que los países pobres. Entre los factores que se encuentran como respuesta, aparecen diferencias entre los grupos de países con respecto a los siguientes factores determinantes: el nivel de profundidad financiera, la protección a los derechos de propiedad intelectual, la capacidad de los gobiernos para movilizar recursos y la calidad de las instituciones de investigación.

Este estudio reafirma la importancia del indicador tradicional de gasto en ciencia y tecnología con respecto al PIB como uno de los factores relacionados en el largo plazo con el desarrollo económico.

En este contexto, un nivel de gasto sostenido en ciencia y tecnología puede ser un objetivo de política económica de gran importancia y por lo tanto el tema de la asignación de recursos al gasto en ciencia y tecnología sigue dentro de la agenda del desarrollo y de la competitividad.

1.3 EL PAPEL DEL ESTADO EN EL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA

La pregunta básica relacionada con el papel del Estado en el gasto en ciencia y tecnología desde el punto de vista de la teoría económica consiste en verificar si espontáneamente los mercados asignan recursos a la ciencia y tecnología, o si existen fallas de mercado que dificultan ese proceso de asignación.

Samuelson caracterizó los "bienes públicos" como aquellos bienes compartidos por un grupo y cuyo usufructo no puede ser negado a quienes reciben beneficio en proporción diferente a su contribución para la producción de ese bien ⁵.

Es importante discutir en qué contexto la inversión en ciencia y tecnología corresponde a una naturaleza de bien público. En efecto, existe una amplia área de investigación que debe ser financiada por el Estado, o de otra manera esta investigación no se llevaría a cabo. Esto ocurre principalmente cuando el producto de la investigación está disponible libremente y no puede ser

⁵ / P. Samuelson: "The Pure Theory of Public Expenditure". Review of Economics and Statistics 36: 387-389.

apropiado por individuos o por derechos de propiedad intelectual que excluyan a terceros. En este caso no existe un incentivo de financiamiento privado con fuentes de mercado.

Sin embargo, esta línea de argumentación puede variar según el contexto institucional y las condiciones específicas de los países: En un país puede haber mayor financiamiento privado que en otro para determinada área de investigación.

Si se mira el proceso de investigación como una serie de actividades continuas, con la investigación básica en un extremo y el desarrollo de productos y procesos en el otro, la investigación estratégica aplicada y la adopción son etapas intermedias. Tradicionalmente la investigación básica es una responsabilidad pública y la iniciativa privada se incrementa mientras se avanza hacia la investigación aplicada. Sin embargo, la naturaleza de la tecnología también puede determinar la apropiabilidad privada o no de los resultados de la investigación.

Cuando la investigación se mueve hacia incrementos en productividad que busca objetivos tales como la calidad de los productos o la mejora en el medio ambiente, también puede haber espacio para los bienes públicos.

Por otra parte, el entorno legal e institucional de la propiedad intelectual podría incentivar inversión privada hacia áreas que antes podrían considerarse de interés público.

En un entorno de competitividad global en el que los procesos de innovación son relevantes, la construcción de capacidades a nivel local es también un elemento fundamental de intervención pública para apoyar procesos de investigación y desarrollo, particularmente en firmas de tamaño pequeño y mediano ⁶.

El proceso de investigación científica se realiza, tanto en entidades académicas sin ánimo de lucro como en entidades privadas con ánimo de lucro. Pese a lo anterior, aún en el caso de la investigación privada, no siempre están garantizados los instrumentos para que los resultados

⁶ / R. Echaverría, E. Trigo and D. Byerlee: "Toward Institutional Mechanisms For Effective Financing of Agricultural Research in Latin America". (Oct 1995).

de la investigación se mantengan secretos y sea posible un retorno privado, como ocurriría por ejemplo cuando existe un régimen de patentes.^{7/}

También se ha abierto como nueva frontera conceptual la idea de bienes "semipúblicos"^{8/}. Se entiende por un bien semipúblico aquel que cumple por lo menos una de las siguientes características:

- El usufructo efectivo del bien por parte del usuario directo genera beneficios concentrados en un área geográfica que permite irrigar el beneficio del usuario directo a otros usuarios.
- El número de usuarios directos es amplio y el impacto del bien es difuso, pero se puede anticipar que la adopción por parte de los usuarios del bien induce un shock de demanda por bienes de servicios privados que son ofrecidos por actores identificables.
- Los costos de transacción que se asocian a la adecuación de necesidades del usuario directo superan el costo marginal de provisión de los oferentes institucionales de servicios tecnológicos.

Usualmente la investigación básica y estratégica de un país constituye un bien público por excelencia sobre el cual es difícil una apropiación privada y por ende no existen los incentivos para inducir la asignación de recursos por parte de agentes privados.

En este contexto, podrían diferenciarse tres niveles de asignación de recursos para ciencia y tecnología según la apropiación de los resultados en la investigación y/o de la innovación:

- Investigación básica y estratégica con apropiación pública
- Investigación e innovación cuasipública con origen privado y apropiación colectiva
- Investigación e innovación privada

^{7/} / A. Deardoff: " Welfare Effects of Global Patent Protection" Económica (Feb 1992).

^{8/} / E. J. Cap: "Tecnologías Agropecuarias con Características de Bienes Semi-publicos". Fondo Regional de tecnología agropecuaria. BID (Junio 1997).

Cuando el resultado de la investigación y de la innovación es apropiado por la sociedad, se justificaría dentro de la concepción de fallas de mercado que el Estado contribuya a financiar este tipo de gasto en ciencia y tecnología.

1.4 GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA EN PAISES INDUSTRIALIZADOS

Es interesante observar la evolución del gasto en ciencia y tecnología como proporción del PIB en un grupo de países industrializados desde la década del 60 (ver Cuadros No.1.1 y No.1.2). Estados Unidos y el Reino Unido tienen en todo el período una participación superior al 2% de su PIB (con excepción de los últimos cinco años de la década del 90 en el Reino Unido). Francia, Alemania y Japón realizan desde la década del 60 un esfuerzo consistente que les permite superar también el nivel del 2% en el período. Este esfuerzo se observa también en el Canadá a partir de la década del 80. Aunque Italia también aumenta la participación, sólo logra un nivel del 1%. Si esto se asocia con lo descrito en la primera sección de este capítulo en el sentido de que este indicador va asociado a un mayor ingreso per capita, un esfuerzo en el gasto en ciencia y tecnología que de un nivel del 2% del PIB es un esfuerzo significativo para lograr un mayor desarrollo. Sin embargo, como se verá más adelante, el esfuerzo de los países en desarrollo (con la excepción de los mencionados al principio de este capítulo) está lejos de esta meta.

Cuadro No.1.1

GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA COMO PORCENTAJE DEL PIB, 1961-1989

AÑO	FRANCIA	ALEMANIA	JAPON	REINO UNIDO	ESTADOS UNIDOS
1961	1,4	NA	1,4	2,5	2,7
1962	1,5	1,2	1,5	NA	2,7
1963	1,6	1,4	1,5	NA	2,8
1964	1,8	1,6	1,5	2,3	2,9
1965	2,0	1,7	1,6	NA	2,8
1966	2,1	1,8	1,5	2,3	2,8
1967	2,2	2,0	1,6	2,3	2,8
1968	2,1	2,0	1,7	2,2	2,8
1969	2,0	1,8	1,7	2,3	2,7
1970	1,9	2,1	1,9	NA	2,6
1971	1,9	2,2	1,9	NA	2,4
1972	1,9	2,2	1,9	2,1	2,3
1973	1,8	2,1	2,0	NA	2,3
1974	1,8	2,1	2,0	NA	2,2
1975	1,8	2,2	2,0	2,1	2,2
1976	1,8	2,1	2,0	NA	2,2
1977	1,8	2,1	2,0	NA	2,1
1978	1,8	2,2	2,0	2,2	2,1
1979	1,8	2,4	2,1	NA	2,2
1980	1,8	2,4	2,2	NA	2,3
1981	2,0	2,5	2,3	2,4	2,4
1982	2,1	2,6	2,4	NA	2,5
1983	2,1	2,6	2,6	2,2	2,6
1984	2,2	2,6	2,6	2,2	2,6
1985	2,3	2,8	2,8	2,3	2,7
1986	2,3	2,7	2,8	2,4	2,7
1987	2,3	2,8	2,9	2,2	2,6
1988	2,3	2,9	2,8	2,2	2,8
1989	NA	2,9	2,9	NA	2,7

SOURCE: Kagaku Gijitsu Cho (1990)

Tomado de: Aoki et al (1994).

Cuadro No.1.2

GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA COMO PORCENTAJE DEL PIB, 1981-2001

AÑOS	ALEMANIA	CANADA	FRANCIA	ITALIA	JAPON	REINO UNIDO	USA
1981	2.47	1.24	1.93	0.88	2.29	2.38	2.37
1982	2.56	1.39	2.02	0.90	2.38	s/i	2.53
1983	2.56	1.36	2.06	0.95	2.51	2.20	2.60
1984	2.56	1.40	2.16	1.01	2.59	s/i	2.65
1985	2.75	1.44	2.22	1.12	2.73	2.24	2.78
1986	2.77	1.48	2.21	1.13	2.70	2.26	2.76
1987	2.87	1.43	2.24	1.19	2.76	2.20	2.72
1988	2.86	1.41	2.24	1.22	2.79	2.15	2.68
1989	2.86	1.47	2.29	1.24	2.88	2.16	2.64
1990	2.75	1.54	2.37	1.29	2.96	2.16	2.65
1991	2.53	1.60	2.37	1.23	2.93	2.08	2.72
1992	2.41	1.66	2.38	1.18	2.89	2.09	2.65
1993	2.35	1.71	2.40	1.13	2.82	2.12	2.52
1994	2.26	1.77	2.34	1.05	2.76	2.07	2.42
1995	2.26	1.74	2.31	1.00	2.89	1.98	2.51
1996	2.26	1.70	2.30	1.01	2.77	1.91	2.55
1997	2.29	1.72	2.22	0.99	2.83	1.84	2.58
1998	2.31	1.82	2.17	0.98	2.94	1.83	2.60
1999	2.44	1.83	2.19	1.03	2.93	1.87	2.65
2000	2.46	1.94	2.15	s/i	s/i	s/i	2.76
2001	s/i	2.01	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuentes: Science Indicators, The 1985, Report Nacional Science Board, NSB, 85-1 Washington, D.C. USA; Science & Inginsering Indicators 1989, NSB, 89-1 Science & Inginsering Indicators-2000, NSB, 00-1; principaux Indicateurs de la Science et de la Technologie, OECD, 2001-2 IMD International, The World Competitiveness Yearbook, 1995-2001

Tomado de: CONICYT

Otro elementos interesante de análisis, consiste en desagregar las fuentes de financiamiento del gasto en ciencia y tecnología: la evolución de la participación del estado, del sector industrial y de otras fuentes en este grupo de países (ver Cuadro No.1.3).

Cuadro No.1.3

**FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA EN VARIOS
PAISES DE LA OECD (1981-2000)**

PORCENTAJES DE FINANCIAMIENTO EN SECTORES DE I&D																				
Francia porcentaje de financiamiento de I&D																				
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Empresas	40,9	41,6	42,0	41,1	41,5	41,6	41,9	43,3	43,9	43,5	42,5	46,6	47,1	48,7	48,4	48,5	51,6	53,5	54,1	52,6
Estado	53,4	54,0	53,8	53,7	52,9	52,5	51,7	49,9	48,1	48,3	48,8	43,5	43,5	41,6	41,9	41,5	38,8	37,3	36,9	37,0
Otras fuentes nacionales	0,7	0,6	0,6	0,6	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	1,2	1,4	1,4	1,6	1,6	1,5	1,8	1,9	1,4
Extranjero	5,0	3,7	3,6	4,6	4,8	5,6	5,9	6,2	7,4	7,5	8,0	8,7	8,1	8,3	8,1	8,4	8,0	7,4	7,1	9,1
Alemania porcentaje de financiamiento de I&D																				
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Empresas	56,9	56,9	58,9	59,6	61,1	62,1	63,7	63,7	63,5	63,5	61,9	61,9	61,9	61,4	61,1	60,8	61,4	62,3	65,0	65,7
Estado	41,8	41,7	39,6	38,96	37,5	36,3	34,6	34,2	33,9	33,8	35,7	35,7	36,1	36,6	36,8	36,9	35,9	34,9	32,6	32,0
Otras fuentes nacionales	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4
Extranjero	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,7	2,1	2,1	1,9	2,0	1,6	1,7	1,8	2,0	2,4	2,4	2,0	2,0
Japón porcentaje de financiamiento de I&D																				
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Empresas	62,3	63,7	65,2	66,9	68,9	68,7	68,5	70,5	72,3	73,1	72,7	71,1	68,2	68,2	67,1	73,4	74	72,6	72,2	73,8
Estado	27,0	25,5	24,0	22,5	21,0	21,3	21,5	19,9	18,6	18,1	18,2	19,4	21,6	21,5	22,8	18,7	18,2	19,3	19,5	19,8
Otras fuentes nacionales	10,7	10,7	10,8	10,5	10,0	10,0	9,9	9,5	9,0	8,7	9,1	9,5	10,1	10,3	9,8	7,8	7,5	7,9	7,9	6,1
Extranjero	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2
R. Unido porcentaje de financiamiento de I&D																				
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Empresas	42,1	-	43,1	-	45,9	42,2	48,8	51,5	50,6	49,6	49,6	50,9	51,5	50,0	48,0	47,3	49,7	47,4	49,4	49,5
Estado	48,1	-	49,0	-	43,5	41,1	39,5	36,5	36,4	35,5	35,0	33,4	32,5	33,2	33,2	31,9	31,1	31	27,9	36,9
Otras fuentes nacionales	3,0	2,8	2,6	2,6	2,6	2,5	2,7	2,8	2,9	3,1	3,5	4,2	4,1	4,3	4,4	4,7	4,8	5,8	6,2	7,5
Extranjero	6,8	6,2	5,2	6,7	8,0	9,2	9,0	9,2	10,1	11,8	11,9	11,5	11,9	12,5	14,4	16,1	14,5	15,8	16,4	16,2
USA porcentaje de financiamiento de I&D																				
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Empresas	48,8	49,8	49,8	50,5	50	50,2	49,0	50,2	52,2	54,8	57,3	58,2	58,3	58,7	60,2	62,4	64	65	66,8	68,2
Estado	49,3	48,4	48,4	47,7	48,3	48,1	49,1	47,8	45,6	41,6	38,9	38	37,7	37,2	35,5	33,2	31,6	30,5	28,8	27,3
Otras fuentes nacionales	1,9	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7	1,9	2,0	2,2	3,7	3,8	3,8	4,0	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,4
Extranjero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: OECD, Indicadores 1999-2, Indicadores, CONICYT

Tomado de CONICYT

Es importante observar también la evolución de las fuentes de financiamiento del gasto en ciencia y tecnología para este grupo de países. Mientras la participación del Estado se reduce en todo el período para todos los países, con excepción de Italia, el porcentaje correspondiente a la financiación de las empresas se aumenta (Alemania en 8 puntos, Canadá en 1 punto, Francia en 13 puntos, Japón en 10 puntos, Reino Unido cerca de 7 y Estados Unidos en cerca de 20 puntos).

La pérdida de participación del Estado es sustituida por las empresas en la medida en que la nueva investigación pueda traducirse en un producto apropiable privadamente por la vía de derechos de propiedad y de patentes^{9/}.

^{9/} / Un ejemplo de este proceso es el cambio de financiamiento de la investigación en biotecnología e investigación biomédica por parte de los institutos nacionales de salud en los Estados Unidos hacia la financiación con fuentes privadas. Ver: F. Fukuyama: " El Fin del Hombre. Consecuencias de la Revolución Biotecnológica". Ediciones B, SA (Agosto 2003).

1.5 EL CASO DEL JAPON ^{10/}

Al iniciar la década del 70, las firmas japonesas encontraron un crecimiento negativo desde la segunda guerra mundial imputable al primer shock petrolero. Para hacerle frente a la crisis, la estrategia principal consistió en incrementar la participación del gasto en ciencia y tecnología como proporción del PIB (Ver Cuadro No.1.1), destinada principalmente a la consolidación de nuevas capacidades permanentes de ciencia y tecnología que se pudiesen traducir en nuevos productos, incremento en la productividad y patentamiento. La meta consistió en acercar el nivel de gasto en ciencia y tecnología a niveles similares a los de Estados Unidos y algunos países europeos.

Este proceso se vió reflejado principalmente en los siguientes indicadores:

- Crecimiento significativo del gasto en ciencia y tecnología por parte de las empresas industriales
- El número de investigadores en la industria japonesa aumentó de 50.000 en 1965 a 300.000 en 1989
- Se buscó incrementar la participación del gasto correspondiente a investigación básica por encima de 3% en Estados Unidos a una proporción del 6.6%, sin reducir el gasto en investigación aplicada y desarrollo.
- Se aumentó significativamente el número de profesionales graduados con títulos de maestría y doctorados
- Se redujo el número de patentes aplicadas de otros países hacia patentes provenientes de firmas japonesas
- El número de institutos de investigación corporativos establecidos en Japón se incrementó es de menos de 10 a 40 desde 1951 a 1985. Desde mediados de la década del 80 las firmas japonesas más grandes empezaron a establecer laboratorios de investigación básica y un número creciente de laboratorios de investigación en el exterior.

^{10/} Ver D. E. Westney: "The Evolution of Japan's Industrial Research and Development". Aoki, Masahiko, Dore, Ronald, eds "The Japanese firm: source of Competitive Strength". (1994), Chapter 6.

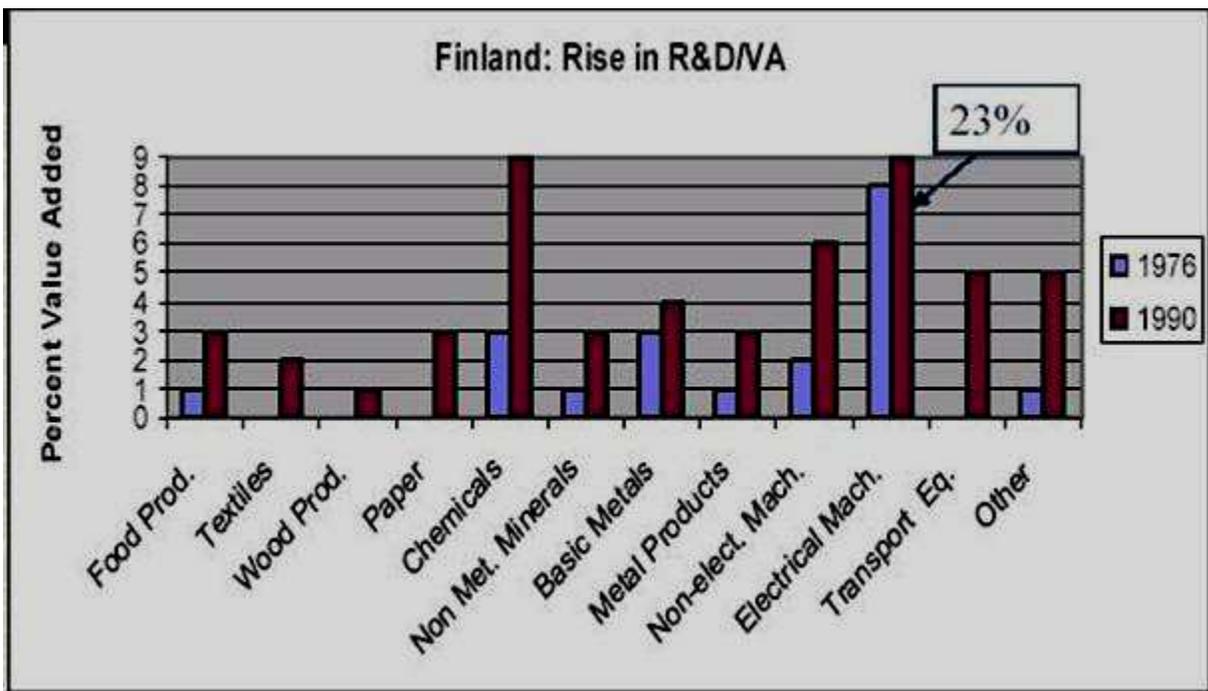
- Se estableció un fuerte vínculo entre las firmas y sus proveedores en el proceso de investigación y desarrollo, con un gran éxito ^{11/}.

1.6 FINLANDIA ^{12/}

El gasto en ciencia y tecnología en Finlandia como proporción del PIB es del 3.5% (ver Gráfico No.1.1), para un ingreso per capita superior a 17.000 dólares (Gráfico No.1.2). Para lograr esta meta Finlandia incrementó significativamente el gasto en ciencia y tecnología entre 1976 y 1990, como se aprecia en el Gráfico No.1.3 para las principales ramas industriales

Gráfico No.1.3

FINLANDIA: CRECIMIENTO EN EL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA



Tomado de Maloney 2003.

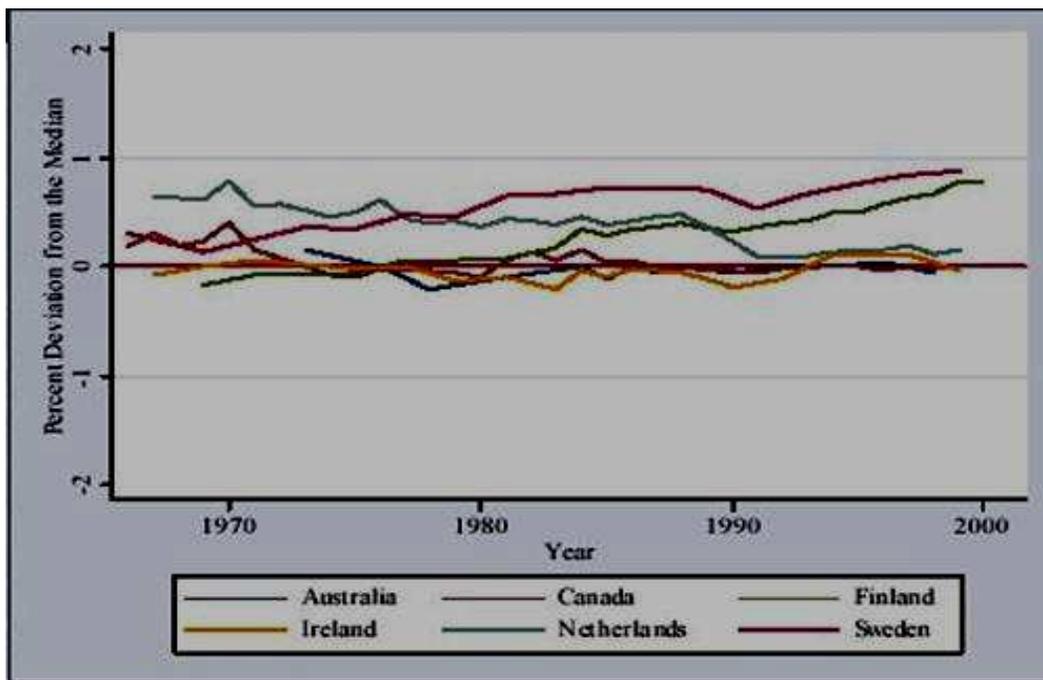
¹¹ / S. Watanabe: "Technological Linkages Between Formal and Informal Sectors of Manufacturing Industries". ILO, Working Paper (March 1978).

¹² / W. F. Maloney: "I&D, El Sistema Nacional de Innovación y Crecimiento: Cerrando la Brecha en Educación y Tecnología". Oficina del Economista Jefe del Banco Mundial para América Latina (2003).

El estudio de Lederman y Maloney (2003) ya citado ubica a Finlandia con un nivel de gasto en ciencia y tecnología por encima de la mediana de los países avanzados abundantes en recursos naturales (Gráfico No.1.4).

Gráfico No.1.4

GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA EN PAISES AVANZADOS ABUNDANTES EN RECURSOS NATURALES (PORCENTAJE DE DESVIACION CON RESPECTO A LA MEDIANA)



Tomado de Lederman y Maloney 2003.

La estrategia de Finlandia ha consistido en asignar incentivos al gasto en investigación y desarrollo del sector privado subsidiando proyectos, previa una evaluación de las nuevas ideas y financiando asesoría gerencial.

1.7 AMERICA LATINA

El gasto en ciencia y tecnología como proporción del PIB es inferior al 1% para América Latina y el Caribe, y aún para Iberoamérica. Sólo Brasil y Cuba tienen un nivel de gasto como proporción del PIB superior al 1%. España está cerca del 1%. (Cuadro No.1.4)

Cuadro No.1.4

GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA COMO PROPORCION DEL PIB: AMERICA LATINA Y
COLOMBIA

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Colombia	I+D						0,29%	0,34%	0,30%	0,21%	0,22%	0,18%	0,16%
América Latina y el Caribe	I+D	0,52%	0,53%	0,47%	0,53%	0,55%	0,58%	0,56%	0,50%	0,49%	0,54%	0,58%	0,62%
Iberoamérica	I+D	0,61%	0,63%	0,61%	0,64%	0,63%	0,65%	0,64%	0,59%	0,62%	0,65%	0,69%	0,71%
Total	I+D	2,12%	2,18%	2,12%	2,04%	1,96%	2,02%	2,04%	2,04%	2,09%	2,17%	2,21%	2,14%

Nota:

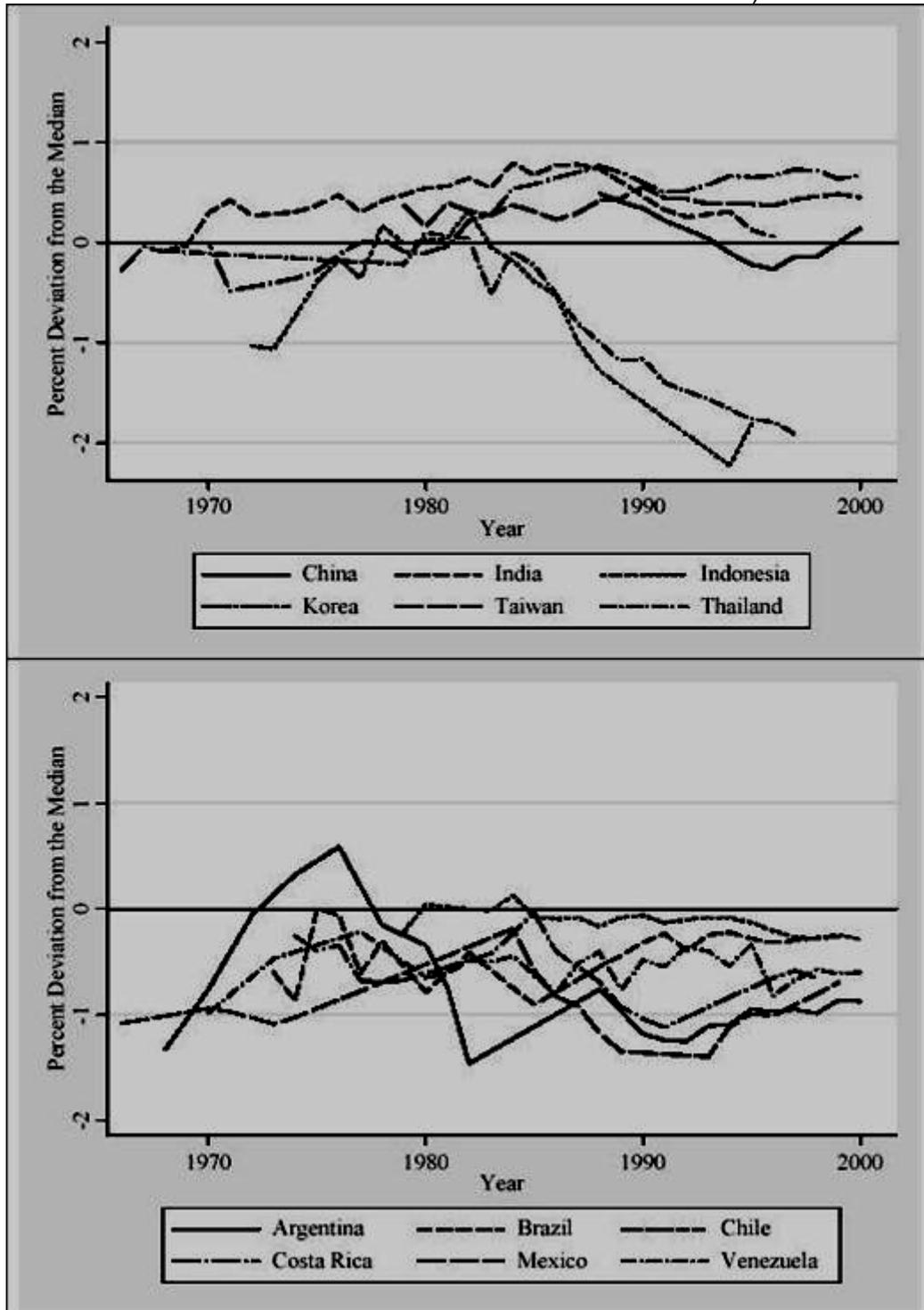
Los datos de los subtotales de *América Latina y el Caribe*, *Iberoamérica* y *Total* son estimados.

Fuente: *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2002*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2002.

Es importante también observar que el gasto en ciencia y tecnología para los países latinoamericanos está por debajo de la mediana de los países asiáticos. (Lederman y Maloney 2003). Ver Gráfico No.1.5

Gráfico No.1.5

GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA EN ASIA Y AMERICA LATINA (PORCENTAJE DE DESVIACION CON RESPECTO A LA MEDIANA)



Tomado de Lederman y Maloney 2003.

Por otra parte, a diferencia de lo que viene ocurriendo en los países industrializados en los últimos años y en los países no industrializados de mayor crecimiento, el gasto en ciencia y tecnología corresponde en América Latina predominantemente al esfuerzo del Estado. (Cuadro No.1.6 y Gráfico No.1.6)

Cuadro No.1.6

PARTICIPACION DEL ESTADO Y DEL SECTOR PRIVADO EN EL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA: AMERICA LATINA

			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
América Latina y el Caribe	I+D	Gobierno	65,2%	64,4%	62,1%	63,9%	61,0%	56,3%	55,8%	56,4%	57,0%	56,2%	56,7%	56,3%
		Empresas	26,1%	26,1%	26,6%	25,8%	28,9%	34,3%	35,4%	33,8%	33,2%	33,1%	32,6%	34,3%
		Educación Superior	5,7%	6,5%	7,8%	7,6%	6,8%	6,9%	6,4%	7,5%	7,0%	8,2%	8,3%	7,4%
		Org.priv.sin fines de lucro	1,3%	1,3%	1,4%	1,1%	0,9%	0,8%	1,0%	0,9%	0,8%	0,7%	0,4%	0,4%
		Extranjero	1,7%	1,8%	2,1%	1,5%	2,4%	1,7%	1,4%	1,3%	2,0%	1,8%	2,0%	1,6%
Iberoamérica	I+D	Gobierno	57,2%	56,8%	56,9%	59,0%	58,3%	54,1%	53,9%	54,3%	52,9%	53,1%	52,7%	53,2%
		Empresas	34,4%	34,7%	33,4%	31,3%	32,1%	36,8%	37,8%	36,6%	38,1%	37,7%	38,1%	38,2%
		Educación Superior	3,3%	3,6%	4,1%	4,3%	4,2%	4,4%	4,1%	4,8%	4,3%	4,9%	4,8%	4,5%
		Org.priv.sin fines de lucro	1,3%	1,2%	1,3%	1,2%	1,1%	0,9%	1,1%	0,9%	0,9%	0,8%	1,1%	0,8%
		Extranjero	3,8%	3,7%	4,3%	4,1%	4,3%	3,8%	3,1%	3,4%	3,8%	3,4%	3,3%	3,3%
Total	I+D	Gobierno	42,1%	39,6%	38,7%	38,6%	38,0%	36,3%	34,1%	32,6%	31,5%	30,0%	28,6%	28,9%
		Empresas	52,9%	55,2%	55,9%	55,8%	56,1%	58,0%	59,9%	61,4%	62,2%	63,7%	65,1%	64,5%
		Educación Superior	2,8%	2,9%	3,0%	3,1%	3,1%	3,1%	3,0%	3,1%	3,1%	3,2%	3,2%	3,3%
		Org.priv.sin fines de lucro	1,6%	1,7%	1,7%	1,8%	1,8%	1,7%	2,1%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,3%
		Extranjero	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	1,1%	1,1%	1,0%	1,1%

Notas:

Los datos de los subtotales de *América Latina*, *Iberoamérica* y *Total* son estimados.

Brasil: Educación Superior incluye los salarios de profesores universitarios de acuerdo con el Manual de Canberra.

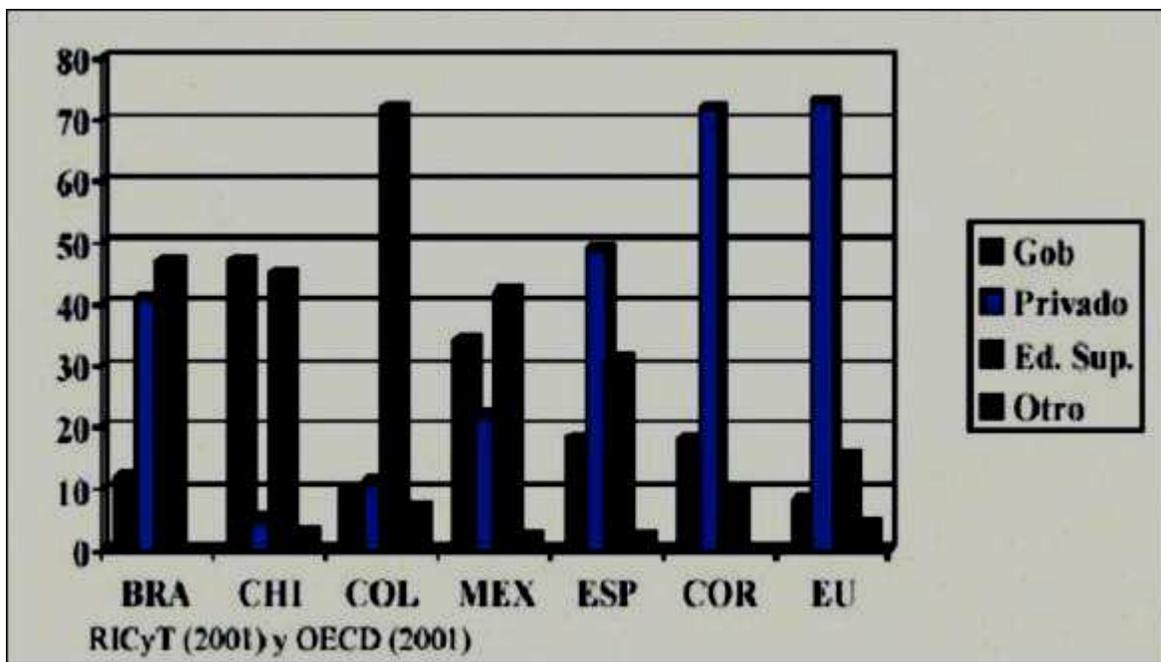
Cuba: Gobierno está constituido por fondos financieros provenientes del Presupuesto del Estado, con independencia de la institución

España: Gobierno incluye el sector de educación superior.

Fuente: *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2002*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

Gráfico No.1.6

PARTICIPACION DEL ESTADO Y DEL SECTOR PRIVADO EN EL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA : AMERICA LATINA



Tomado de Maloney 2003

Por otra parte, la eficiencia para traducir la investigación y desarrollo en patentes es baja en América Latina en comparación con otros países que realizan un mayor esfuerzo en el gasto en ciencia y tecnología (Ver Cuadro No.1.7 y Gráfico No.1.7).

Cuadro No.1.7

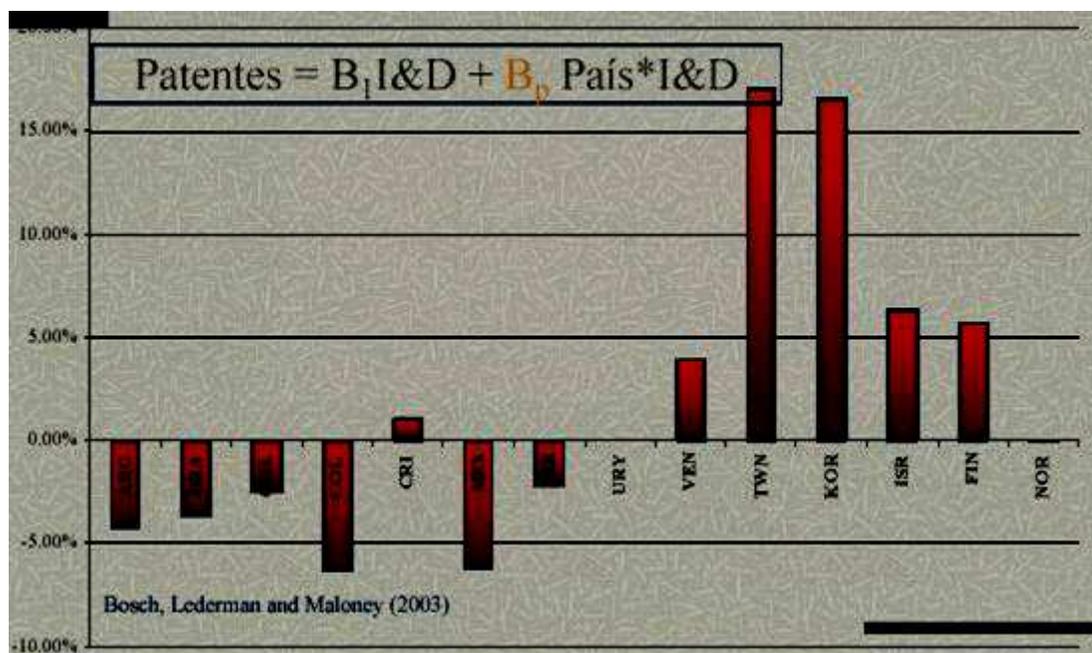
PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES PARA CADA 100.000 HABITANTES

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
América Latina y el Caribe	2,2	2,1	1,7	2,0	1,9	2,1	2,1	2,0	2,0	2,2	2,3	2,2
Iberoamérica	2,6	2,5	2,1	2,3	2,2	2,4	2,4	2,5	2,3	2,6	2,7	2,6
Total	14,1	13,4	13,7	14,8	15,4	17,4	15,1	16,7	18,4	20,0	21,5	20,6

Fuente: *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2002*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

Gráfico No.1.7

INDICADOR DE EFICIENCIA PARA CONVERTIR INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN PATENTES: AMERICA LATINA VS OTROS PAISES



Tomado de Maloney 2003

1.8 FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACION Y DESARROLLO

En este capítulo ha sido claro que los países que tienen una participación significativa y sostenida de gasto en ciencia y tecnología como proporción a su PIB, tienen también mejores logros en el nivel de desarrollo. Por otra parte, los países de menor desarrollo tienen por su parte mayores tasas de retorno social como resultado de la inversión en ciencia y tecnología. Sin embargo, el tema de las fuentes de financiamiento es crítico, particularmente para países en desarrollo y para las pequeñas y medianas empresas en cualquier tipo de país.

En esta sección se busca identificar los instrumentos de financiamiento disponible para las distintas necesidades de la investigación y desarrollo.

El primer elemento que salta a la vista es el de la disponibilidad de fuentes de financiamiento públicas y privados según el nivel de la investigación y desarrollo. Tal como se discutió en una sección anterior, la asignación de recursos por parte del mercado depende principalmente de la

existencia de incentivos para la apropiación de los resultados, según se trate o no de bienes públicos.

La siguiente matriz (Cuadro No.1.8) ilustra la tendencia internacional a la asignación de recursos según se trate de bienes públicos, cuasipúblicos o privados.

Cuadro No.1.8
ASIGNACION DE RECURSOS PÚBLICOS (E) Y PRIVADOS (P) POR NIVEL DE
INVESTIGACION SEGÚN INCENTIVOS

TIPO DE BIEN	INVESTIGACION BASICA	INVESTIGACION ADAPTATIVA	DESARROLLO
Bien público	E	E-P	
Bien cuasipúblico	E	E-P	E-P
Bien privado	P	P	P

E: Recursos del Estado

P: Recursos privados

Aunque la investigación básica tiende a ser financiada como bien público o cuasipúblico, también existen temas y factores que permiten que el financiamiento privado pueda recuperar la inversión.

Una de las dificultades mayores de financiar la investigación y el desarrollo con recursos privados de financiamiento externo privado consiste principalmente en que la investigación y desarrollo no puede colocarse como colateral de un crédito ^{13/}.

En general la investigación básica y parte de la investigación adaptativa se financia con recursos públicos, aunque en esta última puede haber participación mixta o totalmente privada. En cambio, la etapa de desarrollo de productos y procesos tiende a tener mayor participación privada por la vía de la propiedad intelectual ^{14/}.

^{13/} / N. Ozkan: "Effects of Financial Constraints on Research and Development Investment: an empirical Investigation". Applied Financial Economics, 12 (2002).

^{14/} / E. Trigo: "Reflexión sobre las Prioridades en Materia de Inversión Pública en las Políticas de Ciencia y Tecnología para el Sector Agropecuario". Reunión IICA Colombia (Abril 2004).

La financiación de la investigación y desarrollo con recursos públicos se hace usualmente a través de presupuestos nacionales, ministeriales, o estatales y regionales ^{15/}. En el caso de los países en desarrollo también se utiliza crédito externo con contrapartida de la nación respectiva. Las donaciones para estos propósitos han venido en proceso de reducción.

Dado que se trata de investigación básica o adaptativa, no siempre existe una capacidad institucional en los países que permita a los estados asignar estos recursos por mecanismos de competencia, a no ser que exista una capacidad institucional y de capital humano suficientemente amplio que permita la competencia. En el caso contrario la asignación de recursos se hace por contrato a plazos razonables con cláusulas contractuales que permitan evaluación sistemática de los resultados para garantizar eficiencia ^{16/}.

En el caso de la investigación que conduce a bienes cuasipúblicos, además de las fuentes anteriormente mencionadas, existen entre los países programas subsidiados ^{17/}, fondos de capital semilla, financiación en condiciones blandas y financiación mixta (pública y privada). Muchos de estos recursos se asignan por competencia.

La asignación de recursos provenientes del Estado a labores de investigación y desarrollo en empresas privadas permite reducir los costos de esta investigación y mejorar la rentabilidad social de la misma, como se ilustra en el estudio de Nadiri y Manumeas ^{18/}.

La financiación privada de la investigación y desarrollo depende en buena medida del tamaño de las firmas y de su relación con la disponibilidad de caja. Usualmente las firmas más grandes sin restricciones de caja tienden a financiarse con recursos internos de las empresas. En cambio las firmas grandes con restricciones de caja y las firmas más pequeñas tienden a

^{15/} / Un ejemplo relevante de este tema a nivel internacional es la financiación de la investigación en el sector agrícola con recursos estatales en los Unidos. Ver: D.N.Duvick: "Funding Agricultural Research An Assessment of Current Innovation". R. D. Weaver (Editor). "U.S. Agricultural Research: Strategic Challenges and Options". Chapter 6 (1993).

^{16/} / J. A. Laborde: "Inversión en Investigación Agropecuaria. La Visión desde lo Público. México Balance la Mitad del Sexenio" Reunión IICA Colombia (Abril 2004).

^{17/} / Programas de esta naturaleza existen en países como Estados Unidos, Alemania, Suecia, y Reino Unido. Ver B.H. Hall: "The financing of Research and Development". Oxford Review of Economic Policy. 18 (2002).

^{18/} / M.I. Nadiri, T. P. Manuneas. "The Effect of Public Infrastructure and R & D Capital on the Cost Structure and Performance of US Manufacturing industries." The Review of Economics and Statistics. (Feb 1994).

financiar su investigación y desarrollo con recursos externos. En ausencia de estos las firmas acuden a uso de fondos públicos o a fondos de capital de riesgo ¹⁹/.

Según Hall los principales problemas para financiar la investigación y desarrollo con fuentes externas a la empresa son las siguientes:

- Las asimetrías de investigación entre el inventor y el inversionista
- El riesgo moral de parte del inventor, o el proveniente de la separación entre la propiedad y la administración
- Las consideraciones tributarias que pueden introducir sesgos a la financiación con ganancias retenidas, con respecto a la financiación externa.

Las conclusiones del estudio de Hall son reafirmadas por el de Ozkan (2002).

Las fuentes privadas de financiamiento de la investigación y desarrollo pueden ser las siguientes: fondos de capital semilla, fondos de capital de riesgo, incentivos fiscales para el gasto en investigación y desarrollo, líneas especiales de crédito, participación accionaria en empresas relacionadas con el tema, utilización de recursos internos de las empresas, financiamiento a través de los rendimientos derivados del patentamiento y regalías a la investigación, o la venta de bienes y servicios por parte de las instituciones de investigación y desarrollo.

El Cuadro No.1.9 recoge los instrumentos disponibles según el tipo de investigación.

¹⁹ / Ver: - D.H.Hall: "Investment and Research and Development at the Firm Level: Does the Source of Financing Matter?" NBER Working Paper #4096 (June 1992).

- Hall (2002).

- D. Harhoff: "Are There Financing Constraints for R&D and Investment in German Manufacturing Firms?". Social Science Research Center Berlin. (Dec. 1997)

Cuadro No.1.9

FUENTES DE FINANCIAMIENTO SEGÚN TIPO DE INVESTIGACION

TIPO DE BIEN	INSTRUMENTO DE FINANCIAMIENTO	FORMA DE ASIGNACION
Bien Público	-Presupuesto de la Nación y Ministerios -Presupuesto de los estados o regiones -Crédito externo con contrapartida de la Nación. -Fondos especializados	Asignación por contrato
Bien cuasipúblico	-Presupuesto de la Nación y Ministerios -Presupuesto de los estados o regiones -Crédito externo con contrapartida de la Nación. -Fondos especializados -Fondos de capital semilla -Líneas de financiamiento especial	Asignación por competencia
Bien privado	-Donaciones -Fondos de capital semilla -Fondos de capital de riesgo -Incentivos fiscales -Líneas de financiamiento especial -Participación accionaria -Recursos internos de las empresas -Patentes y regalías -Venta de bienes y servicios	Asignación por rentabilidad privada

Como se vió en la sección anterior, en los países industrializados se tiende a financiar cada vez más con fuentes privadas, ante un mayor uso y desarrollo de los derechos de propiedad intelectual. En cambio en los países en desarrollo, y particularmente los de América Latina tienden a utilizarse en mayor proporción las fuentes de financiamiento público.

1.9 HACIA UN SISTEMA DE PRIORIDADES

Del contexto de este capítulo, el criterio principal para la asignación de recursos públicos y privados hacia la investigación y desarrollo debería ser la tasa de retorno social del programa o proyecto respectivo. Sin embargo, la instrumentación de este criterio exige desarrollos institucionales y diferenciación según los niveles aquí definidos de bien público o bien privado.

La asignación de recursos públicos bajo contrato, o bajo la modalidad de fondos de competencia requiere una identificación previa de prioridades estratégicas según el grado de desarrollo del país y según el nivel alcanzado por la ciencia y tecnología y por la capacidad desarrollada en un país específico, en especial si se trata de países en desarrollo.

Los criterios que motiven la definición de un proyecto o programa específico como un bien público o cuasipúblico deberían estar ligados con un pensamiento estratégico y prospectivo que incentive los intereses de los agentes involucrados en la investigación y desarrollo. Por otra parte, se requiere también que la toma de decisiones relacionados con la asignación de recursos sea acompañada de la cuantificación de impactos y de evaluaciones de beneficios y costos ex post del gasto ^{20/}.

Un ejemplo interesante de asignación de prioridades estratégicas para la asignación de recursos es el ejercicio periódico que realizan los centros internacionales de investigación agrícola (CGIAR).

En este contexto, es fundamental para asignar eficientemente recursos de investigación y desarrollo identificar con claridad las fallas de mercado y proponer metas de mediano y largo plazo relacionadas con los siguientes aspectos clave: ^{21/}

- Financiamiento según tasa de retorno social
- Desarrollo de capacidades institucionales, humanas y de información
- Desarrollo de las reglas del juego sobre propiedad intelectual
- Diseño de incentivos transparentes para el financiamiento público que reduzcan el riesgo moral y las asimetrías de investigación
- Identificar cuellos de botella que permitan el desarrollo de clusters
- Rediseño de incentivos tributarios
- Evaluación de los instrumentos de apoyo financieros como fondos de capital semilla y de capital de riesgo
- Mayor vinculación entre las instituciones académicas y productivas
- Evaluación ex post generalizada y transparente.

^{20/} / Un ejercicio de esta naturaleza fue realizado por el BID para la constitución de Fontagro y recientemente para la evaluación ex post. Ver al respecto:

- Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro): "Identificación de Prioridades: Hacia una Propuesta Metodológica que Compatibilice Interés de investigación a Nivel regional y Subregional" BID (Junio , 1996).
- A. F. Dias Avila: "Informe Final Evaluación de Proyectos y Mecanismos del Fontagro". New Haven, CT., (Julio de 2003)

^{21/} / Maloney (2003).

CAPITULO II

EL FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA EN COLOMBIA

2.1 INTRODUCCION

La coyuntura en la que se encuentra Colombia dentro del contexto internacional le otorga gran relevancia al tema del financiamiento de la ciencia y tecnología, ya que el país está enfrentado a importantes negociaciones de tratados de libre comercio, que exigen para el buen resultado de los mismos una inversión en ciencia y tecnología e innovación que permitan mejorar las condiciones de competitividad de los distintos sectores económicos, dentro del contexto de la mayor tasa de retorno que pueda obtenerse con el gasto en ciencia y tecnología destinado a este propósito.

En este capítulo se pretende evaluar de manera global en qué medida Colombia ha venido avanzando dentro de los lineamientos de la experiencia internacional esbozada en el capítulo I.

En este capítulo se presentarán algunos antecedentes sobre el tema, luego se describirán las tendencias que reflejan las principales cifras. También se presentará la relación entre las tendencias que indican las cifras de financiamiento y la institucionalidad desarrollada en el país en la última década. Finalmente, se contrastarán los resultados encontrados con requerimientos para consolidar en el país, un mayor desarrollo de los sistemas de ciencia y tecnología y de innovación, dentro de una perspectiva global.

2.2 ANTECEDENTES

Una reseña detallada de lo ocurrido en Colombia desde la creación de Colciencias (1968) y el desarrollo de una institucionalidad ya compleja relacionada con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) y con el Sistema Nacional de Innovación (SNI) trasciende el alcance de este trabajo ^{22/}. Tan solo se mencionan algunos elementos relevantes que pueden servir de punto de partida para la discusión del tema del financiamiento.

^{22/} / Ver al respecto el trabajo de Hernán Jaramillo S.: "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto Durante la Década de los Noventa". Trabajo realizado para la Cepal. Universidad del Rosario (Marzo 2004).

Las normas vigentes relacionadas con la institucionalidad de la ciencia y tecnología y con su financiamiento son la Ley 29 de 1990, el Decreto 393 de febrero de 1991, el Decreto 591 de febrero de 1991 y el Decreto 585 de 1991, entre otros.

En esta normatividad se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, los consejos de programa de ciencia y tecnología y se plantean reglas de participación y financiamiento por parte del Estado de las actividades de ciencia y tecnología: la creación de corporaciones mixtas de ciencia y tecnología y la posibilidad de contratación y aporte accionario por parte del Estado a este tipo de actividades. En un anexo a este capítulo se presentan los aspectos vigentes de esas normas que tienen relación con el financiamiento.

Otras modificaciones legales importantes posteriores que amerita mencionar aquí son las siguientes:

- Las distintas normas que crean fondos parafiscales para el sector agropecuario, parte de cuyos recursos debe destinarse a investigación en el sector.
- La Ley 344 de 1996 asigna el 20% del presupuesto del Sena para el financiamiento de proyectos de desarrollo tecnológico.
- Las leyes 383 de 1997 y 663 de 2000 modifican el estatuto tributario en lo que se refiere a estímulos fiscales para inversiones en ciencia y tecnología.
- La Ley de las Mipymes (Ley 590 de 2000) crea el Fondo Colombiano para la Modernización y el Desarrollo Tecnológico de estas empresas (FOMIPYME).
- La Ley 643 de 2001 sobre juegos de suerte y azar destina el 7% de los recursos de las loterías para un fondo de investigación en salud reglamentado por el Decreto 2878 de 2001.
- El Decreto 2324 de 2000 sobre el fondo de comunicaciones.

2.3 LO QUE MUESTRAN LAS CIFRAS

Según las cifras de RICYT comparables con las del capítulo I, la participación del gasto en ciencia y tecnología de Colombia ha venido descendiendo de 0.29% a 0.16% entre 1995 y 2001, indicadores de un nivel poco satisfactorio dentro del contexto discutido en ese capítulo

(ver Cuadro No.2.1). De la misma manera, las aplicaciones de patentes (con información del Banco Mundial) es muy precaria para Colombia (Gráfica No.2.0).

CUADRO No.2.1

GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA COMO PROPORCION DEL PIB: AMERICA LATINA Y COLOMBIA (%)

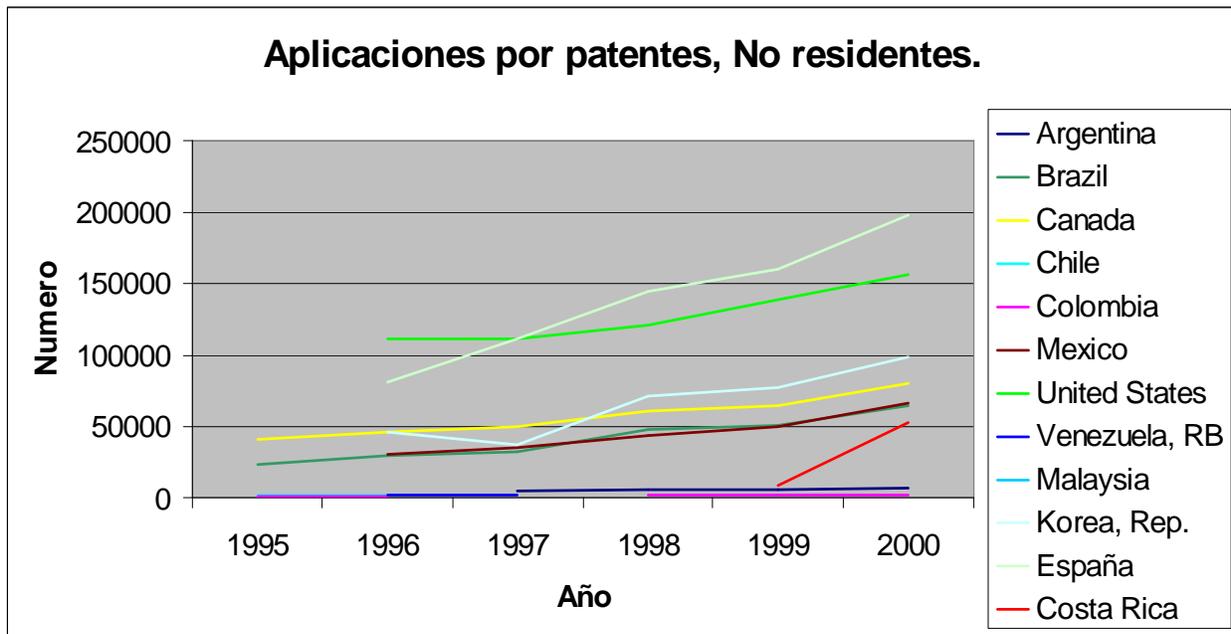
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Colombia	I+D						0,29%	0,34%	0,30%	0,21%	0,22%	0,18%	0,16%
América Latina y el Caribe	I+D	0,52%	0,53%	0,47%	0,53%	0,55%	0,58%	0,56%	0,50%	0,49%	0,54%	0,58%	0,62%
Iberoamérica	I+D	0,61%	0,63%	0,61%	0,64%	0,63%	0,65%	0,64%	0,59%	0,62%	0,65%	0,69%	0,71%
Total	I+D	2,12%	2,18%	2,12%	2,04%	1,96%	2,02%	2,04%	2,04%	2,09%	2,17%	2,21%	2,14%

Nota:

Los datos de los subtotales de *América Latina y el Caribe*, *Iberoamérica* y *Total* son estimados.

Fuente: *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2002*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2002.

GRÁFICA No.2.0



Fuente: elaborado en cifras del Banco Mundial

A partir de la fuente de información del cuadro No.2.1, se encuentra que la participación del Estado y de las empresas en el financiamiento del gasto en ciencia y tecnología cayó para ambos sectores y que el financiamiento de la educación superior fue creciente en el mismo período (Cuadro No.2.2), en contraste con el incremento de la participación de las empresas privadas en los países desarrollados, tal como se ilustró en el capítulo I.

CUADRO No.2.2
GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO
COLOMBIA: (%)

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Colombia	I+D												
	Gobierno						35,0%	40,1%	33,1%	22,2%	23,9%	16,6%	13,2%
	Empresas						52,8%	41,5%	44,8%	49,5%	44,7%	48,4%	46,9%
	Educación Superior						10,9%	12,0%	17,7%	25,1%	29,2%	33,6%	38,3%
	Org.priv.sin fines de lucro						1,4%	6,4%	4,2%	2,9%	2,2%	1,4%	1,7%
	Extranjero												

Fuente: *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2002*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

Según las estimaciones del Observatorio de Ciencia y Tecnología, el gasto en ciencia y tecnología colombiano en el período 1996-2001 cayó en precios constantes de 1995. (Cuadro No.2.3) ²³/.

²³ / Esta consultoría entró en contacto con el Observatorio de Ciencia y Tecnología con el fin de actualizar la información posterior al año 2001. La información posterior hace parte de un proyecto que aún no ha concluido y el resultado definitivo no está aún disponible.

CUADRO No.2.3
GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA (*) -Millones de Pesos

Sectores	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sector Gubernamental (1)	192,946	304,000	315,930	205,126	295,763	319,466	372,509
Sector Universidades (2)	24,606	38,489	63,380	78,987	90,597	104,464	121,801
Sector Empresarial (3)	182,680	203,973	246,208	241,510	211,296	230,228	228,678
Organizaciones sin ánimo de lucro (4)	3,193	20,505	15,025	9,160	6,855	4,356	5,272
Total	403,425	566,967	640,543	534,784	604,511	658,514	728,260
Total en millones de pesos de 1995 (5)	403,425	485,133	469,095	338,956	340,526	335,291	325,113

Fuente: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología -OCyT

(1) La inversión del sector gubernamental se estima a partir de los proyectos de ciencia y tecnología del

(2) La inversión del sector de universidades se estima a partir de la Encuesta de Educación Superior que

(3) La inversión del sector empresarial se estima aplicando el porcentaje, por sectores industriales, de inversión en actividades de ciencia y tecnología sobre ventas de la I EDT (1996) y se aplica a los

(4) Se obtiene de la información de proyectos que ha financiado Colciencias a las organizaciones sin ánimo

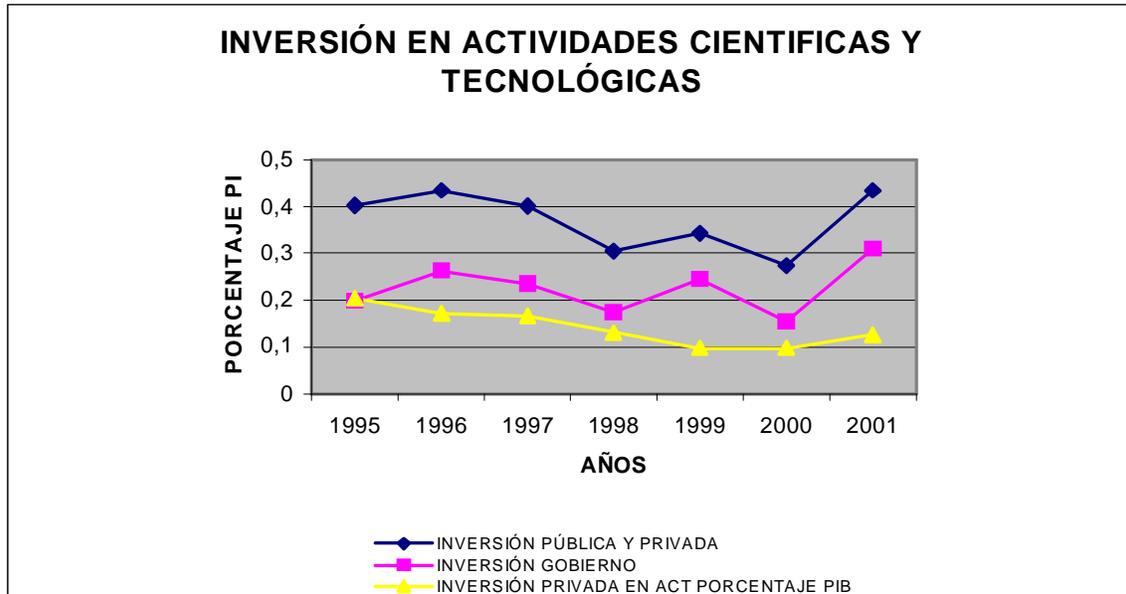
(5) Deflactor obtenido de datos de DNP

(*) No están considerados los fondos parafiscales ni los incentivos tributarios a las actividades de ciencia y

Tomado de: Hernán Jaramillo (2004).

Por otra parte, los estimativos de Planeación Nacional sobre la inversión en ciencia y tecnología como proporción del PIB muestran una tendencia decreciente entre 1995 y 2000 (Gráfica No.2.1).

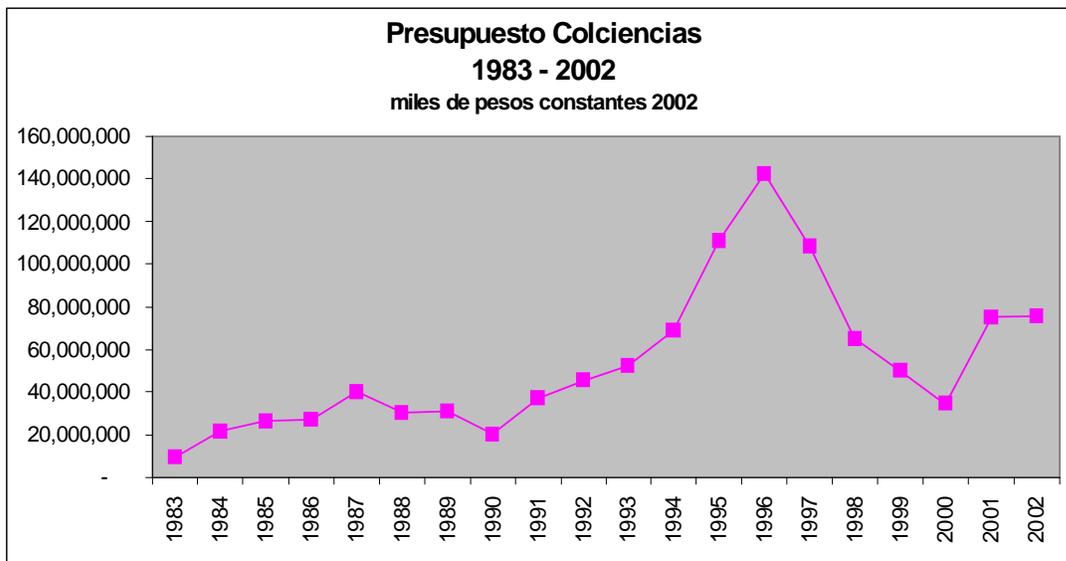
GRAFICA No.2.1



Fuente: DNP, Subdirección de Ciencia y Tecnología, 2002.
Tomado de: Hernán Jaramillo (2004) y Conpes 3080 de 2000

Una serie del presupuesto de Colciencias entre 1983 y 2002 a pesos constantes indica tres subperíodos claramente delimitados (ver Gráfica No.2.2):

GRAFICA No.2.2



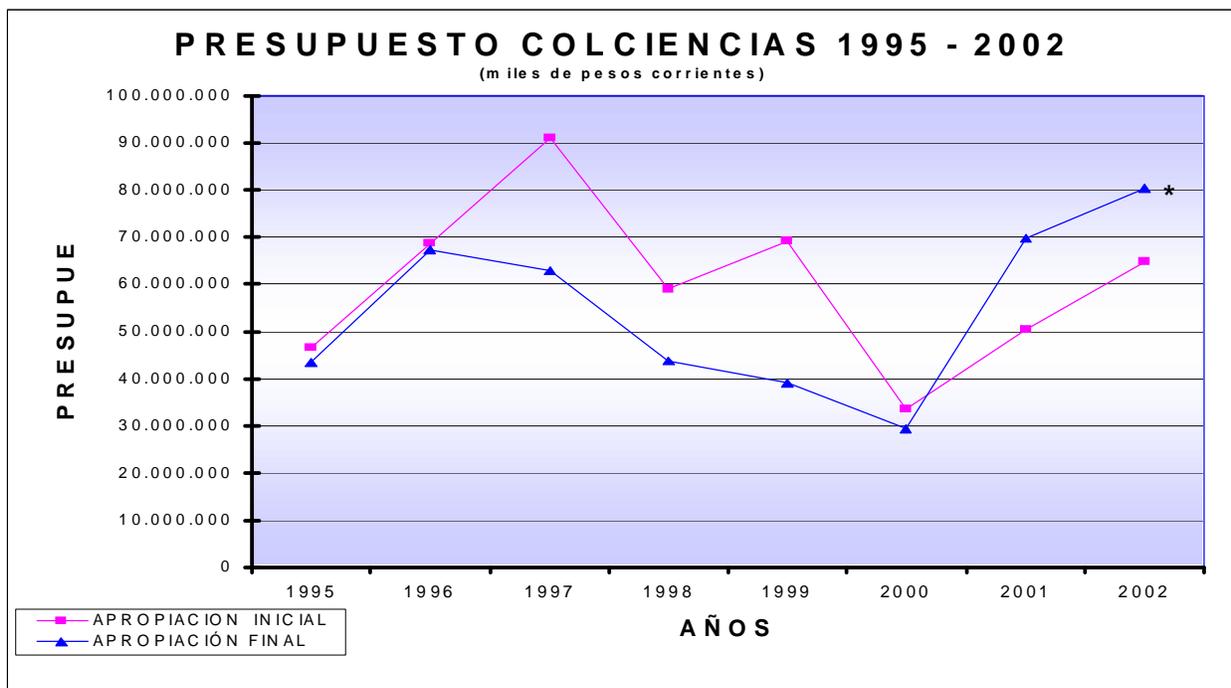
Fuente: Colciencias, Crédito Externo
Tomado de: Hernán Jaramillo (2004) y Conpes 3080 de 2000

- Una fase de crecimiento de recursos entre 1983 y 1996
- Una fase de reducción de recursos entre 1997 y 2000
- Y una fase de recuperación a partir del año 2001

Una evaluación del comportamiento del presupuesto de Colciencias, comparando las cifras de apropiación inicial con las de apropiación final entre 1995 y 2002, permite encontrar lo siguiente:

Mientras que entre 1996 y el año 2000 la apropiación final de recursos del presupuesto fue inferior al presupuesto inicial, a partir del 2001 se incorporan recursos por convenios con el Sena, DNP y salud, que permiten que la apropiación final sea superior a la inicial. (Gráfica No.2.3).

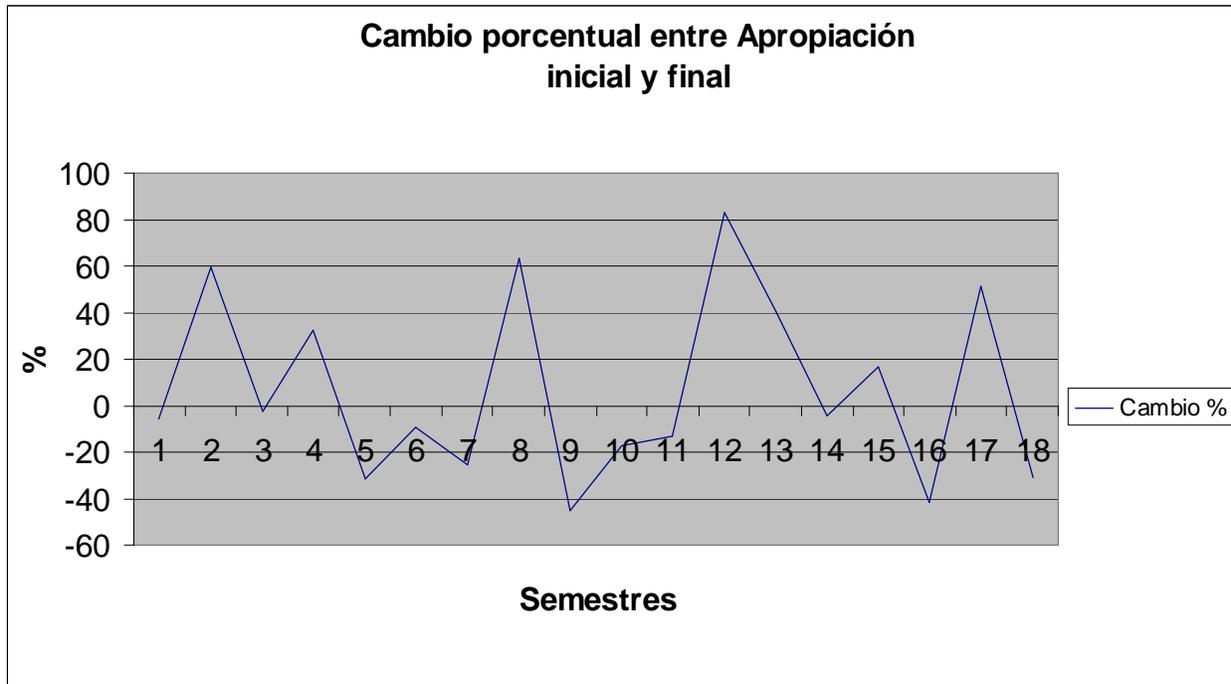
GRAFICA No.2.3



Fuente: Elaborado por la consultoría con información de Colciencias

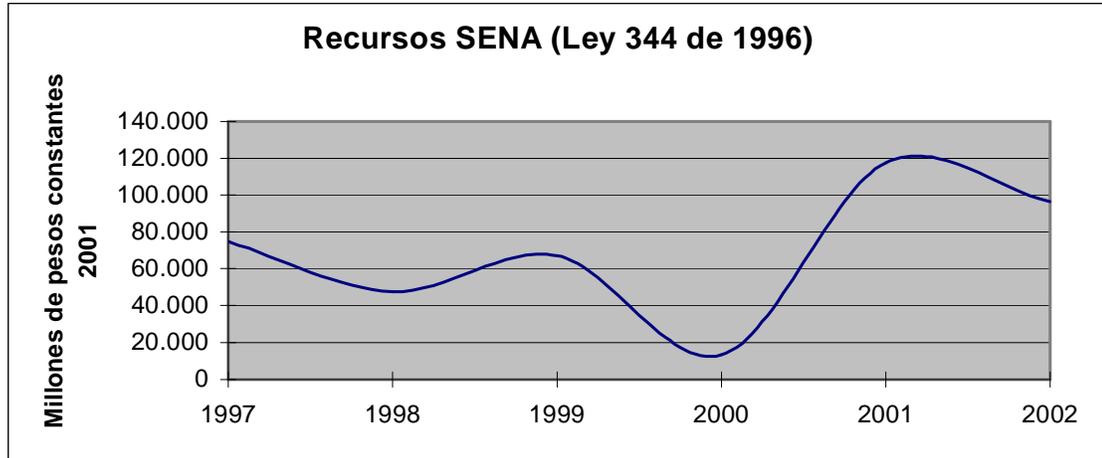
La Gráfica No.2.4 ilustra la volatilidad del cambio porcentual entre la apropiación inicial y final del presupuesto de Colciencias en el período 1995-2002. Esto fortalece el punto de vista del bajo nivel de sostenibilidad del financiamiento de Colciencias.

Gráfica No.2.4
Indicador de volatilidad de la asignación presupuestal de Colciencias
(1995-2002)



El siguiente gráfico ilustra cómo los recursos del Sena provenientes de la Ley 344 de 1996 se incrementan a partir del año 2000, teniendo así su efecto sobre el presupuesto de Colciencias. (Gráfica No.2.5).

GRAFICA No.2.5

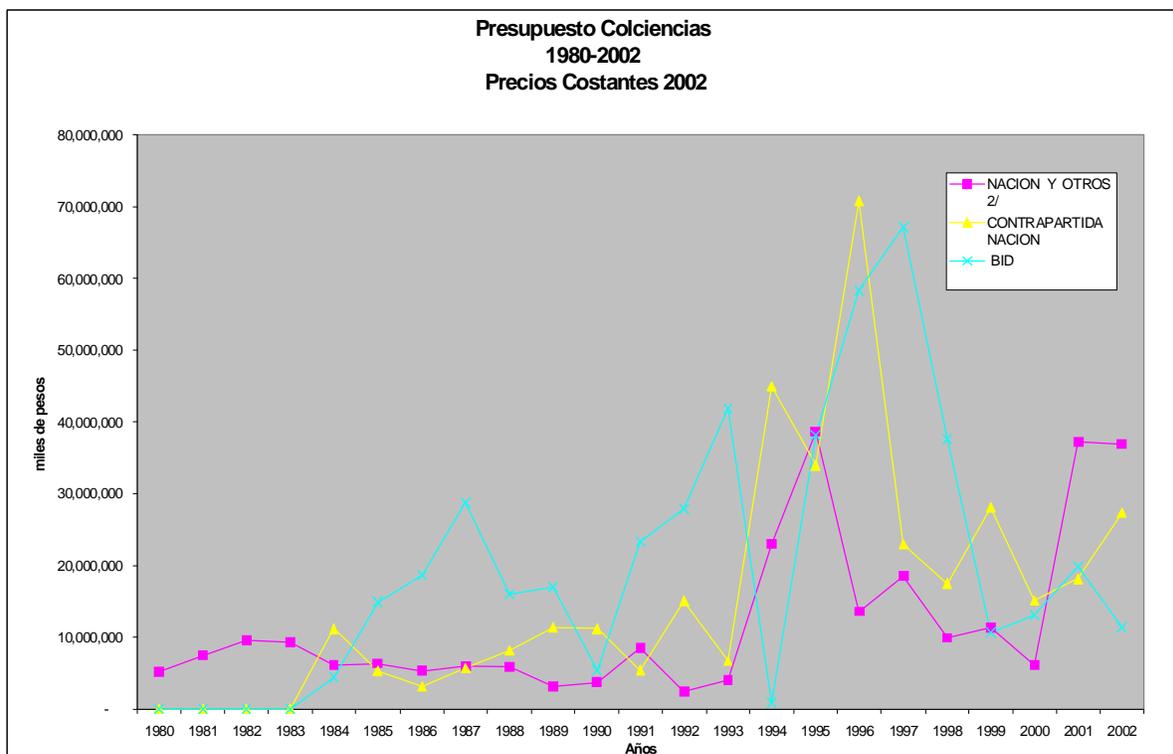


Fuente: Colombia Compite: Plan Decenal 1999 – 2009. Participación del SENA en la Ciencia y la Tecnología. Presentación de Armando Calderón Loaiza, VI Encuentro de Competitividad.

Tomado de: Hernán Jaramillo (2004).

Sin embargo, la principal fuente de largo plazo del financiamiento de Colciencias ha sido la contratación de dos créditos BID y la correspondiente contrapartida de la nación. Como se aprecia en la Gráfica No.2.6, estos recursos externos fueron los que permitieron mantener un crecimiento sostenido de los recursos del presupuesto de Colciencias, mientras se mantuvo esa fuente de financiamiento.

GRAFICA No.2.6
FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL PRESUPUESTO DE COLCIENCIAS



Fuente: Colciencias, Crédito Externo

Tomado de: Hernán Jaramillo (2004).

Todo lo anterior indica que el gasto en ciencia y tecnología que depende del presupuesto de Colciencias está asociado fuertemente a la existencia de crédito externo y de convenios especiales. En ausencia de lo anterior la asignación de presupuesto a la entidad proveniente del Presupuesto Nacional depende fuertemente del ciclo fiscal y de las restricciones macroeconómicas del país.

En el informe final de evaluación externa Ex Post del crédito BID II ^{24/} se afirma al respecto lo siguiente:

"La continuidad de la financiación en ciencia y tecnología ofrecida por el gobierno a través de Colciencias, se ve afectada de manera sustancial por los sistemas de manejo de caja y de divisas extranjeras que opera el Ministerio de Hacienda. Si bien los sistemas establecidos

^{24/} / Programa Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico 1990-1994. (Préstamos BID II: CO - 558 y SF - 835) Evaluación Ex Post - Informe Final. (Enero 1998).

tienen por objeto cumplir con los objetivos nacionales de la política pública tiene consecuencias negativas en la capacidad de Colciencias para ofrecer financiación continuada a los grupos de investigación" (pag. 139).

También se dice lo siguiente:

"Las dificultades financieras de Colciencias plantean dos problemas diferentes: uno, el relacionado con las disponibilidades de caja para responder a los compromisos anuales contraídos de acuerdo con los presupuestos asignados, lo cual es el reflejo de la política fiscal, y las dificultades asociadas a la necesidad de tener un comportamiento similar al de un banco cuando se tiene una normatividad jurídica de instituto descentralizado".

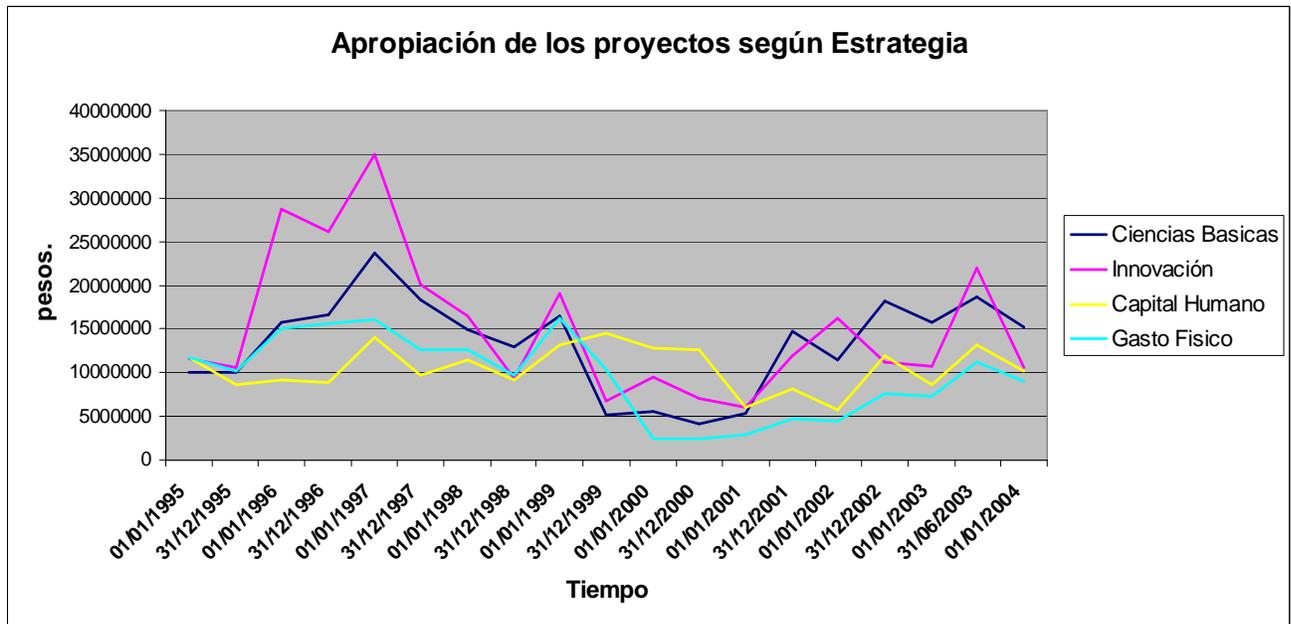
Y más adelante se afirma lo siguiente:

"El desarrollo futuro de la posibilidad que tiene el país de utilizar la ciencia y tecnología como herramienta para el desarrollo económico y social, para lograr competitividad en algunos campos, tiene que ver de manera inequívoca con las decisiones que se tomen sobre el tema de la sostenibilidad de capacidades de oferta competitiva en el campo de la ciencia y la tecnología..."

"De otra parte, cuando se hable de financiación de investigación para el desarrollo es inevitable el establecer prioridades y estrategias de concentración de recursos, de otra manera, es imposible pensar en tener impactos con las limitaciones económicas, de recursos humanos y de infraestructura que tiene el país" (Pag. 155 y 156).

Resulta de gran interés observar la evolución de la asignación de recursos de Colciencias a proyectos relacionados con investigación básica, innovación, formación de capital humano e inversión e infraestructura física. En la Gráfica No.2.7 elaborado por la consultoría con cifras de Colciencias entre 1995 y 2003, se aprecia que los cuatro componentes siguen usualmente el ciclo ya mostrado del presupuesto total. Sin embargo, la apropiación de recursos a las ciencias básicas se rezaga durante el período de aplicación de recursos del BID II y en el período 1999-2001.

GRAFICA No.2.7
ASIGNACION DEL PRESUPUESTO DE COLCIENCIAS



Fuente: Elaborado por la consultoría con cifras de Colciencias.

Al respecto, en el citado informe de evaluación Ex Post del Programa BID II se afirma lo siguiente:

... "En todas las instituciones de financiación al desarrollo, incluido el BID ha habido una tendencia a enfatizar los impactos más inmediatos del desarrollo y a prestar mayor atención a los diseños de proyectos que parezcan conducir a impactos más rápidos y medibles..."

"Esto hizo que el BID insistiera en hacer importantes asignaciones al sector productivo, y que casi toda la financiación se encaminará hacia las ciencias duras".

"Como resultado, se asignaron más recursos al desarrollo de la tecnología en el sector privado, a pesar de que la demanda de este sector siguió siendo poca"...

"En términos de prioridad, creemos que fue un error asignar una prioridad tan baja a estas áreas (se refiere a las ciencias naturales y sociales) porque en primer lugar debido a la corta historia y experiencia de investigación en las instituciones colombianas, existió una mayor necesidad de reconocer expresamente la urgencia e importancia de creación de capacidades que se requieren del lado de la oferta en el sistema de Ciencia y Tecnología con el fin de crear "real oferta". La baja prioridad acordada a la investigación básica tuvo como resultado una

atrofia de ciertas áreas importantes de investigación que habían sido iniciadas con fondos del BID ^{25/}

El plan de desarrollo del presente gobierno "Hacia un Estado Comunitario" (Ley 812 de 2003, capítulo II, Artículo 8) plantea como meta que el gasto en ciencia y tecnología ascienda al 0.6% del PIB en el año 2006. Los estimativos de Colciencias correspondientes al presupuesto requerido de inversión se presentan en el Cuadro No.2.4, que equivale al 11% del total de gasto en ciencia y tecnología del país en el año 2006 ^{26/}.

CUADRO No.2.4
ESTIMACION DEL GASTO EN CyT Y PARTICIPACION DE COLCIENCIAS 1999-2006
(Millones de pesos de 2002)

CONCEPTO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
PRESUPUESTO DE INVERSION COLCIENCIAS	48.959	36.692	87.469	94.727	86.919	92.280	124.827	156.386
PRESUPUESTO DE COLCIENCIAS / GASTO CyT (%)	6.6%	5.7%	11.4%	12.3%	10.9%	10.6%	11.0%	11.0%
Fuente: Colciencias (2003)								

En el documento citado de Colciencias (noviembre, 2003) se presentan también estimaciones de requerimientos de recursos financieros para formación de recurso humano y para la creación de centros de excelencia en temas estratégicos para el país articulados con clusters para la innovación en las siguientes áreas: biotecnología, salud, Telecomunicaciones e Informática, agricultura orgánica, agroindustria, biodiversidad, energía, cultura y turismo ^{27/}.

Como conclusiones preliminares de esta sección se puede afirmar lo siguiente:

^{25/} IBID pags 123 y 124.

^{26/} María del Rosario Guerra: "Lineamientos Básicos de Política de Ciencia y Tecnología". Colciencias (Noviembre 2003).

^{27/} / Ver también Colciencias: "Contratación de un Crédito Externo con el Banco Interamericano de Desarrollo por dólares 20 millones con destino a la financiación del Programa "Fortalecimiento de la Investigación y la Innovación para la Competitividad" (abril 2004).

- La asignación de recursos financieros a la ciencia y tecnología en el país es altamente volátil y depende de los ciclos fiscales, de la disponibilidad de recursos del crédito externo y de convenios especiales con entidades diferentes a Colciencias.
- La volatilidad es mayor para la asignación de recursos a la investigación básica por cuanto en los últimos años se vienen destinando recursos más permanentes a innovación provenientes del Sena y de fondos especializados, tales como los fondos de salud y de comunicaciones.

2.4 RELACION ENTRE EL DESARROLLO DE LA INSTITUCIONALIDAD DE LA CIENCIA Y TECNOLIGIA Y SU FINANCIAMIENTO DESDE LA DECADA DEL 90

En la actualidad Colciencias tiene un consejo directivo al cual asisten usualmente funcionarios del segundo nivel de administración y puede considerarse como el organismo que plantea las políticas de la entidad.

Al mismo tiempo, existe el consejo nacional de ciencia y tecnología integrado por funcionarios del primer nivel de la administración y presidido por el Presidente de la República que en la práctica no es un organismo que diseñe y trace la política de la ciencia y tecnología. El diseño de la política hoy se encuentra en los ministerios, los cuales parcialmente plasman parte de la misma en los consejos sectoriales de programa en los cuales participan.

El país ha sido muy creativo en la década del noventa al vincular al sistema básico de ciencia y tecnología integrado por estos consejos, un sistema nacional de innovación, al cual pertenecen los Centros de Desarrollo Tecnológico y los Sistemas Regionales de Innovación. A este sistema contribuye también el Sena, tal como se indicó y también se creó el Fondo Nacional de Productividad y Competitividad.

Un recuento detallado del surgimiento de los dos sistemas y de las dificultades de su integración y coordinación se presenta en el documento Conpes 3080 de 2000 ²⁸. El problema

²⁸ / "Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002". Documento Conpes 3080, DNP. (Junio 2000).

de coordinación de políticas y de recursos en el sistema nacional de innovación se mantiene vigente, tal como se puede apreciar en el documento Conpes 3280 de abril de 2004 ²⁹/.

El mapa institucional y de instrumentos se ha completado en los últimos años en el Sistema Nacional de Innovación con la creación de los incentivos tributarios a la inversión (Reformas Tributarias Ley 788 de 2002 y Ley 795 de 2003 y la creación de líneas de segundo piso en Bancoldex, FINAGRO, Fonade y Findeter).

Dentro del desarrollo de la consultoría se llevaron a cabo reuniones con funcionarios de Colciencias con el fin de evaluar la forma como opera el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y los Consejos de Programas Nacionales de Desarrollo Científico y Tecnológico y su relación con las políticas del resto del gobierno.

En la práctica Colciencias no es el organismo gubernamental que diseña los objetivos, estrategias, instrumentos y metas de la política nacional de ciencia, tecnología e innovación. Colciencias opera unos consejos que administran unos recursos limitados y no diseña la política transversal, como ocurre en los países que cuentan con un ministerio de ciencia y tecnología o con un organismo público independiente responsable de política ³⁰/.

El diseño y la ejecución de la política de ciencia, tecnología e innovación está a cargo de los ministerios sectoriales y supuestamente Colciencias debe ejercer con ellos una coordinación.

Con la creación de corporaciones mixtas de ciencia y tecnología, el incremento del presupuesto del Sena para innovación, el crecimiento de los fondos parafiscales, la creación de los nuevos fondos mencionados al comienzo de este capítulo, Colciencias va perdiendo mayor ingerencia en una misión relacionada con la política global de la ciencia y tecnología, ya que los instrumentos disponibles están cada vez fuera de su alcance, orientación e ingerencia, que no ejerce tampoco el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

²⁹ / "Optimización de los Instrumentos de Desarrollo Empresarial. Documento Conpes 3280. DNP, Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (Abril de 2004).

³⁰ / Entre los países que cuentan con un ministerio independiente de ciencia y tecnología pueden mencionarse a Francia, España y Brasil.

El tema de la coordinación institucional, de la posibilidad de diseñar políticas y la capacidad de orientar recursos hacia las mismas están íntimamente entrelazados. Desafortunadamente se ha avanzado notablemente en la creatividad institucional y de instrumentos, pero poco en la capacidad de generar impacto y eficiencia por parte del sistema como un todo, tal como lo reflejan las cifras presentadas en este capítulo.

Como aparece también en la evaluación citada del BID II:

"Hay poca muestra de que Colciencias tuviera un plan general para lograr una mayor sostenibilidad de la investigación en las instituciones colombianas".

"... Esto no quiere decir que Colciencias no estuviera conciente de estos aspectos y no hiciera nada al respecto. En realidad ha promocionado varias ideas constructivas, entre otras, el desarrollo de nueva tecnología, métodos para tener acceso a nuevos fondos con destino a actividades de ciencia y tecnología, pero en lo que respecta al marco más amplio de las exigencias que se han impuesto a la institución, no pudimos observar que se siguiese sistemáticamente una serie de metas y objetivos para contribuir a aumentar la sostenibilidad del sector de investigación y desarrollo en el país".

"En cuanto a los criterios para el seguimiento y evaluación de los resultados de la investigación se encontró que en general solo se utilizaron criterios financieros que comparaban los recursos aprobados con los ejecutados a precios corrientes".

"No se tiene ninguna información utilizable en la evaluación sobre la calidad de los resultados a través del tiempo. Pero si se sabe que uno de los aspectos más importantes en Colombia ha sido la alta variabilidad de los recursos financieros ofrecidos en cualquier año en particular para apoyar la ciencia y tecnología. Además de eso, durante el programa BID II los fondos asignados a los diferentes sectores han sido sumamente variables a través del tiempo..."

"La evaluación muestra claramente una situación de apoyo cíclica que coloca al sector de la investigación en aprietos, reduce la continuidad y afecta negativamente el desarrollo de capacidad y no contempla la sostenibilidad. También muestra que se tiene un sector de investigación más frágil y pequeño de lo que Colombia necesita, y que al parecer los supuestos utilizados sobre BID II sobredimensionaron la infraestructura disponible y subdimensionaron los recursos de fomento requeridos para su desarrollo..."

"En el papel, Colombia tiene numerosos mecanismos de alto nivel para fomentar los vínculos de política, empezando por el Conpes, seguido por una serie enorme de comités de alto nivel. Sin embargo hemos tenido la impresión de que muchos de esos comités tienden a ser menos que plenamente eficaces por una variedad de razones, entre las que mencionaríamos el uso de miembros alternos sin ninguna información previa, poca asistencia, agendas poco claras, y falta de procesos de seguimiento..."

"Además, al parecer, en muchos de los ministerios del estado colombiano hay poca capacidad interna para tratar temas sobre la ciencia y tecnología contemporáneas..."

"Durante las entrevistas, muchos de nuestros interlocutores coincidieron en que Colciencias necesita un cambio profundo si pretende hacer una contribución significativa al desarrollo del país mediante la utilización del conocimiento.."

"Efectivamente, Colciencias parece tener serios problemas en relación con la capacidad de gestión de su enorme agenda para formular políticas y prestar asistencia a las empresas públicas y privadas con miras al desarrollo de la Investigación y Tecnología...^{31/}.

Y con respecto a los consejos de programa se dice lo siguiente:

"En la evaluación no fue posible evaluar el impacto de la creación de los Consejos Nacionales que tutelan los 11 programas por cuanto éstos estuvieron dedicados a la aprobación de proyectos y no a la definición de políticas o planes de trabajo".

Con respecto a la relación entre el Plan de Desarrollo y un Plan de ciencia y tecnología, la evaluación Ex Post dice:

... "No existió una verdadera correlación entre el Plan Nacional de Desarrollo "La Revolución Pacífica" y la ejecución del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología "Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta" en lo que al financiamiento de proyectos se refiere. El plan de Desarrollo asignaba a la ciencia y tecnología la función primordial de apoyar en forma generalizada los procesos de modernización tecnológica e innovación creativa en todos los sectores de la economía. La tarea asignada era de tal magnitud que la capacidad científica y tecnológica nacional no era suficiente para cumplirla y, por otra parte, al no existir una acción preactiva los recursos asignados, escasos por cierto, fueron absorbidos por otros sectores".

Como conclusión de esta sección, se puede afirmar que en los últimos años se hace mayor énfasis en el desarrollo institucional y de financiamiento de la innovación que empieza a contar con mayores recursos en comparación con la investigación básica y estratégica.

En términos de la terminología utilizada en el primer capítulo, se fortalecen prioritariamente la investigación e innovación que permite apropiación de bienes "cuasipúblicos y privados" ^{32/}, pero no se hace suficiente énfasis en la investigación estratégica y básica como "bien público", que son áreas prioritarias para la competitividad y sostenibilidad .

^{31/} / Programa Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico 1990-1994. (Préstamos BID II: CO - 558 y SF - 835) Evaluación Ex Post Informe Final). Enero 1998. Pag. 135 a 138.

^{32/} / Un ejemplo importante del fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación es el "Plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad, 2000-2010" (Diciembre 2000).

2.5 REQUERIMIENTOS INSTITUCIONALES PARA UNA ASIGNACION EFICIENTE Y SOSTENIBLE DE RECURSOS A LA CIENCIA Y TECNOLOGIA

Si se toman los elementos básicos derivados del capítulo I sobre la experiencia internacional, así como el diagnóstico presentado sobre Colombia en las secciones anteriores de este capítulo, se llega fácilmente a la conclusión de que una asignación eficiente y transparente de recursos provenientes del estado para la ciencia y tecnología, con el carácter de "bien público" o bien "cuasipúblico" requiere de unos prerrequisitos institucionales que orienten los incentivos de los agentes participantes en la oferta y demanda de ciencia y tecnología en la dirección que permita incrementar el retorno social del gasto en ciencia y tecnología.

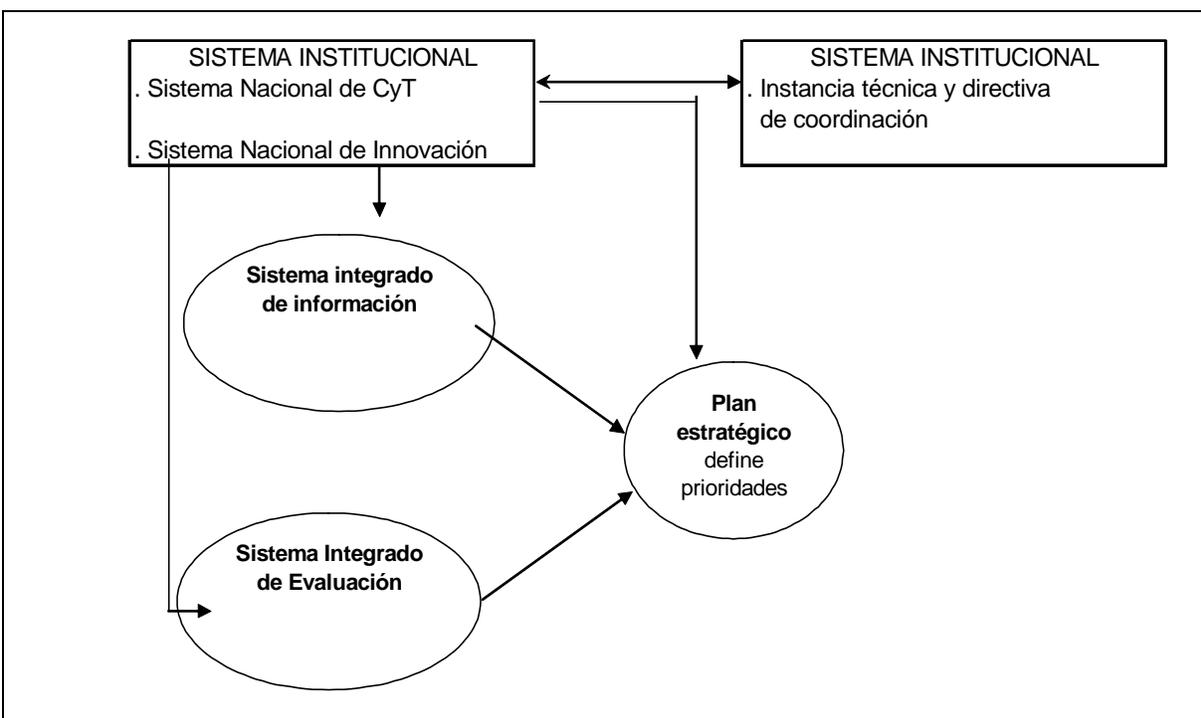
Los prerrequisitos relacionados con la sociedad como un todo están vinculados en buena medida con la posibilidad de generar las capacidades requeridas de capital humano, infraestructura física e institucional. Esta dimensión trasciende el marco de esta consultoría.

Los prerrequisitos relacionados con los incentivos privados están vinculados estrechamente con el tema del desarrollo de los derechos de propiedad intelectual y la generación de patentes, licenciamiento y regalías, que también trasciende el marco de esta consultoría.

Los prerrequisitos institucionales relacionados con los bienes públicos y cuasipúblicos sin incluir el tema del financiamiento se ilustran en la Gráfica No.2.8.

Gráfica No.2.8

Requerimientos para el desarrollo institucional de la ciencia y la tecnología sin financiamiento



Es fundamental hacer énfasis en los siguientes requerimientos básicos:

- **Reordenamiento institucional**

Pese al avance de los instrumentos disponibles en el país relacionados con los denominados "Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología" y "Sistema Nacional de Innovación", estos sistemas están desarticulados entre si y en los últimos años se viene dando un mayor énfasis a los instrumentos de innovación y muy poca relevancia a la investigación básica y estratégica.

En un país que ciertamente está lejos de la frontera tecnológica es de todas maneras fundamental articular la cadena que va desde la ciencia básica hasta el desarrollo y la innovación. La simple posibilidad de utilizar tecnología importada de países desarrollados requiere de conocimientos científicos básicos y de un proceso de adopción, adecuación y ajustes. Esto no es posible sin una concepción del proceso ciencia-tecnología-desarrollo-

innovación integral y no desvertebrada y sin un diseño de estrategias e instrumentos de política en esa dirección.

Un ejemplo ilustrativo de lo que se quiere indicar aquí es el caso de la cadena productiva del sector agrícola.

Un diseño institucional y de asignación de recursos que no tenga en cuenta el proceso de generación de conocimiento, de adopción, transferencia y desarrollo agrícola es incompleto sin el tema ambiental, agroindustrial, de comercialización internacional y de todos los componentes de la biotecnología aplicada a este sector. Este ejemplo ilustra la necesidad de contar con una política transversal de ciencia y tecnología que no simplemente coordine entre un ministerio y Colciencias y que no simplemente contenga una sección del plan de desarrollo del país.

Se trata aquí de rediseñar a Colciencias como el eje transversal de esas políticas, integrando los dos sistemas atomizados de ciencia y tecnología y el de innovación en una instancia técnica y directiva de coordinación, que no está cumpliendo efectivamente el actual Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y los Consejos de Programa.

El rediseño institucional dentro de esta concepción requiere de una consultoría estratégica para este propósito.

Los tres instrumentos diferentes al financiamiento que se requerirían para este reordenamiento serían los siguientes:

- **Sistema integrado de información**

Sin un conocimiento detallado de las ofertas y demandas de los dos sistemas, la asignación de recursos puede ser atomizada y descoordinada. Pese a la complejidad de un sistema de información que involucre las capacidades existentes en materia de capital humano, físico, proyectos y programas en curso, y su confrontación con las demandas, es difícil eliminar la descoordinación.

En esta dirección se han dado pasos importantes como la creación del observatorio de ciencia y tecnología y como la integración de información entre los CENIS, pero se requiere ir más allá. Es el DANE de la ciencia, tecnología e innovación.

- **Plan estratégico quinquenal**

Las agendas y prioridades de los distintos sectores, así como su articulación debería estar plasmada en un plan de prioridades concertado periódicamente entre el sector público y privado y con una revisión bianual.

Se trata de que la sociedad genere un consenso de largo plazo en el cual estén plasmadas unas estrategias claras y específicas ^{33/}.

Un plan de esta naturaleza debería diseñar la manera como Colombia puede llegar a la meta de utilizar por lo menos el 1.5% de su PIB en gasto en ciencia y tecnología que produzca un retorno social adecuado ^{34/}.

- **Sistema integrado de evaluación**

La asignación de recursos debe estar acompañada de un sistema que permita asegurar el cumplimiento de los objetivos esperados con la inversión realizada.

Para ello es preciso contar con un sistema de evaluación Ex Post realizada por agentes independientes que confronte los resultados de los programas y proyectos y que permita condicionar la utilización adicional de recursos.

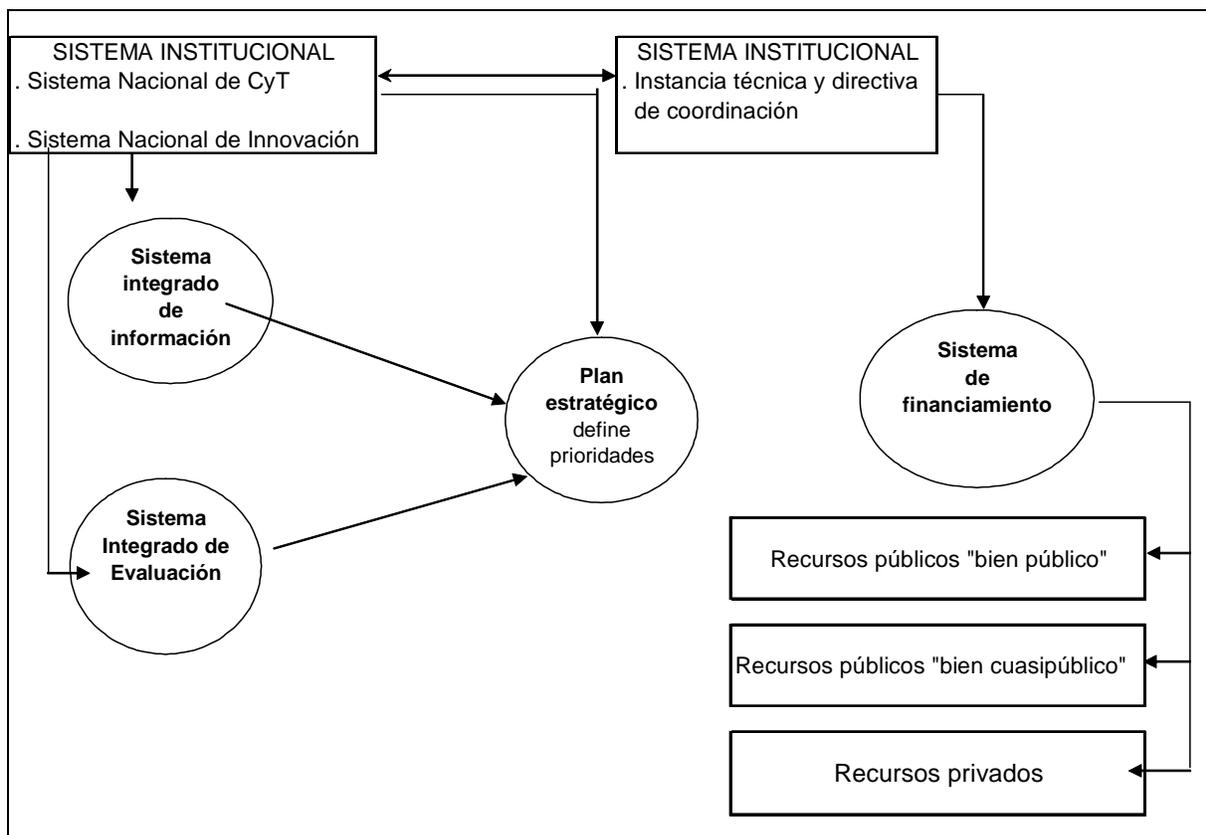
El diagrama institucional se puede completar incluyendo el tema de financiamiento, tal como se presenta en la Gráfica No.2.9.

^{33/} Un ejemplo en esta dirección es el ejercicio realizado en Malasia al concluir la década del 80. Ver: Hashim M.Y.: "The National Agricultural Research System in Malaysia". (Oct. 1992)

^{34/} / M. R. Guerra: "Modelar el Futuro 2015. Decisiones en Ciencia y Tecnología". Colciencias. (Mayo 2004).

Gráfico No.2.9

Requerimientos para el desarrollo institucional de la ciencia y la tecnología con financiamiento



Si se cuenta con los instrumentos señalados, es posible realizar una labor de asignación con mayor impacto y eficiencia del gasto público en ciencia y tecnología como bien público y cuasipúblico.

Para el efecto, se sugiere en este trabajo lo siguiente:

- La creación de un fondo especial dedicado a la investigación básica y estratégica, bajo la ingerencia de Colciencias (ver capítulo III).
- El reordenamiento de los instrumentos existentes adicionales particularmente los relacionados con el sistema de innovación, de tal manera que los criterios de asignación obedezcan a las prioridades del Plan de Ciencia y Tecnología.

Tal como se explicó en el capítulo I, es fundamental que la asignación de recursos tenga en cuenta la existencia o no de capacidades que permitan una suficiente competencia en el tema respectivo. En este contexto, sería preciso combinar una doble estrategia:

- Asignación por contrato y evaluación externa cuando no existen capacidades en competencia
- Asignación por competencia y evaluación externa cuando existente capacidades suficientemente desarrolladas.

2.6 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

Pese al avance en el desarrollo institucional y de instrumentos en Colombia desde la creación de Colciencias en 1968, el país tiene aún una muy bajo nivel de gasto en ciencia y tecnología y por ende un bajo impacto sobre el desarrollo.

Lo anterior tiene que ver fundamentalmente con dos grupos de factores: uno de carácter financiero y otro de carácter institucional.

- Desde el punto de vista financiero la asignación de recursos a la ciencia, tecnología e innovación ha sido volátil, ya que ha dependido fuertemente de la disponibilidad fiscal de la nación, de la contratación de créditos externos eventuales y de la asignación de recursos especiales de fuentes diferentes al presupuesto de Colciencias.

Si se quisiese lograr la rentabilidad social que produce en países en desarrollo el gasto en ciencia y tecnología se requeriría de mayor destinación de recursos para la generación de capacidades e infraestructura institucional, física y tecnológica y en capital humano.

Para lograr una mayor sustitución de inversión de recursos del sector privado por el estado se requieren al mismo tiempo incentivos que induzcan un mayor patentamiento basado en un régimen apropiado de propiedad intelectual.

- Desde el punto de vista institucional se requiere un reordenamiento de los sistemas de ciencia y tecnología y de innovación que permitan una mayor coordinación y eficiencia en el gasto.

Los prerequisites no financieros para lograr este objetivo consisten en diseñar y crear para un sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación reestructurado un sistema integral de información, un sistema de evaluación externa y la elaboración y seguimiento de políticas transversales diseñadas desde Colciencias de un plan de prioridades de ciencia, tecnología e innovación concertado entre los sectores público y privado.

La asignación de recursos debe hacerse por un sistema de competencia en la medida en que se generen las capacidades requeridas, o por contratación con evaluación externa, cuando estas no se hubiesen desarrollado.

- Se hecha de menos el énfasis requerido en la disponibilidad de recursos para la investigación estratégica y básica y con este propósito se propone crear un fondo especializado, cuyas características son objeto del siguiente capítulo.

ANEXO

TEMAS VIGENTES LEY 29 DE 1990, DECRETO 393 DE 1991 Y DECRETO 591 DE 1991 RELACIONADOS CON EL FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ley 29 de 1990

- Ministerio de Hacienda: incorpora en el proyecto anual de presupuesto las sumas requeridas para financiar el pago de los impuestos de importación y ventas para universidades estatales en proyectos relacionados con ciencia y tecnología (CyT) (Art. 3)
- Conpes: a iniciativa de Colciencias determina las entidades descentralizadas que deben destinar recursos para CyT y su cuantía. Colciencias administra contratos Interadministrativos con esas entidades (Art. 4)

Estos convenios interadministrativos siguen operando. Sin embargo, es conveniente contar con un mecanismo de mayor permanencia y no sujeta a las asignaciones de presupuesto anuales, que suponen una gran volatilidad en los recursos.

- Ventajas fiscales requieren calificación de Colciencias (Art. 6)
- Apropriaciones presupuétales para CyT requieren consulta a Colciencias (Art. 7)

Decreto 393 sobre asociación con el Estado para CyT

- Creación de fondos de desarrollo de CyT, creación de fondos de garantías y fondos para renovación y mantenimiento de equipos (Art. 2)

Este mecanismo sigue vigente. La dificultad mayor con los fondos consiste en que los rendimientos correspondientes a recursos públicos puedan ser reutilizados en el fondo y no tengan que ir nuevamente al Presupuesto Nacional.

- Autorización a la nación para efectuar aportes o comprar acciones de asociaciones de CyT

- Convenios de cooperación (Art. 6, 7 y 8)

Decreto 591 sobre contratación con el Estado para CyT

- Posibilidad de celebrar contratos de financiamiento de CyT

Siguen vigentes los artículos segundo, octavo, noveno, diecisiete y diecinueve. Fue modificado por la ley 80 de contratación, que a su vez está también en revisión.

CAPITULO III

UN FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACION ESTRATEGICA Y BASICA

3.1 INTRODUCCION

De los capítulos anteriores de este estudio se desprende la importancia de contar con unos recursos estables ó deseablemente crecientes para la investigación estratégica y básica en Colombia, ya que el sistema de innovación ha venido ampliando sus fuentes de recursos a través de fondos especializados.

El propósito de este capítulo consiste en plantear algunas opciones básicas sobre las características de un fondo con ese objetivo, administrado por Colciencias.

Se plantean los usos posibles de los recursos, el tamaño del fondo, el tipo de fondo, los supuestos para su proyección y se discuten otras alternativas.

3.2 PARA QUE UN NUEVO FONDO?

En el capítulo II de este trabajo se habló de la importancia de contar con un plan estratégico que oriente las prioridades de investigación en el mediano y largo plazo. Por supuesto, un instrumento de esta naturaleza solo es útil en la medida en la cual las nuevas estrategias que requieran financiamiento como "bien público" o "cuasipúblico" encuentren recursos financieros disponibles.

A modo de ejemplo y tal como se comentó en capítulo II, se ha identificado la necesidad de consolidar unos centros de excelencia en las siguientes áreas: biotecnología, salud, telecomunicaciones e Informática, agricultura orgánica, agroindustria, biodiversidad, energía, cultura y turismo. Estos nuevos centros estratégicos requieren financiamiento.

Este tipo de usos necesita amplia flexibilidad, por cuanto depende de necesidades identificadas en el largo plazo para generación de capacidades relacionadas con investigación básica y

estratégica y para el desarrollo de proyectos y programas en esa dirección, según se identifique en el plan de ciencia y tecnología sugerido en el capítulo anterior.

La asignación de recursos se efectuaría a través de un mecanismo de competencia si existen capacidades en el país que permitan la participación de varios agentes. Si éstas no existen, se impulsaría una asignación por contrato. En ambos casos es preciso la evaluación externa periódica de impacto, como complemento de la evolución de pares sobre el proyecto o programa respectivo.

3.3 TIPO DE FONDO Y DIMENSIONAMIENTO DE SU TAMAÑO

El tamaño del fondo está relacionado con el instrumento financiero que se utilice para garantizar la sostenibilidad de recursos. En este contexto, se identifican 3 opciones alternativas relevantes dentro del contexto institucional público colombiano:

- Un fondo dotado de un capital inicial de tamaño suficiente, que permita generar unos recursos deseables en el tiempo. Aquí la discusión se refiere a las fuentes del capital inicial y el tamaño deseado.
- Un fondo alimentado con vigencias futuras del presupuesto nacional, pero que de todas maneras permita acumular recursos transitoriamente para garantizar un flujo permanente de recursos.
- Una combinación de las dos anteriores.
- La garantía institucional y jurídica del Presupuesto Nacional sobre la estabilidad del flujo de recursos

Si se tiene en consideración la posibilidad de obtener una alta tasa de retorno social con inversión en ciencia y tecnología y se logra un alto nivel de consenso social y político, no cabe duda de que la primera opción dotada de un adecuado nivel de recursos es ideal. Sin embargo, si ese consenso no se logra, deben explorarse otras alternativas.

Una decisión en este sentido está condicionando, tanto el tamaño del fondo, como el tipo de fondo.

- **Tamaño de un fondo con capital inicial**

Unos criterios para establecer escenarios de tamaño relacionados con la evaluación de las finanzas de Colciencias presentadas en el capítulo II pueden ser los siguientes:

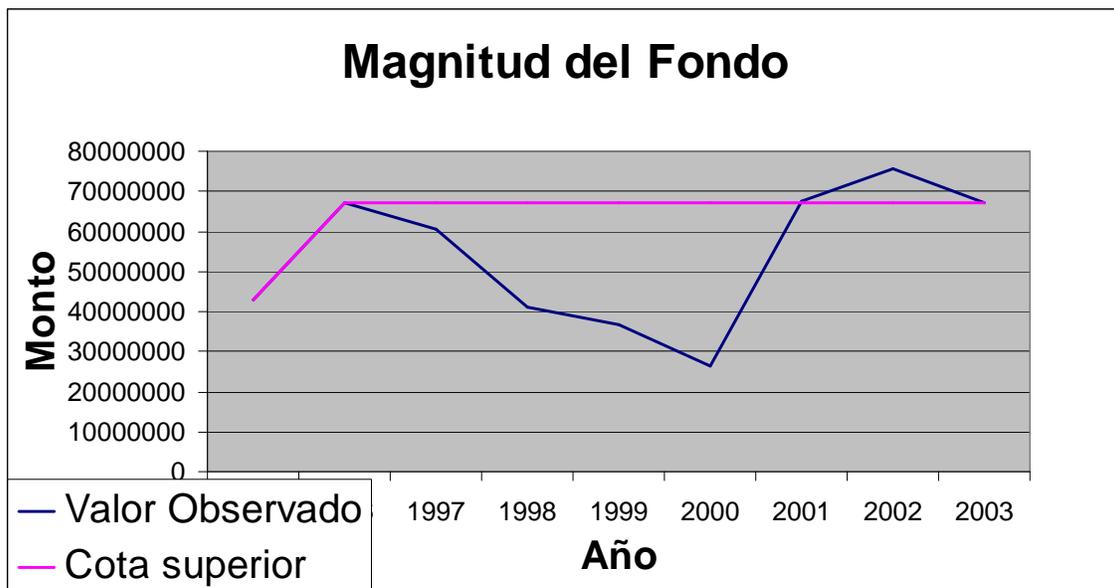
o **Brecha presupuestal de Colciencias**

Dado que Colciencias venía teniendo un crecimiento de ingresos entre 1983 y 1996, con una caída significativa posterior, un estimativo de tamaño deseable consiste en estimar la brecha de gasto en ciencia y tecnología imputable a la reducción del presupuesto de Colciencias después de 1996.

La estimación consiste en calcular en valor presente cuál sería el valor del presupuesto no asignado a Colciencias entre 1997 y 2004, asumiendo que el presupuesto de Colciencias se hubiese mantenido en el mismo nivel a pesos constantes desde ese año (Gráfico No.3.1).

Gráfica No.3.1

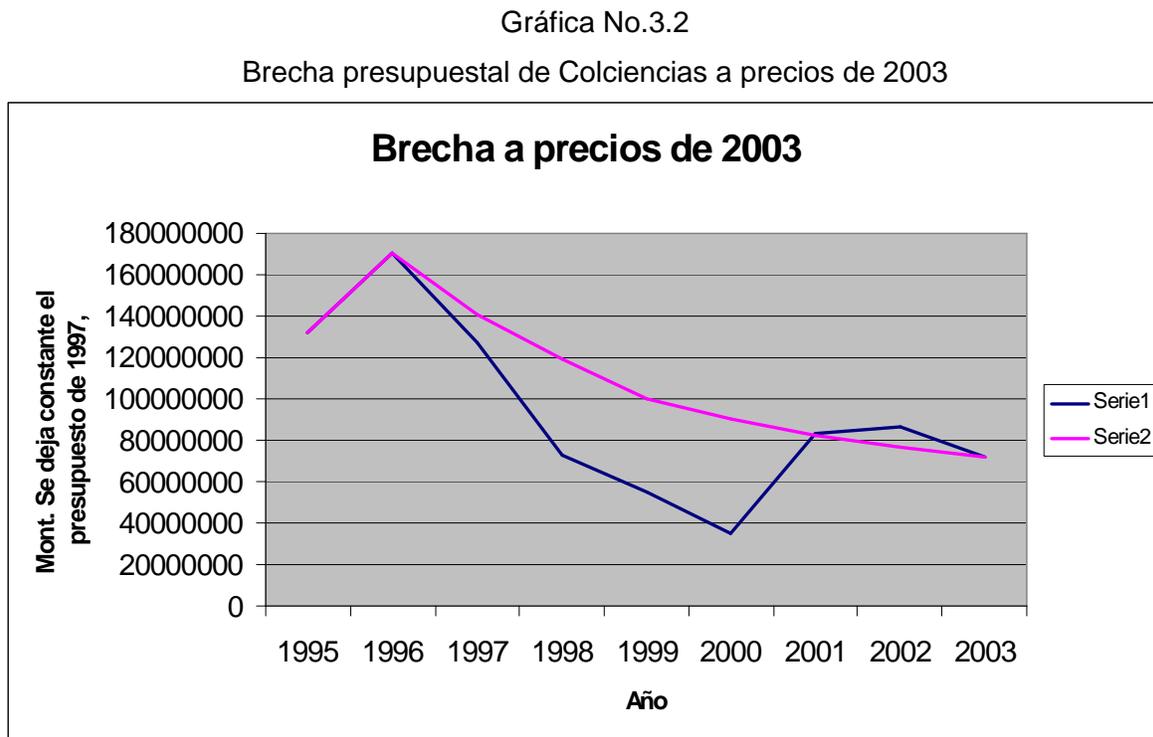
Estimación del tamaño de un fondo que mantenga el presupuesto de Colciencias a nivel de 1996, a precios corrientes



Fuente: Elaborado por la consultoría con base en cifras de Colciencias.

Se observa que hay un período de déficit entre 1996 y 2001 y de brecha positiva a partir de 2002.

La brecha estimada a precios constantes de 2003 se muestra en el Gráfico No.3.2.



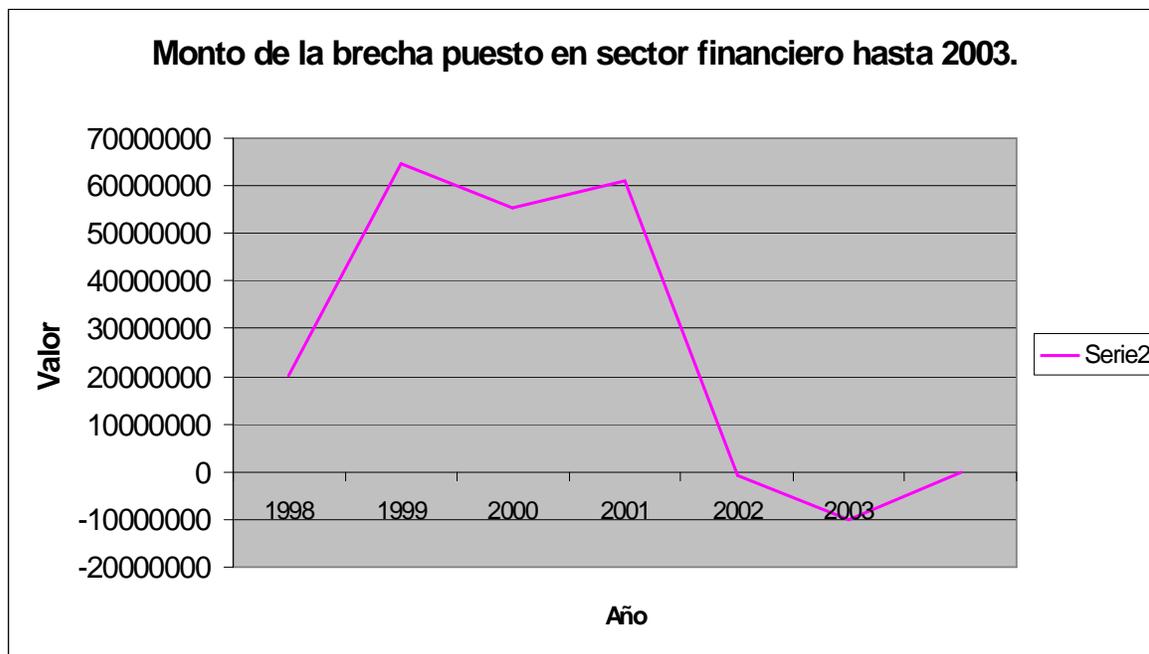
Fuente: Elaborado por la consultoría con base en cifras de Colciencias.

Si lo que dejó de recibir Colciencias hubiese tenido un rendimiento financiero ³⁵%, la brecha de financiamiento de Colciencias se muestra en la Gráfica No.3.3.

³⁵ / Para este ejercicio se asume una tasa de rendimiento del DTF real histórico.

Gráfica No.3.3

Brecha presupuestal de Colciencias con rendimiento financiero



Fuente: Elaborado por la consultoría con base en cifras de Colciencias.

El monto de la brecha estimada dentro de las condiciones supuestas a precios del 2003 es del orden de 190.000 millones de pesos (cerca de 70 millones de dólares).

o **Presupuesto de 2004 de Colciencias**

Otro estimativo de tamaño consistiría en calcular a una tasa de mercado cuál sería el tamaño de un fondo que produzca como rendimiento inicial un nivel similar al del presupuesto de Colciencias del año 200, que asciende a 46.000 millones de pesos.

La cifra estimada de ese segundo tamaño de fondo es de 383.000 millones de pesos asumiendo una tasa de 11 puntos.

- **Crédito externo**

Otros tamaños que pueden estimarse consisten en suponer que el gobierno nacional contrata un crédito externo destinado exclusivamente para servir de capital inicial para un fondo de las características que se vienen describiendo. Puesto que se viene hablando de un crédito externo con el BID de 20 millones de dólares para este propósito, éste puede ser un punto de partida para esta estimación.

También se puede asumir un monto de 40 millones de dólares dependiendo de los acuerdos entre Colciencias y el Ministerio de Hacienda.

Un fondo con capital inicial que se alimente de los rendimientos requeriría la seguridad jurídica de que estos rendimientos puedan destinarse al fondo y no deban transferirse a la nación, como ocurre con la mayor parte de los recursos públicos en la actualidad. Esto posiblemente requiere un tratamiento jurídico especial, que debe ser evaluado por los abogados.

- **Tamaño de un fondo con vigencias futuras**

En este caso es razonable esperar dentro del objetivo de sostenibilidad que pueda mantenerse un sistema de vigencias futuras en el presupuesto nacional que represente una determinada participación de Colciencias dentro del gasto total del país en ciencia y tecnología, calculado a su vez como porcentaje del PIB.

Dado que la experiencia presupuestal colombiana indica que existen desfases críticos en la asignación de recursos con la utilización del mecanismo de asignación mensual del presupuesto (PAC o Programa Anual Mensualizado de Caja), lo mínimo que podría esperarse para garantizar sostenibilidad consistiría en que se garantizara un fondo inicial del tamaño de un año del presupuesto que se alimenta en precios constantes en los años siguientes con vigencias futuras.

La figura consiste en que el fondo se retroalimenta con las vigencias del año inmediatamente anterior.

Las cifras del fondo en este caso corresponderían al presupuesto del año 2004: del orden de 46.000 millones de pesos y las vigencias futuras serían del mismo orden a partir del año en que se constituye el fondo, comprometiéndose el Ministerio de Hacienda a mantener la cifra en términos reales.

En esta opción no es necesario garantizar que los rendimientos del fondo constituido se destinen al mismo fondo.

El proyecto de ley "por el cual se expide la Ley Orgánica de Presupuesto" (Art. 75), plantea la posibilidad de vigencias futuras ordinarias y excepcionales. Un camino dentro de esta ley consiste en incorporar el gasto en ciencia y tecnología como "vigencia futura excepcional".

- **Fondo combinado**

Otra posibilidad consiste en un fondo con un capital inicial que subsane los faltantes de caja transitorios imputables a las restricciones del PAC, combinado con vigencias futuras.

- **Presupuesto nacional garantizado**

El proyecto de ley en curso en el Congreso "por el cual se expide la Ley Orgánica de presupuesto" plantea en su artículo 7º un Marco Fiscal de Mediano Plazo, que abarca un período de 10 años y debe contener:

"un informe pormenorizado de las autorizaciones de vigencias futuras autorizadas y su evolución en el tiempo".

3.4 SUPUESTOS PARA LA PROYECCION DEL FONDO

Para la estimación de los supuestos de proyección del fondo con capital inicial se identifican las siguientes variables críticas:

- Tasa de inflación
- Tasa representativa del mercado

- Tasa de interés

- **Tasa de inflación**

Dado que el país ha reducido significativamente su tasa de inflación y que solo se encuentra una proyección de inflación con estimativos de la encuesta del Banco de la República³⁶/. Se asume que en un horizonte de 10 años la inflación colombiana se reducirá dentro de los escenarios que se presentan en el Cuadro No.3.1.

Cuadro No.3.1
Escenarios de inflación y tasas de interés
(Porcentajes)

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Escenario 1											
Escenario Inflacionario 1	INF1	5,5	5,4	5,2	5,0	5,0	4,9	4,8	4,6	4,5	4,4
Escenario tasas de interés 1 sobre Escenario Inflacionario 1	TasalNT1 sobre INF1	9,9	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2	9,0	8,9	8,8
Escenario 2											
Escenario Inflacionario 2	INF2	6	5,5	5	5	5	5,5	5,25	5,1	4,9	4,5
Escenario tasas de interés 1 sobre Escenario Inflacionario 1	TasalNT1 sobre INF1	12	11,5	11	11	11	11,5	11,25	11,1	10,9	10,5
Escenario 3											
Escenario Inflacionario 1	INF1	5,6	5,48	5,36	5,24	5,12	5	4,88	4,76	4,64	4,52
Escenario tasas de interés 1 sobre Escenario Inflacionario 1	TasalNT1 sobre INF1	13,6	13,48	13,36	13,24	13,12	13	12,88	12,76	12,64	12,52
Escenario 4											
Escenario Inflacionario 2	INF2	6	5,5	5	5	5	5,5	5,25	5,1	4,9	4,5
Escenario tasas de interés 1 sobre Escenario Inflacionario 1	TasalNT1 sobre INF1	14	13,5	13	13	13	13,5	13,25	13,1	12,9	12,5

- **Tasa representativa de mercado**

Se asume paridad cambiaria.

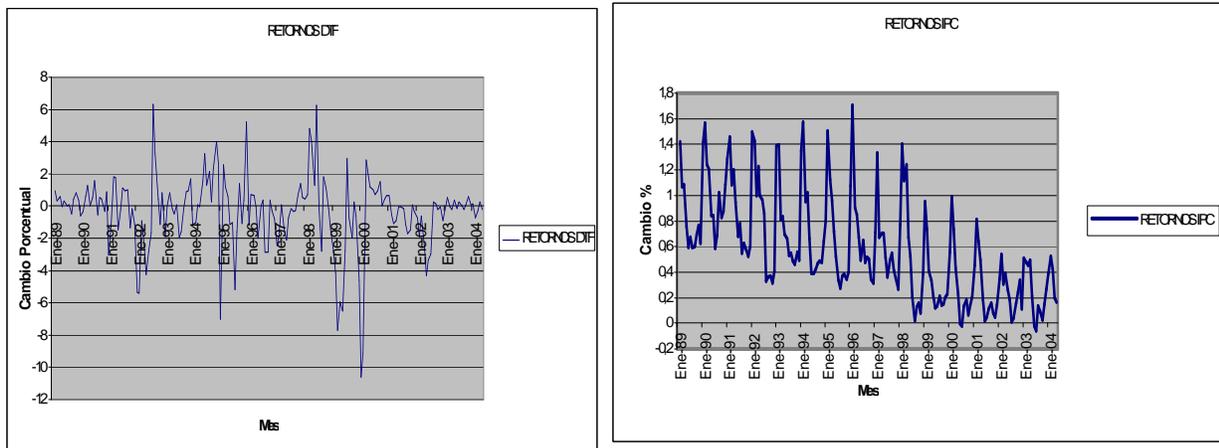
- **Tasa de interés**

Una proyección financiera de tasa de interés variable en Colombia gira principalmente en torno de la tasa de inflación y del DTF (en adición al UVR).

³⁶ / "Encuestas de expectativas de abril de 2004". Reportes del Emisor No.60. Banco de la República (mayo 2004).

Una relación histórica de la volatilidad comparativa del IPC y del DTF indica una menor volatilidad para el primero, como se aprecia en el Gráfico No.3.4

Gráfico No.3.4
Volatilidad comparativa de la inflación (IPC) y la DTF
(1989 - 2004)



Fuente: elaborado con base en información del DANE y Banco de la República.

En este contexto, se proyecta una tasa de interés basada en el IPC más un spread, con base en la experiencia reciente de los mercados.

Para ilustración se presentan las siguientes consideraciones:

- Los rendimientos de los fondos comunes ordinarios a mayo de 2004 se ubican entre 6% y 8% nominal ^{37/}
- El retorno de los CDT depende de la calificación de la entidad financiera y varía entre 9% y 10.5% nominal ^{38/}
- Los fondos de pensiones obligatorias a abril 30 ofrecían una rentabilidad efectiva anual en términos nominales entre el 15.45% y el 19.92% ^{39/}.
- La información obtenida por el consultor para grandes portafolios de inversión de largo plazo en pesos, administrados con criterio de bajo riesgo oscilan su

^{37/} / Dinero, (mayo 2004).

^{38/} / Ibid.

^{39/} / El Nuevo Siglo (10 de junio de 2004).

rendimiento nominal entre 12% y 14% efectivo anual, es decir una rentabilidad entre 6 y 8 puntos reales.

Se asume una rentabilidad para el fondo con dos escenarios alternativos de tasas de interés: uno de 6 puntos y otro de 8 puntos reales.

El cuadro No.3.1 resume los supuestos de proyección para los próximos 10 años relacionados con el fondo de capital inicial.

El árbol de decisiones que se presenta en el anexo a este capítulo (Gráfico No.A10) ilustra las opciones analizadas. Se asumen como escenario básico el No.1 que corresponde a inflación baja y tasas de interés bajas.

La consultoría realizó también un ejercicio de proyección basada en una simulación de Montecarlo en la cual se toman como variables aleatorias la inflación, el rendimiento real y el tamaño del fondo (dentro de rangos similares a los planteados antes). Para la realización del ejercicio se tomaron estas variables después de 1999.

3.5 RESULTADOS DE LA PROYECCION

La trayectoria de cada uno de los fondos de capital inicial con y sin rendimiento financiero se presentan en los Gráficos No.3.5 y No.3.6 para el escenario 1. Los Gráficos correspondientes a los otros tres escenarios se presentan en un Anexo a este capítulo.

Gráfico No.3.5

Trayectoria de los cuatro fondos conservando su valor real y sin rendimiento financiero
(Escenario 1)

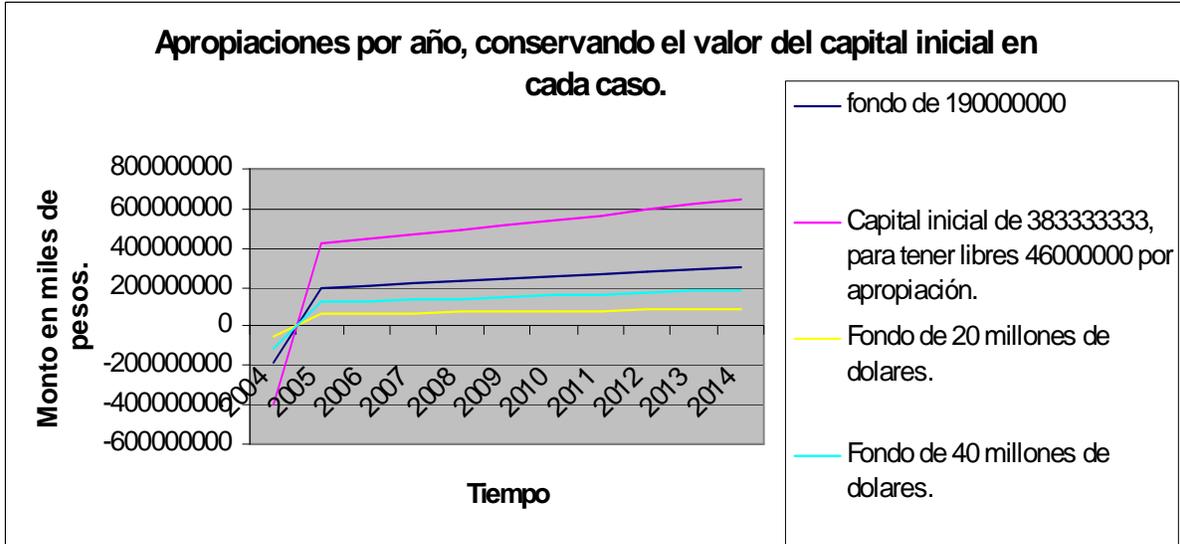
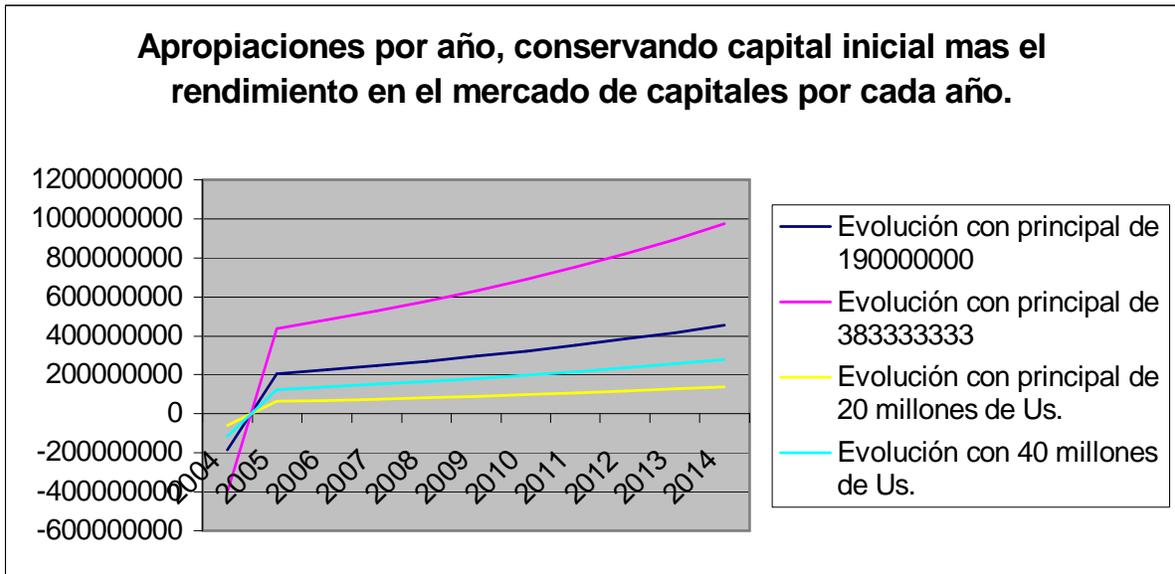


Gráfico No.3.6

Trayectoria de los cuatro fondos conservando su valor real y con rendimiento financiero
(Escenario 1)



El primer gráfico muestra el valor que debe conservar el fondo para compensar la inflación. La diferencia entre el primero y el segundo gráfico corresponde a los rendimientos disponibles para Colciencias.

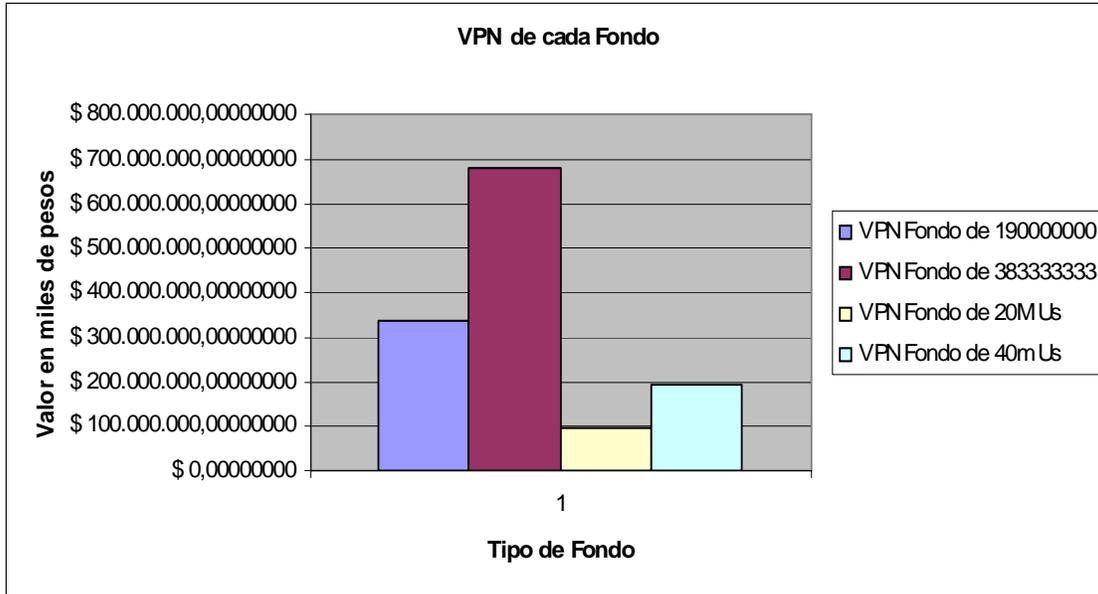
Para efectos puramente ilustrativos, se presenta en el Cuadro No.3.2 la evolución de los rendimientos para cada uno de los cuatro fondos en el período de los 10 años de proyección dentro del escenario 1 de proyección.

Cuadro No.3.2
Evolución proyectada de los rendimientos financieros disponibles para Colciencias
de los 4 fondos y netos del valor real del fondo. Escenario 1
(millones de pesos)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fondo 190,000 millones	11423	12108	12834	13605	14421	15286	16203	17,176	18106	19299
Fondo 383,000 millones	23000	24380	25843	27393	29037	30779	32626	34583	36658	38858
Fondo 20 millones de dólares	3300	3498	3708	3930	4166	4416	4681	4962	5260	5575
Fondo 40 millones de dólares	6600	6996	7416	7861	8332	8832	9362	9924	10519	11151

El valor presente de cada uno de los cuatro fondos durante una vida de 10 años con sus rendimientos se presenta en la Gráfica No.3.7.

Gráfica No.3.7
 Valor presente neto de los cuatro fondos durante 10 años
 (Escenario 1)

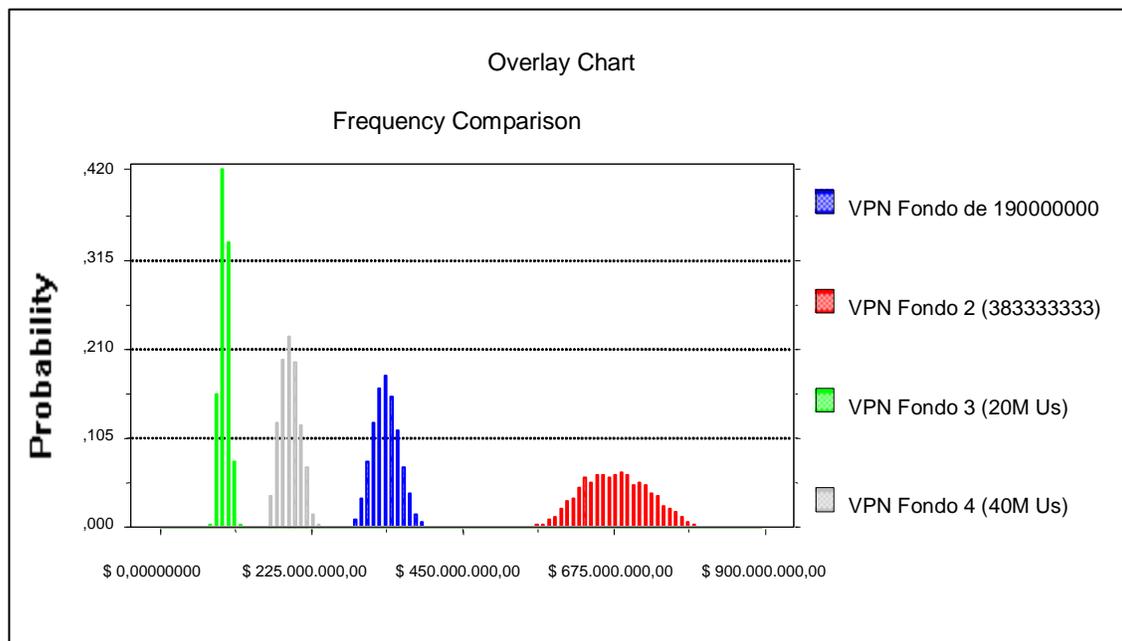


Tales valores son los siguientes:

- Para el fondo de 190.000 millones de pesos el VPN es de: \$337.559 millones
- Para el fondo de 383.000 millones de pesos el VPN es de: \$679.682 millones
- Para el fondo de 20 millones de dólares el VPN es de: \$97.519 millones
- Para el fondo de 40 millones de dólares el VPN es de: \$195.039 millones

Los resultados de la simulación de Montecarlo para los cuatro fondos se resumen en la Gráfica No.3.8

Gráfica No.3.8
Proyección estocástica de los cuatro fondos
(Escenario No.1)



Como era previsible, el fondo de 383.000 millones sería el de mayores recursos para Colciencias, aún considerando aleatoriamente las variables de proyección.

3.6 VIABILIDAD INSTITUCIONAL DE LOS FONDOS PLANTEADOS

Es claro que Colciencias requiere un cambio en su estrategia presupuestal si se busca una mayor sostenibilidad en el financiamiento del sistema de ciencia y tecnología, además de los prerrequisitos ya señalados en el capítulo II para garantizar mayor impacto y eficacia en la aplicación de recursos. Sin embargo, las condiciones institucionales colombianas plantean restricciones que deberían ser superadas mientras mayor consenso político y social se logre sobre la importancia para Colombia de la ciencia y la tecnología.

- Fondos con capital inicial

Un fondo con capital inicial requiere superar las siguientes dificultades institucionales:

- La asignación por parte del Ministerio de Hacienda del espacio fiscal requerido dentro del presupuesto nacional cada año, así los recursos estén disponibles. Este requisito es de una dificultad crítica en esta etapa de las finanzas públicas colombianas caracterizadas por un elevado déficit del Gobierno Nacional Central y compromisos de metas específicas de reducción de este déficit con el Fondo Monetario Internacional. Sin embargo, el bajo monto del presupuesto de Colciencias lo amerita.
- La posibilidad de que Colciencias administre a través de un organismo especializado, como una sociedad fiduciaria, por ejemplo, no solo los recursos de capital del fondo, sino también los rendimientos financieros correspondientes.

Superar estas dos restricciones institucionales requiere una evaluación jurídica, pero en todo caso debe avanzarse en esa dirección.

- **Fondo de vigencias futuras**

Independientemente de si la fuente del capital inicial está constituido por un crédito externo o por presupuesto ordinario de la nación, o por vigencias futuras, surgen de nuevo las dos dificultades planteadas para los fondos con capital inicial y la necesidad de superarlas a través de un instrumento jurídico.

- **Financiamiento a través de vigencias futuras**

El proyecto de ley "por el cual se expide la Ley Orgánica de Presupuesto", como ya se dijo, plantea un marco fiscal de mediano plazo, dentro del cual debería incluirse explícitamente el financiamiento de la ciencia y la tecnología para proyectos de financiación básica y estratégica.

El artículo 75 de esta ley relacionado con "vigencias futuras excepcionales" no considera el tema de la ciencia y la tecnología, que debería estar incluido.

- **Formula combinada**

La solución deseable para Colciencias debería consistir en la autorización y creación de un fondo con capital inicial que permita hacer frente a los rezagos presupuestales del PAC y mejorar el nivel de inversión en ciencia y tecnología, combinado con la autorización de largo plazo de vigencias futuras de un tamaño que permita avanzar gradualmente hacia una meta de participación del gasto en ciencia y tecnología como proporción del PIB todo dentro de las exigencias y prioridades de largo plazo del plan estratégico sugerido en el capítulo II de este trabajo.

ANEXO AL CAPITULO III

Gráfico No.A1

Trayectoria de los cuatro fondos conservando su valor real y sin rendimiento financiero
(Escenario 2)

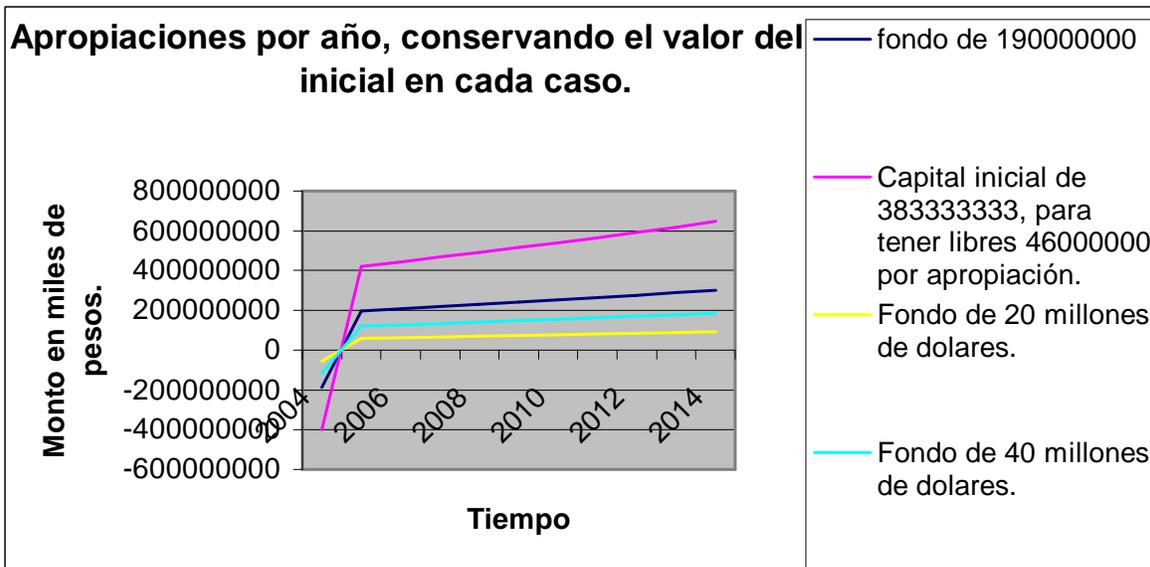


Gráfico No.A2

Trayectoria de los cuatro fondos conservando su valor real y con rendimiento financiero
(Escenario 2)

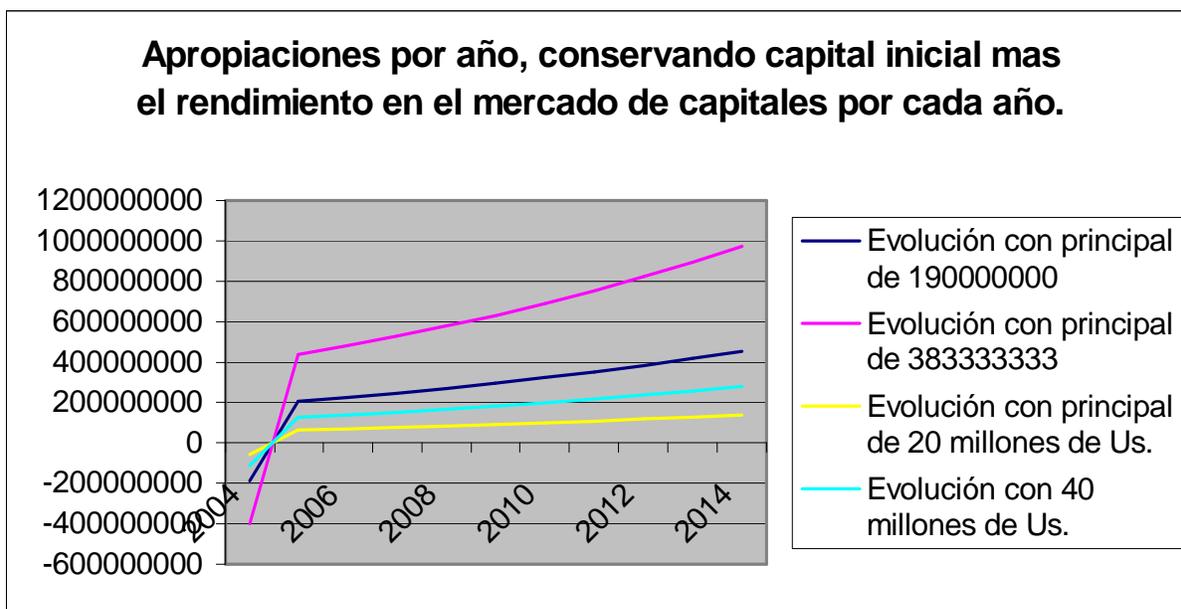


Gráfico No.A3

Trayectoria de los cuatro fondos conservando su valor real y sin rendimiento financiero
(Escenario 3)

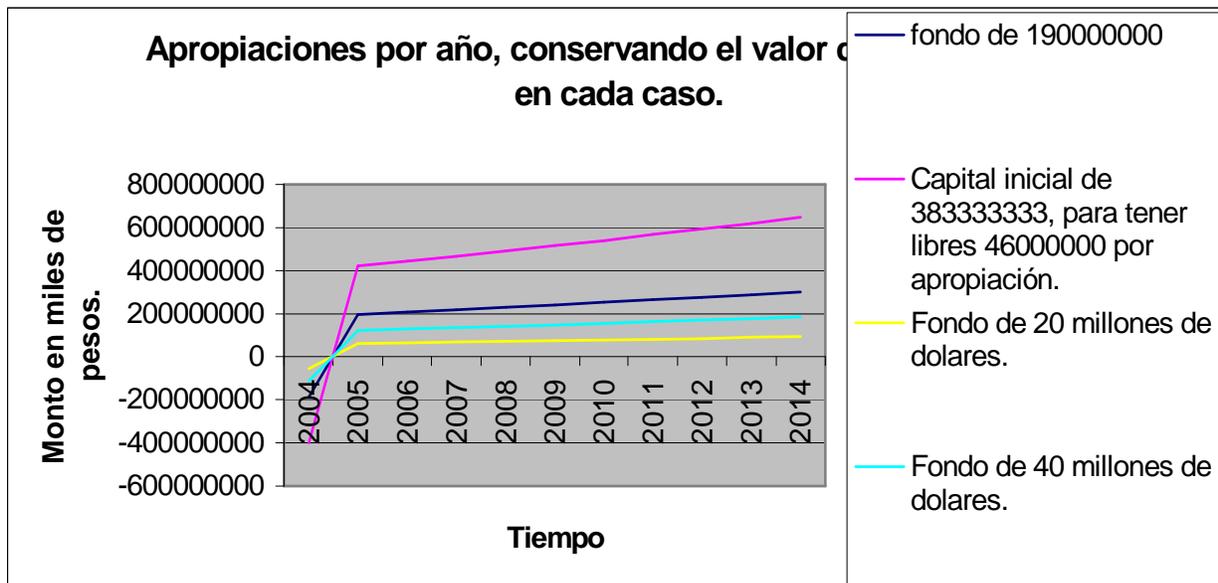


Gráfico No.A4

Trayectoria de los cuatro fondos conservando su valor real y con rendimiento financiero
(Escenario 3)

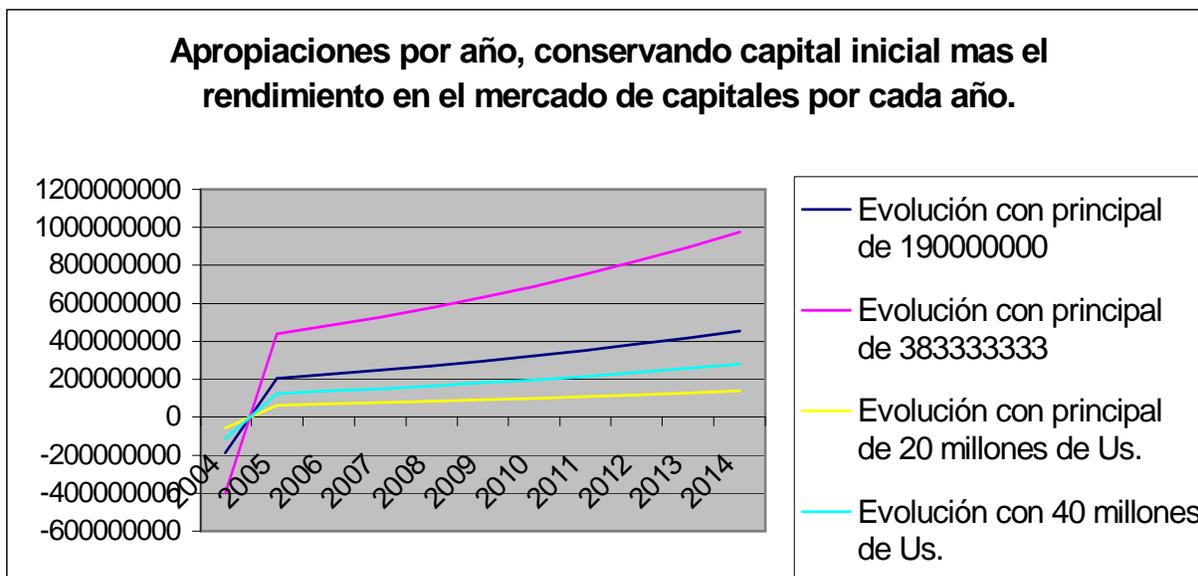


Gráfico No.A5

Trayectoria de los cuatro fondos conservando su valor real y sin rendimiento financiero
(Escenario 4)

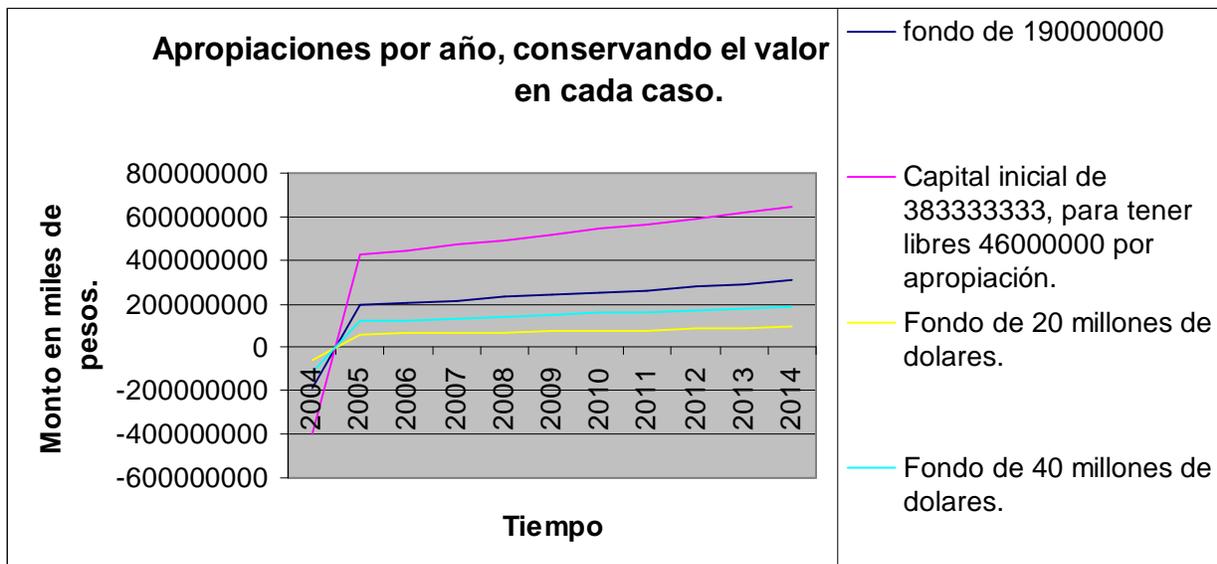
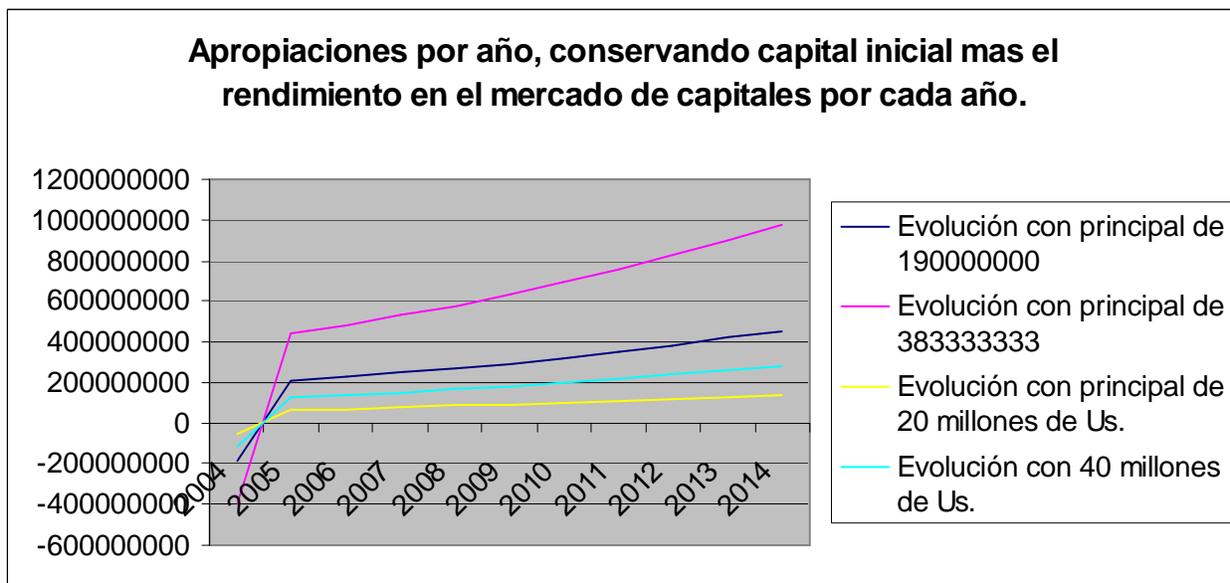


Gráfico No.A6

Trayectoria de los cuatro fondos conservando su valor real y con rendimiento financiero
(Escenario 4)



Cuadro No.A1

Valor presente neto de los cuatro fondos durante 10 años

(Escenario 2)

	Millones de pesos
Fondo de 190.000 millones de pesos	379.532
Fondo de 383.000 millones de pesos	764.196
Fondo de 20 millones de dólares	109.645
F fondo de 40 millones de dólares	219.290

Cuadro No.A2

Valor presente neto de los cuatro fondos durante 10 años

(Escenario 3)

	Millones de pesos
Fondo de 190.000 millones de pesos	384.051
Fondo de 383.000 millones de pesos	773.294
Fondo de 20 millones de dólares	110.950
F fondo de 40 millones de dólares	221.901

Cuadro No.A3

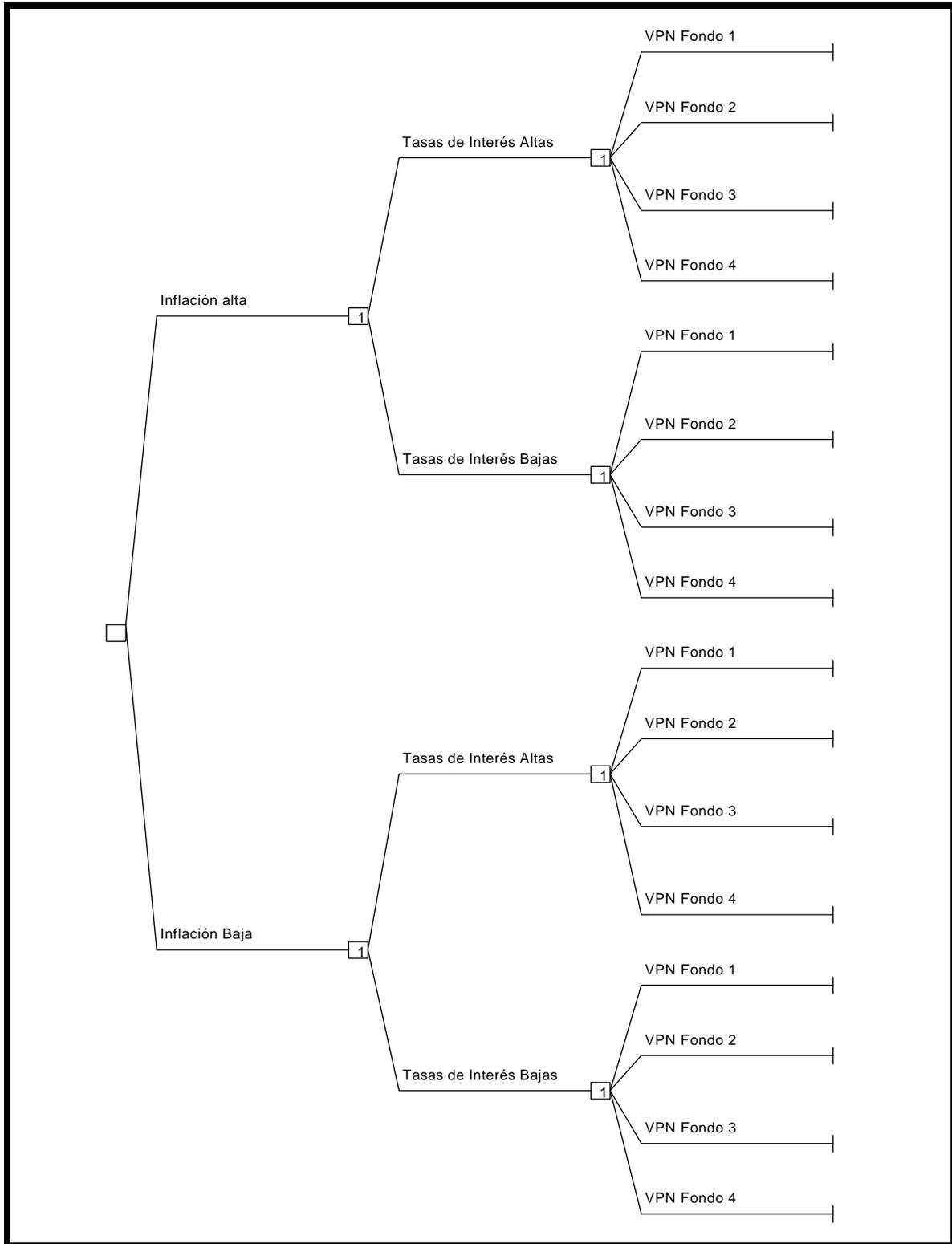
Valor presente neto de los cuatro fondos durante 10 años

(Escenario 4)

	Millones de pesos
Fondo de 190.000 millones de pesos	\$ 333,906,397.61859700
Fondo de 383.000 millones de pesos	\$ 672,327,570.15055600
Fondo de 20 millones de dólares	\$ 96,464,390.49986240
F fondo de 40 millones de dólares	\$ 192,928,780.99972500

Gráfica No.A10

Arbol de decisiones relacionadas con la simulación de los escenarios de los cuatro fondos



CAPITULO IV

RESUMEN Y RECOMENDACIONES PARA UNA NUEVA LEY DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

En este capítulo se presentan a modo de resumen ejecutivo las principales conclusiones de los tres primeros capítulos de este estudio, así como unas recomendaciones generales de orientación para la modificación de la ley 29 de 1990, con énfasis en el tema del financiamiento de la ciencia y tecnología.

4.1 LECCIONES DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL

De la experiencia internacional sobre financiamiento de ciencia y tecnología se deriva que el criterio principal para la asignación de recursos públicos y privados hacia la investigación y desarrollo debería ser la tasa de retorno social del programa o proyecto respectivo. Sin embargo, la instrumentación de este criterio exige desarrollos institucionales y diferenciación según los niveles de "bien público" o "bien privado" que resulten como producto de la investigación y desarrollo.

La asignación de recursos públicos bajo contrato, o bajo la modalidad de fondos de competencia requiere una identificación previa de prioridades estratégicas según el grado de desarrollo del país y según el nivel alcanzado por la ciencia y tecnología y por la capacidad desarrollada en un país específico, en especial si se trata de países en desarrollo.

Los criterios que motiven la definición de un proyecto o programa específico como un bien público o cuasipúblico deberían estar ligados con un pensamiento estratégico y prospectivo que incentive los intereses de los agentes involucrados en la investigación y desarrollo. Por otra parte, se requiere también que la toma de decisiones relacionados con la asignación de recursos sea acompañada de la cuantificación de impactos y de evaluaciones de beneficios y costos ex post del gasto.

En este contexto, es fundamental para asignar eficientemente recursos de investigación y desarrollo identificar con claridad las fallas de mercado y proponer metas de mediano y largo plazo relacionadas con los siguientes aspectos clave:

- Financiamiento según tasa de retorno social
- Desarrollo de capacidades institucionales, humanas y de información
- Desarrollo de las reglas del juego sobre propiedad intelectual
- Diseño de incentivos transparentes para el financiamiento público que reduzcan el riesgo moral y las asimetrías de investigación
- Identificar cuellos de botella que permitan el desarrollo de clusters
- Rediseño de incentivos tributarios
- Evaluación de los instrumentos de apoyo financieros como fondos de capital semilla y de capital de riesgo
- Mayor vinculación entre las instituciones académicas y productivas
- Evaluación ex post generalizada y transparente.

4.2 EL FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA EN COLOMBIA

Pese al avance en el desarrollo institucional y de instrumentos en Colombia desde la creación de Colciencias en 1968, el país tiene aún un muy bajo nivel de gasto en ciencia y tecnología y por ende un bajo impacto sobre el desarrollo.

Lo anterior tiene que ver fundamentalmente con dos grupos de factores: uno de carácter financiero y otro de carácter institucional.

- Desde el punto de vista financiero la asignación de recursos a la ciencia, tecnología e innovación ha sido volátil, ya que ha dependido fuertemente de la disponibilidad fiscal de la nación, de la contratación de créditos externos eventuales y de la asignación de recursos especiales de fuentes diferentes al presupuesto de Colciencias.

Si se quisiese lograr la rentabilidad social que produce en países en desarrollo el gasto en ciencia y tecnología se requeriría de mayor destinación de recursos para la generación de capacidades e infraestructura institucional, física y tecnológica y en capital humano.

Para lograr una mayor sustitución de inversión de recursos del sector privado por el estado se requieren al mismo tiempo incentivos que induzcan un mayor patentamiento basado en un régimen apropiado de propiedad intelectual.

- Desde el punto de vista institucional se requiere un reordenamiento de los sistemas de ciencia y tecnología y de innovación que permitan una mayor coordinación y eficiencia en el gasto.

Los prerequisites no financieros para lograr este objetivo consisten en diseñar y crear para un sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación reestructurado un sistema integral de información, un sistema de evaluación externa y la elaboración y seguimiento de políticas transversales diseñadas desde Colciencias de un plan de prioridades de ciencia, tecnología e innovación concertado entre los sectores público y privado.

La asignación de recursos debe hacerse por un sistema de competencia en la medida en que se generen las capacidades requeridas, o por contratación con evaluación externa, cuando estas no se hubiesen desarrollado.

- Se hecha de menos el énfasis requerido en la disponibilidad de recursos para la investigación estratégica y básica y con este propósito se propone crear un fondo especializado.

4.3 EL FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN ESTRATEGICA Y BASICA

Es claro que Colciencias requiere un cambio en su estrategia presupuestal si se busca una mayor sostenibilidad en el financiamiento del sistema de ciencia y tecnología para garantizar mayor impacto y eficacia en la aplicación de recursos. Sin embargo, las condiciones institucionales colombianas plantean restricciones que deberían ser superadas mientras mayor consenso político y social se logre sobre la importancia para Colombia de la ciencia y la tecnología.

- **Fondos con capital inicial**

Un fondo con capital inicial requiere superar las siguientes dificultades institucionales:

- La asignación por parte del Ministerio de Hacienda del espacio fiscal requerido dentro del presupuesto nacional cada año, así los recursos estén disponibles. Este requisito es de una dificultad crítica en esta etapa de las finanzas públicas colombianas caracterizadas por un elevado déficit del Gobierno Nacional Central y compromisos de metas específicas de reducción de este déficit con el Fondo Monetario Internacional. Sin embargo, el bajo monto del presupuesto de Colciencias lo amerita.
- La posibilidad de que Colciencias administre a través de un organismo especializado, como una sociedad fiduciaria, por ejemplo, no solo los recursos de capital del fondo, sino también los rendimientos financieros correspondientes.

Superar estas dos restricciones institucionales requiere una evaluación jurídica, pero en todo caso debe avanzarse en esa dirección.

- **Fondo de vigencias futuras**

Independientemente de si la fuente del capital inicial está constituido por un crédito externo o por presupuesto ordinario de la nación, o por vigencias futuras, surgen de nuevo las dos dificultades planteadas para los fondos con capital inicial y la necesidad de superarlas a través de un instrumento jurídico.

- **Financiamiento a través de vigencias futuras**

El proyecto de ley "por el cual se expide la Ley Orgánica de Presupuesto", como ya se dijo, plantea un marco fiscal de mediano plazo, dentro del cual debería incluirse explícitamente el financiamiento de la ciencia y la tecnología para proyectos de financiación básica y estratégica.

El artículo 75 de esta ley relacionado con "vigencias futuras excepcionales" no considera el tema de la ciencia y la tecnología, que debería estar incluido.

- **Formula combinada**

La solución deseable para Colciencias debería consistir en la autorización y creación de un fondo con capital inicial que permita hacer frente a los rezagos presupuestales del PAC y mejorar el nivel de inversión en ciencia y tecnología, combinado con la autorización de largo plazo de vigencias futuras de un tamaño que permita avanzar gradualmente hacia una meta de participación del gasto en ciencia y tecnología como proporción del PIB todo dentro de las exigencias y prioridades de largo plazo del plan estratégico sugerido en el capítulo II de este trabajo.

4.4 RECOMENDACIONES PARA LA MODIFICACION A LA LEY 29 DE 1990

Un proyecto de ley que modifique la ley 29 de 1990 puede partir del anteproyecto elaborado para Colciencias por la Dra. Clara María Sanín, dentro de las siguientes recomendaciones y modificaciones a este anteproyecto:

- Considerar a Colciencias como un organismo que debe tomar decisiones en materia de política de ciencia y tecnología
- Modificar la institucionalidad relacionada con el sistema de ciencia y tecnología.
- Las normas de régimen especial de ciencia y tecnología deben regirse por el derecho privado
- Si es política y jurídicamente viable, sería conveniente solicitar facultades extraordinarias para la reestructuración de Colciencias.
- Debe eliminarse la existencia de un consejo directivo de Colciencias simultánea con un Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Colciencias debe trazar las políticas transversales aplicables a todos los ministerios, tanto sobre el sistema nacional de ciencia y tecnología como sobre el sistema nacional de innovación.
- Se sugiere crear una instancia directiva de Colciencias responsable de trazar esta política con un consejo de composición similar a la Junta Directiva del Banco de la República.
- Los instrumentos principales a disposición de Colciencias para llevar a cabo su nueva misión serían los siguientes:

- Elaboración de un plan estratégico quinquenal de ciencia y tecnología, con revisión bianual realizada concertadamente con los distintos ministerios y con el sector privado.
 - Creación de un sistema nacional de información sobre capacidades físicas, humanas, proyectos y programas y recursos disponibles de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología y de innovación.
 - Creación de un sistema forzoso de evaluaciones Ex Post de proyectos y programas.
 - Creación de un fondo especializado en investigación estratégica para asignación de parte de Colciencias, con recursos diferentes a los ya disponibles.
-
- Colciencias sería un ente de diseño de políticas y de administración de sus nuevos instrumentos que en lo posible contrataría con terceros toda la carga operativa necesaria.
 - La solución al problema de la dispersión de fondos e instrumentos hoy existente debería ser objeto del plan estratégico propuesto.

BIBLIOGRAFIA

1. Aldana V. Camilo.: "Los Cenis en Red" Portafolio (Marzo 24, 2004 Pag.38).
2. Barro R.: "Economic Growth in a Cross Section of Countries." Quarterly Journal of economics 106 (1991).
3. Cap E. J.: "Tecnologías Agropecuarias con Características de Bienes Semi-publicos". Fondo Regional de tecnología agropecuaria. BID (Junio 1997).
4. Colciencias: "Informe de Empalme. Programa y proyectos especiales" (Septiembre 22, 1994).
5. Colciencias: "Reglamento para la Financiación de Proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico" (Agosto 1995).
6. Colciencias. Programa Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico 1990-1994 (Préstamos BID II: CO - 558 y SF - 835). Evaluación ExPost: "Síntesis of Interview's for BID II Evaluation Desarrollo Industrial Program" (July 1997).
7. Colciencias: "Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico BID III Etapa Préstamo 875-OC-CO - Informe Tercera Reunión del Comité Externo de Asesoramiento y Seguimiento CEAS. (Junio 2001).
8. Colciencias: "Lineamientos Básicos de Política de Ciencia y Tecnología". (Noviembre 2003).
9. Colciencias: "Contratación de un Crédito Externo con el Banco Interamericano de Desarrollo por dólares 20 millones con destino a la financiación del Programa "Fortalecimiento de la Investigación y la Innovación para la Competitividad" (abril 2004).
10. Consejo Nacional de Competitividad Comité Asesor de Tecnología: Seminario Taller "Estrategias para el Fortalecimiento de los Núcleos de Desarrollo Tecnológico y Productividad" (Febrero 3 de 1995)
11. Consejo Nacional de Competitividad Comité Asesor de Tecnología: "Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico. En Seminario Taller "Estrategias para el Fortalecimiento de los Núcleos de Desarrollo Tecnológico y Productividad" (Febrero 3 de 1995)
12. Consejo Nacional de Competitividad Comité Asesor de Tecnología: "Lineamientos de Política para la Creación y Financiación de Centros de Desarrollo Tecnológico". En Seminario Taller "Estrategias para el Fortalecimiento de los Núcleos de Desarrollo Tecnológico y Productividad" (Febrero 3 de 1995)
13. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: "Fortalecimiento de la Estrategia de los Centros de Desarrollo Tecnológico. Propuesta de Asignación de Fondos de Capital Semilla 1997". (16 de Octubre 1997).

14. Convenio Interadministrativo de Cooperación Técnica celebrado entre el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas - Colciencias y el Servicio de Aprendizaje - SENA: " (Noviembre 2003).
15. Corporación Financiera del Valle S.A.: "Convenio de Línea BID Colciencias y la Corporación Financiera del Valle S.A.". (Marzo 1995).
16. Diario Oficial: Ley 607 de 2000, Agosto 2: "Por la cual se modifica la creación, funcionamiento y operación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA, y se reglamenta la asistencia técnica directa rural en consonancia con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología". (Agosto 2000).
17. Duvick D.N.: "Funding Agricultural Research An Assessment of Current Innovation". R. D. Weaver (Editor). "U.S. Agricultural Research: Strategic Challenges and Options". Chapter 6 (1993).
18. Deardoff A.: " Welfare Effects of Global Patent Protection" Económica (Feb 1992).
19. Departamento Nacional de Planeación: "Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1994-1998". Documento Conpes 2739 Colciencias- DNP: UDE (Noviembre 1994).
20. Dias Avila A. F. "Informe Final Evaluación de Proyectos y Mecanismos del Fontagro". New Haven, CT., (Julio de 2003)
21. Dinero, (mayo 2004).
22. Echaverría R., E. Trigo and D. Byerlee: "Toward Institutional Mechanisms For Effective Financing of Agricultural Research in Latin America". (Oct 1995).
23. El Nuevo Siglo (10 de junio de 2004).
24. "Encuestas de expectativas de abril de 2004". Reportes del Emisor No.60. Banco de la República (mayo 2004).
25. Fondo Nacional de Garantías, Colciencias, Bancoldex: "Innove y Mejore su Competitividad. Mecanismos de Financiación y Fomento de Proyectos Empresariales de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico"
26. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro): "Identificación de Prioridades: Hacia una Propuesta Metodológica que Compatibilice Intereses de investigación a Nivel regional y Subregional" BID (Junio , 1996).
27. Fukuyama F.: " El Fin del Hombre. Consecuencias de la Revolución Biotecnológica". Ediciones B, SA (Agosto 2003).
28. Guerra M. R.: "Lineamientos Básicos de Política de Ciencia y Tecnología". Colciencias (Noviembre 2003).

29. Guerra M. R: "Modelar el Futuro 2015. Decisiones en Ciencia y Tecnología". Colciencias. (Mayo 2004).
30. Geuna Aldo: " Allocation of funds and Research Output: The Case of UK Universities. BETA, Université Louis Pasteur Strasbourg and MERIT, Maastricht University, (January 1997).
31. Hall B.H.: "The financing of Research and Development". Oxford Review of Economic Policy. 18 (2002).
32. Hall D.H.: "Investment and Research and Development at the Firm Level: Does the Source of Financing Matter?" NBER Working Paper #4096 (June 1992). - Hall (2002).
33. Harhoff D.: "Are There Financing Constraints for R&D and Investment in German Manufacturing Firms?". Social Science Research Center Berlin. (Dec. 1997)
34. Hashim M.Y.: "The National Agricultural Research System in Malaysia". (Oct. 1992)
35. Jaramillo Hernán: "Hacia la Construcción de una Metodología para la Determinación del Gasto en Ciencia y Tecnología". (Mayo 2002).
36. Jaramillo S. H.: "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto Durante la Década de los Noventa". Trabajo realizado para la Cepal. Universidad del Rosario (Marzo 2004).
37. Klette T. Jakob: "Empirical Patterns of Firm Growth and R&D Investment: A Quality Ladder Model Interpretation". Working Paper Series. National Bureau of Economic Research, inc. (Oct. 1998).
38. Laborde J. A.: "Inversión en Investigación Agropecuaria. La Visión desde lo Público. México Balace la Mitad del Sexenio" Reunión IICA Colombia (Abril 2004).
39. Lederman D. y W.F. Maloney: "R&D and Development". Work Bank (May 2003).
40. Lista de los consejeros de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología para el período 2002-2004.
41. Listado de Grupos Reconocidos pro Colciencias a diciembre de 2003. Total 809 Grupos.
42. Maloney W. F.: "I&D, El Sistema Nacional de Innovación y Crecimiento: Cerrando la Brecha en Educación y Tecnología". Oficina del Economista Jefe del Banco Mundial para América Latina (2003).
43. Ministerio de Medio Ambiente: "Decreto por el cual se expide el reglamento de investigación científica para todo el territorio nacional".
44. Ministerio de Salud: "Decreto No.2878" 24 diciembre de 2001"

45. Modernización del Sistema de Financiamiento de Programas de Innovación y Desarrollo Tecnológico (Diciembre 7, 1994)
46. Nadiri M.I., T. P Manuneas: "The Effect of Public Infrastructure and R & D Capital on the Cost Structure and Performance of US Manufacturing industries." The Review of Economics and Statistics. (Feb 1994).
47. Observatorio de Ciencia y Tecnología OCyT: "Informe de Resultados 2003 y plan de Acción para 2004". (Marzo 2004).
48. "Optimización de los Instrumentos de Desarrollo Empresarial. Documento Conpes 3280. DNP, Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (Abril de 2004).
49. Ozkan N.: "Effects of Financial Constraints on Research and Development Investment: an empirical Investigation". Applied Financial Economics, 12 (2002).
50. Perry R. S. y Torres C. Ricardo: "Políticas e Instrumentos de Fomento a la Innovación Tecnológica en el Agro Colombiano". Fundación para las Investigaciones Agroeconómicas y Sociales. (Noviembre de 1995).
51. Perry Guillermo: "AMÉRICA LATINA: PERSPECTIVAS Y RETOS" Economista Jefe para América Latina y el Caribe, Banco Mundial, ANIF-FEDESARROLLO. Bogotá, Mayo 6, 2004.
52. "Plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad, 2000-2010" (Diciembre 2000).
53. "Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002". Documento Conpes 3080, DNP. (Junio 2000).
54. Programa Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico 1990-1994. (Préstamos BID II: CO - 558 y SF - 835) Evaluación Ex Post - Informe Final. (Enero 1998).
55. Programa Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico 1990-1994. (Préstamos BID II: CO - 558 y SF - 835) Evaluación Ex Post Informe Final). Enero 1998. Pag. 135 a 138.
56. Samuelson P.: "The Pure Theory of Public Expenditure". Review of Economics and Statistics 36: 387-389.
57. Trigo E: "Reflexión sobre las Prioridades en Materia de Inversión Pública en las Políticas de Ciencia y Tecnología para el Sector Agropecuario". Reunión IICA Colombia (Abril 2004).
58. Waissbluth M.: "Informe Parcial de Consultoría - Visita a Colombia". Colciencias. (Diciembre 7 a 11, 1994).

59. Weissbluth M.: "Reporte de Segunda Visita a Colombia". Colciencias (Febrero 5 a 13, 1995).
60. Watanabe S.: "Technological Linkages Between Formal and Informal Sectors of Manufacturing Industries". ILO, Working Paper (March 1978).
61. Westney D. E.: "The Evolution of Japan`s Industrial Research and Development". Aoki, Masahiko, Dore, Ronald, eds "The Japanese firm: source of Competitive Strength". (1994), Chapter 6.
62. Zuleta J. .L.A. y Jaramillo G. L.: "Estructura Institucional y de Financiamiento de la Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Sector Agropecuario Colombiano. IICA (Diciembre 1994).
63. Zuleta L.A y Jaramillo L.: "Hacia un Sistema de Financiamiento de la Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Sector Agropecuario Colombiano". Colciencias e IICA (Mayo 1997).
64. Zuleta L.A.: "Condiciones de Viabilidad para un Fondo Competitivo dirigido al Financiamiento de la Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Sector Agropecuario Colombiano y un Fondo Patrimonial para Corpoica". Colciencias e IICA (Junio 1997).

A N E X O S

ANEXOS.

Proyecciones Banrep

Anual a Diciembre	INFLACION	DTF	IPC
2002	7	7,73	136,81
2003	6,5	7,95	145,69
2004	6,1	8	
2005 a Marzo	6	8	

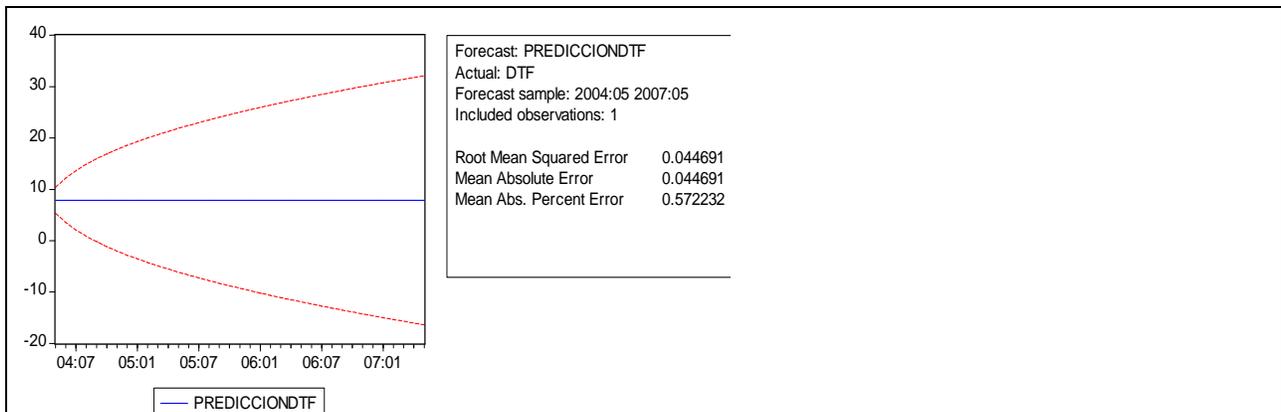
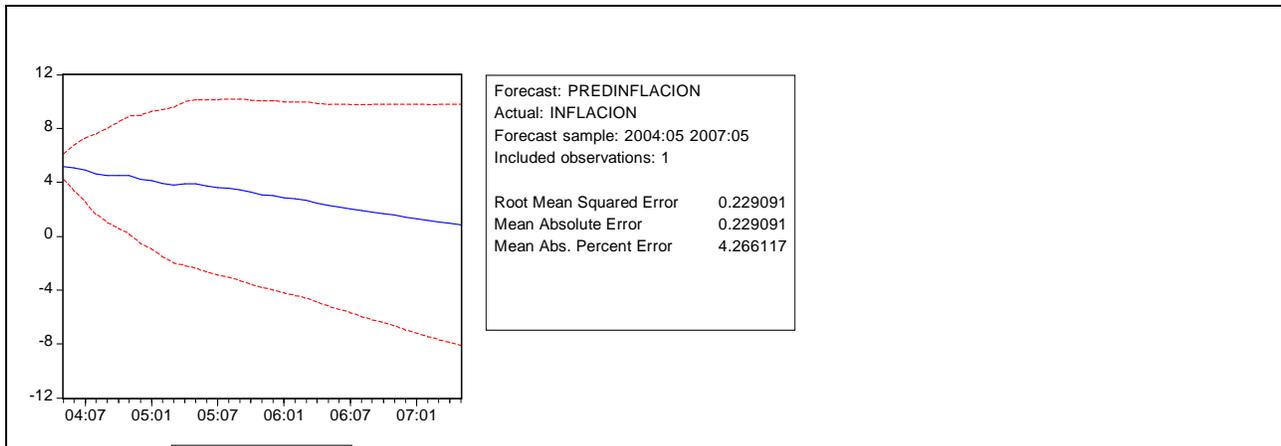
Proyecciones Dinero

Anual a Diciembre	INFLACION	DTF(promedio)
2002	7	9,03
2003	6,5	5,72
2004	5,8	8,3
2005	5,6	8,7

Proyecciones empíricas:

2004:06:00	7,8600871348	2004:06:00	5,0629518532
2004:07:00	7,8620689335	2004:07:00	4,9013142045
2004:08:00	7,8627968128	2004:08:00	4,6121298846
2004:09:00	7,8630641499	2004:09:00	4,4843835224
2004:10:00	7,8631623381	2004:10:00	4,5150834887
2004:11:00	7,8631984008	2004:11:00	4,5173814460
2004:12:00	7,8632116460	2004:12:00	4,1985490268
2005:01:00	7,8632165108	2005:01:00	4,1436699442
2005:02:00	7,8632182975	2005:02:00	3,9337688810
2005:03:00	7,8632189537	2005:03:00	3,7878630173
2005:04:00	7,8632191947	2005:04:00	3,9011619242
2005:05:00	7,8632192833	2005:05:00	3,8666673393
2005:06:00	7,8632193158	2005:06:00	3,7241239279
2005:07:00	7,8632193277	2005:07:00	3,6149497264
2005:08:00	7,8632193321	2005:08:00	3,5566235876
2005:09:00	7,8632193337	2005:09:00	3,4339502060
2005:10:00	7,8632193343	2005:10:00	3,2481203730
2005:11:00	7,8632193345	2005:11:00	3,0736126886
2005:12:00	7,8632193346	2005:12:00	3,0271109227
2006:01:00	7,8632193346	2006:01:00	2,8753951641
2006:02:00	7,8632193346	2006:02:00	2,7854726854
2006:03:00	7,8632193346	2006:03:00	2,6700411902
2006:04:00	7,8632193346	2006:04:00	2,4512883384
2006:05:00	7,8632193346	2006:05:00	2,2914473322
2006:06:00	7,8632193346	2006:06:00	2,1746755792
2006:07:00	7,8632193346	2006:07:00	2,0446025585
2006:08:00	7,8632193346	2006:08:00	1,8942610385
2006:09:00	7,8632193346	2006:09:00	1,7695689164
2006:10:00	7,8632193346	2006:10:00	1,6700515317

2006:11:00	7,8632193346	2006:11:00	1,5660210356
2006:12:00	7,8632193346	2006:12:00	1,4109662143
2007:01:00	7,8632193346	2007:01:00	1,2978506491
2007:02:00	7,8632193346	2007:02:00	1,1601037196
2007:03:00	7,8632193346	2007:03:00	1,0325249164
2007:04:00	7,8632193346	2007:04:00	0,9461309474
2007:05:00	7,8632193346	2007:05:00	0,8362541800



El proceso generador de datos para la tasa de interés fue después de las respectivas pruebas:

Dependent Variable: D(DTF)				
Method: Least Squares				
Date: 06/10/04 Time: 18:15				
Sample(adjusted): 1989:03 2004:05				
Included observations: 183 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 2 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.367282	0.068879	5.332256	0.0000

R-squared	0.126322	Mean dependent var	-0.137541
Adjusted R-squared	0.126322	S.D. dependent var	1.367724
S.E. of regression	1.278421	Akaike info criterion	3.334578
Sum squared resid	297.4537	Schwarz criterion	3.352117
Log likelihood	-304.1139	Durbin-Watson stat	1.984909
Inverted AR Roots	.37		

Para la predicción de inflación tenemos:

Dependent Variable: D(INFLACION)				
Method: Least Squares				
Date: 06/15/04 Time: 23:21				
Sample(adjusted): 1990:03 2004:05				
Included observations: 171 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 7 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.124117	0.051522	-2.409004	0.0171
AR(1)	0.499898	0.066820	7.481238	0.0000
SAR(12)	-0.398609	0.062965	-6.330675	0.0000
R-squared	0.371575	Mean dependent var	-0.127165	
Adjusted R-squared	0.364094	S.D. dependent var	0.590884	
S.E. of regression	0.471193	Akaike info criterion	1.350292	
Sum squared resid	37.29989	Schwarz criterion	1.405409	
Log likelihood	-112.4499	F-statistic	49.66749	
Durbin-Watson stat	1.929442	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.89 -.24i	.89+.24i	.65+.65i	.65 -.65i
	.50	.24+.89i	.24 -.89i	-.24 -.89i
	-.24+.89i	-.65+.65i	-.65+.65i	-.89+.24i
	-.89 -.24i			

Bondades de Ajuste. (Simulación).

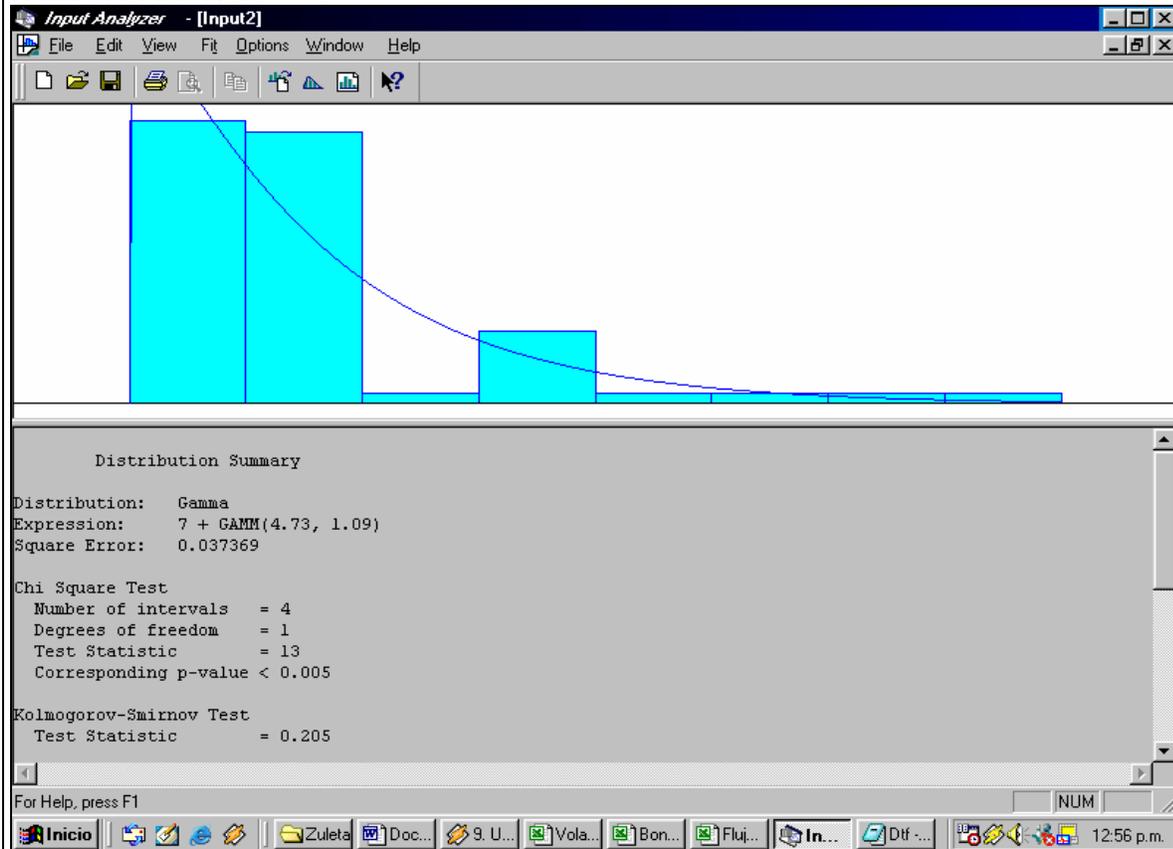
Bondad de Ajuste:	MENSUAL			
	DTF	INFLACION	TRM	DTF REAL
Min ECM	Gamma	Gamma	Beta	Gamma
Forma funcional	7 + GAMM(4.73, 1.09)	5 + GAMM(1.3, 2.42)	1.55e+003 + 1.41e+003 * BETA(1.12, 0.893)	-1 + GAMM(2.13, 2.36)
p value K S	< 0.01	0,0783	0,145	> 0.15
p value Chi s	< 0.005	> 0.15	< 0.005	< 0.005
	ANUAL			
	DTF	DTF REAL	INFLACION	TRM
Min ECM	LogNormal	Weibull	Uniforme	Uniforme
Forma funcional	7 + LOGN(5.84, 7.19)	2 + WEIB(1.64, 0.544)	UNIF(5.35, 11)	UNIF(1.76e+003, 2.7e+003)
p value K S	> 0.15	> 0.15	> 0.15	> 0.15

Bondad de Ajuste.

DTF
Data Summary

Number of Data Points = 65
Min Data Value = 7.68
Max Data Value = 33.2
Sample Mean = 12.2
Sample Std Dev = 5.33

Histogram Summary
Histogram Range = 7 to 34
Number of Intervals = 8



Distribution Summary

Distribution: Gamma
Expression: $7 + \text{GAMM}(4.73, 1.09)$
Square Error: 0.037369
Chi Square Test
Number of intervals = 4
Degrees of freedom = 1
Test Statistic = 13
Corresponding p-value < 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.205
Corresponding p-value < 0.01

Data Summary

Number of Data Points = 65
Min Data Value = 7.68
Max Data Value = 33.2
Sample Mean = 12.2
Sample Std Dev = 5.33

Histogram Summary

Histogram Range = 7 to 34
Number of Intervals = 8

Function Sq Erro

Gamma 0.0374

Weibull 0.04
Erlang 0.042
Exponential 0.042
Beta 0.0495
Lognormal 0.053
Normal 0.106
Triangular 0.134
Uniform 0.22

INFLACION

Data Summary

Number of Data Points = 65
Min Data Value = 5.14
Max Data Value = 17.2
Sample Mean = 8.14
Sample Std Dev = 2.11

Histogram Summary

Histogram Range = 5 to 18
Number of Intervals = 8

Distribution Summary

Distribution: Gamma
Expression: 5 + GAMM(1.3, 2.42)
Square Error: 0.005970

Chi Square Test

Number of intervals = 4
Degrees of freedom = 1
Test Statistic = 3.2
Corresponding p-value = 0.0783

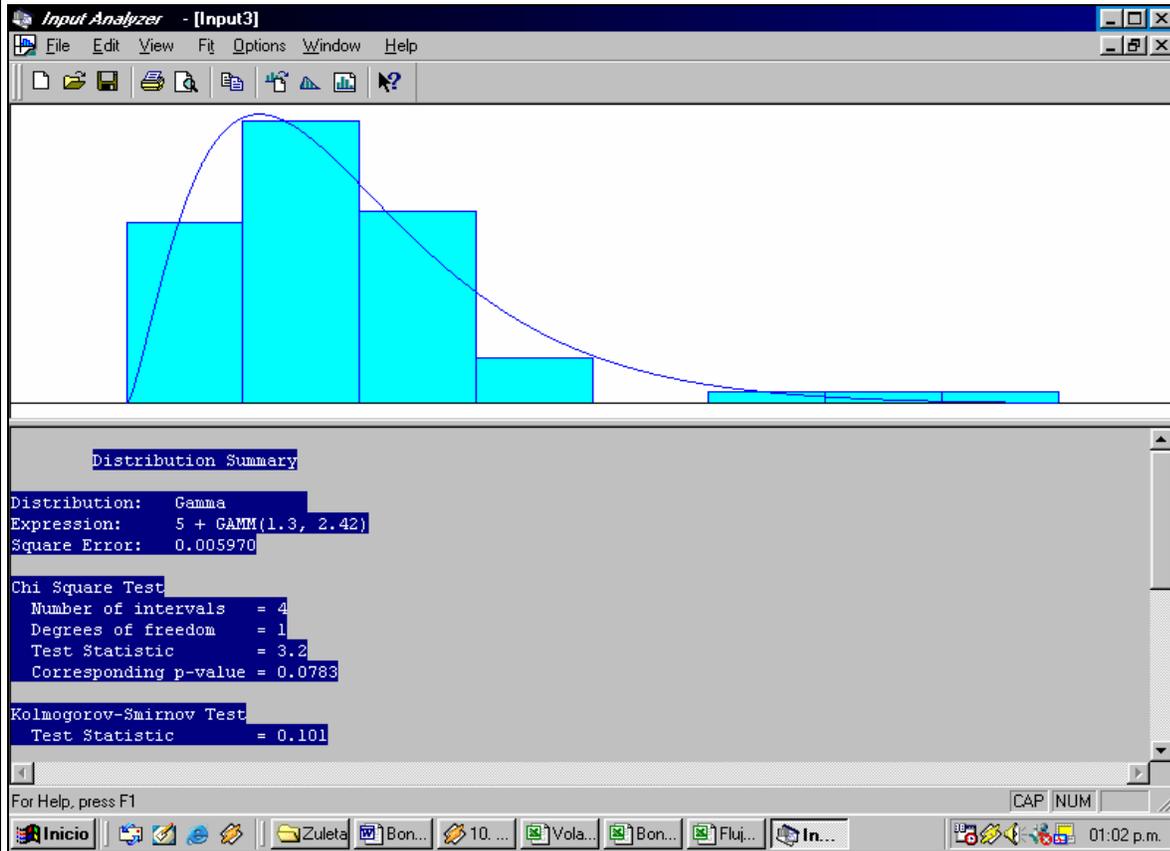
Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.101
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 65

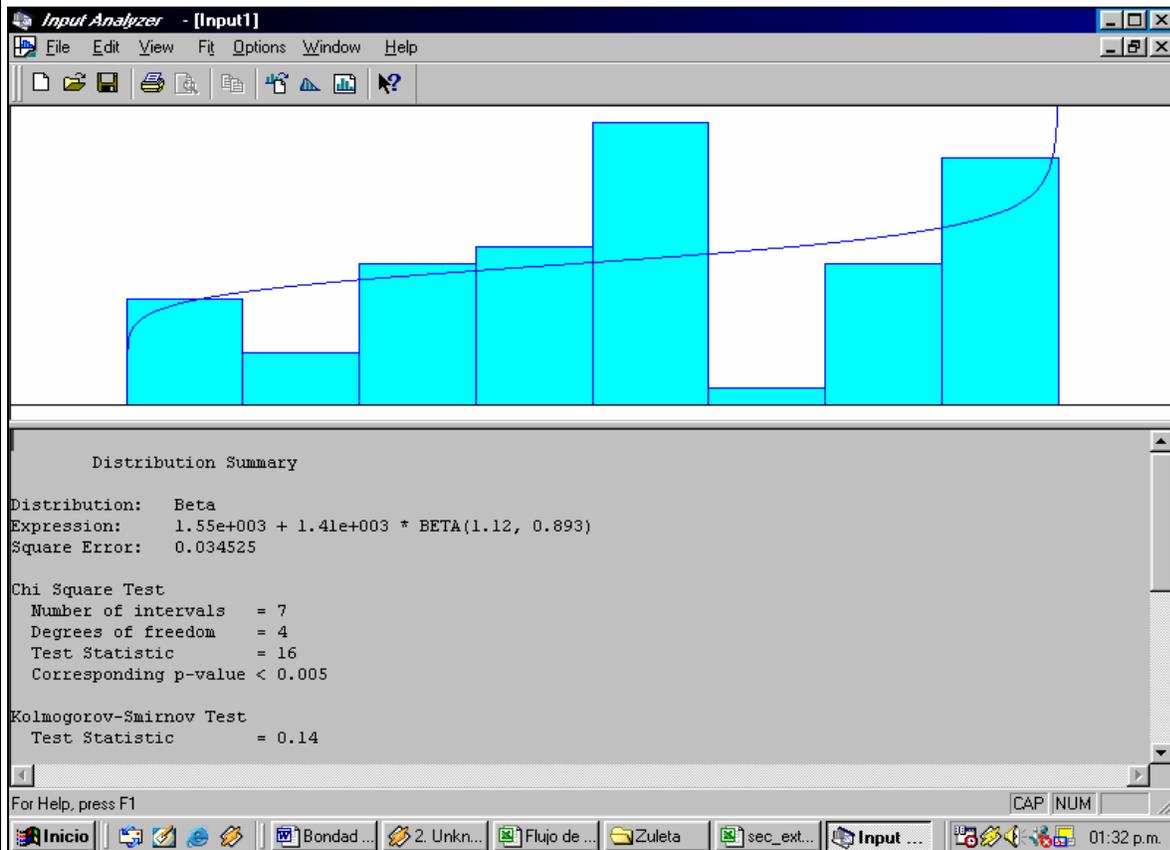
Min Data Value = 5.14
 Max Data Value = 17.2
 Sample Mean = 8.14
 Sample Std Dev = 2.11
 Histogram Summary
 Histogram Range = 5 to 18
 Number of Intervals = 8



Function	Sq Error
Gamma	0.00597
Weibull	0.00921
Lognormal	0.0101
Erlang	0.0108
Beta	0.0148
Normal	0.0265
Exponential	0.0629
Triangular	0.0936
Uniform	0.156

TASA DE CAMBIO
 Data Summary

Number of Data Points = 65
 Min Data Value = 1.55e+003
 Max Data Value = 2.96e+003
 Sample Mean = 2.34e+003
 Sample Std Dev = 403
 Histogram Summary
 Histogram Range = 1.55e+003 to 2.96e+003
 Number of Intervals = 8



Distribution Summary
 Distribution: Beta
 Expression: $1.55e+003 + 1.41e+003 * \text{BETA}(1.12, 0.893)$
 Square Error: 0.034525
 Chi Square Test
 Number of intervals = 7
 Degrees of freedom = 4
 Test Statistic = 16
 Corresponding p-value < 0.005
 Kolmogorov-Smirnov Test
 Test Statistic = 0.14

Corresponding p-value = 0.145

Data Summary

Number of Data Points = 65

Min Data Value = 1.55e+003

Max Data Value = 2.96e+003

Sample Mean = 2.34e+003

Sample Std Dev = 403

Histogram Summary

Histogram Range = 1.55e+003 to 2.96e+003

Number of Intervals = 8

Function Sq Error

Beta 0.0345

Uniform 0.0423

Normal 0.05

Weibull 0.0578

Erlang 0.0643

Triangular 0.0682

Gamma 0.0703

Exponential 0.0908

Lognormal 0.107

DTF REAL

Data Summary

Number of Data Points = 65

Min Data Value = -0.13

Max Data Value = 16

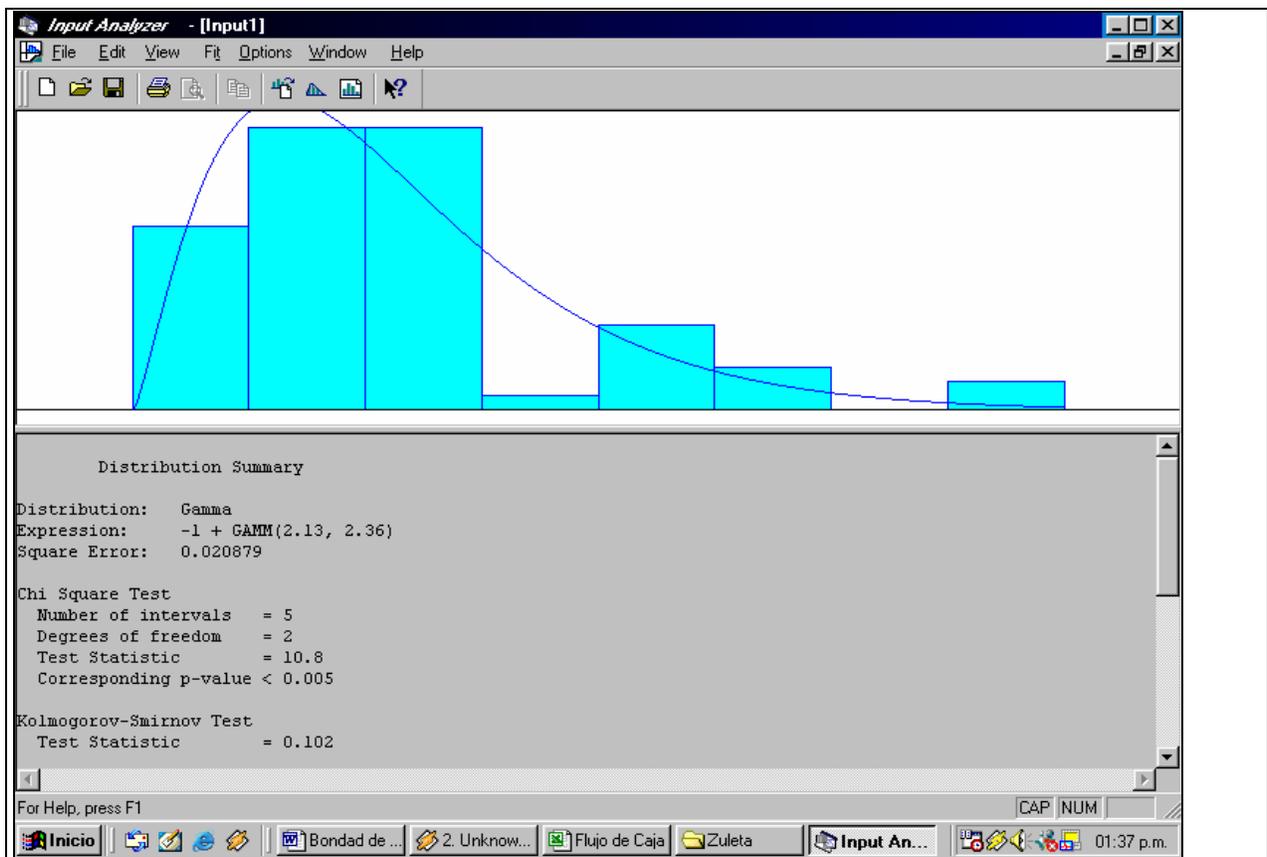
Sample Mean = 4.03

Sample Std Dev = 3.55

Histogram Summary

Histogram Range = -1 to 17

Number of Intervals = 8



Distribution Summary

Distribution: Gamma
 Expression: $-1 + \text{GAMM}(2.13, 2.36)$
 Square Error: 0.020879

Chi Square Test

Number of intervals = 5
 Degrees of freedom = 2
 Test Statistic = 10.8
 Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.102
 Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 65
 Min Data Value = -0.13
 Max Data Value = 16
 Sample Mean = 4.03
 Sample Std Dev = 3.55

Histogram Summary

Histogram Range = -1 to 17
 Number of Intervals = 8

Function Sq Error

Gamma 0.0209

Erlang 0.0228

Weibull 0.0238

Lognormal 0.0238

Beta 0.0303

Normal 0.0435

Triangular 0.0624

Exponential 0.0656

Uniform 0.116

SERIES ANUALES.

DTF

Data Summary

Number of Data Points = 5

Min Data Value = 7.86

Max Data Value = 21.3

Sample Mean = 12.5

Sample Std Dev = 5.3

Histogram Summary

Histogram Range = 7 to 22

Number of Intervals = 5

Distribution Summary

Distribution: Lognormal

Expression: $7 + \text{LOGN}(5.84, 7.19)$

Square Error: 0.062588

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.237

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 5

Min Data Value = 7.86

Max Data Value = 21.3

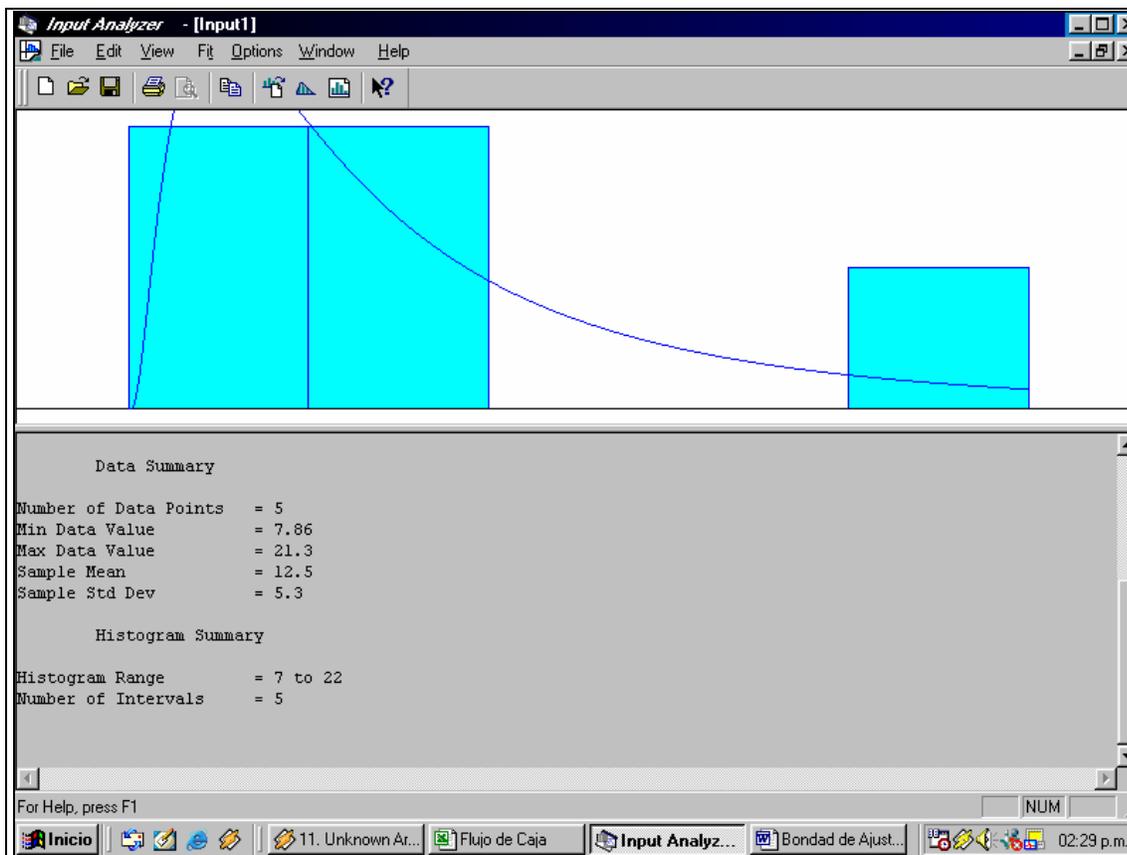
Sample Mean = 12.5

Sample Std Dev = 5.3

Histogram Summary

Histogram Range = 7 to 22

Number of Intervals = 5



Function Sq Error

Lognormal	0.0626
Gamma	0.0736
Erlang	0.0748
Exponential	0.0748
Weibull	0.076
Beta	0.101
Triangular	0.112
Uniform	0.16
Normal	0.168

DTF REAL ANNUAL

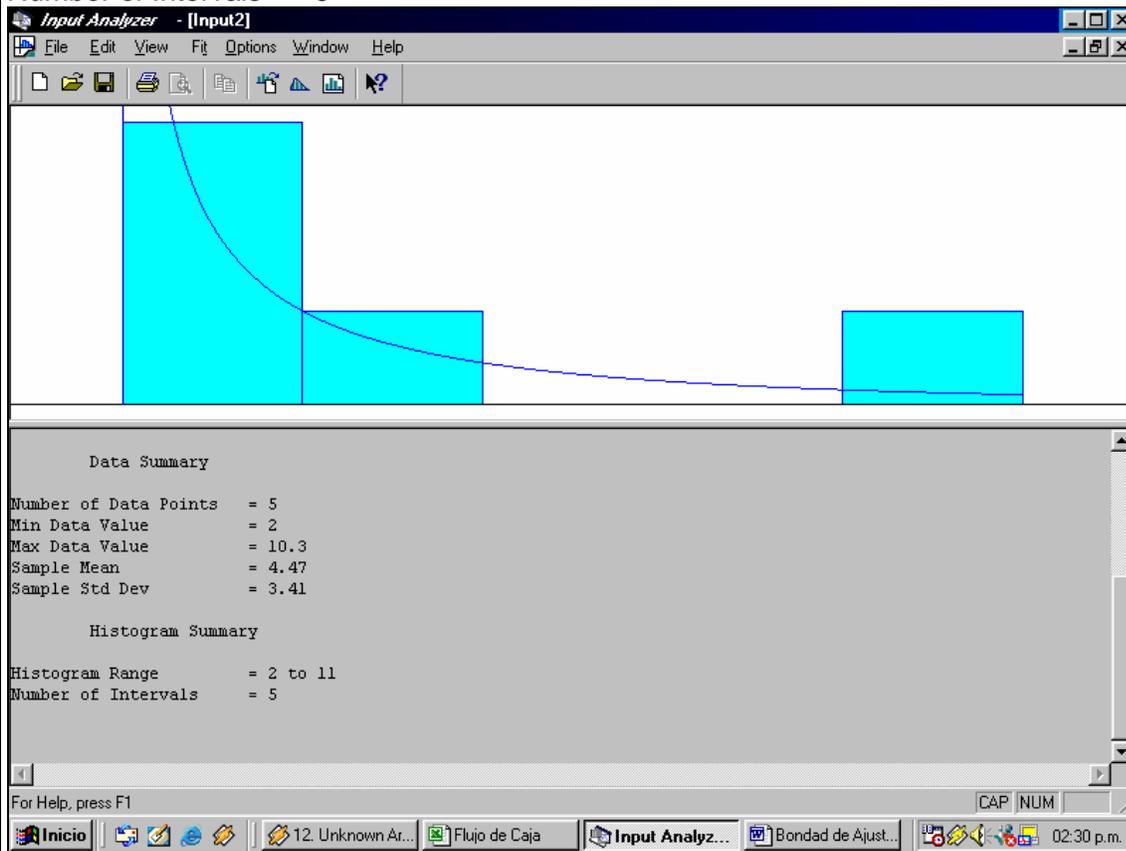
Data Summary

Number of Data Points	= 5
Min Data Value	= 2
Max Data Value	= 10.3
Sample Mean	= 4.47
Sample Std Dev	= 3.41

Histogram Summary

Histogram Range	= 2 to 11
Number of Intervals	= 5

Distribution Summary
 Distribution: Weibull
 Expression: $2 + \text{WEIB}(1.64, 0.544)$
 Square Error: 0.043246
 Kolmogorov-Smirnov Test
 Test Statistic = 0.235
 Corresponding p-value > 0.15
 Data Summary
 Number of Data Points = 5
 Min Data Value = 2
 Max Data Value = 10.3
 Sample Mean = 4.47
 Sample Std Dev = 3.41
 Histogram Summary
 Histogram Range = 2 to 11
 Number of Intervals = 5



Function	Sq Error
Weibull	0.0432
Gamma	0.0516
Erlang	0.0566
Exponential	0.0566

Lognormal 0.0575
Beta 0.13
Triangular 0.2
Normal 0.228
Uniform 0.24

INFLACION

Data Summary

Number of Data Points = 5
Min Data Value = 5.86
Max Data Value = 11
Sample Mean = 8.08
Sample Std Dev = 2.1

Histogram Summary

Histogram Range = 5.35 to 11
Number of Intervals = 5

Distribution Summary

Distribution: Uniform
Expression: UNIF(5.35, 11)
Square Error: 0.08000

Kolmogorov-Smirnov Test

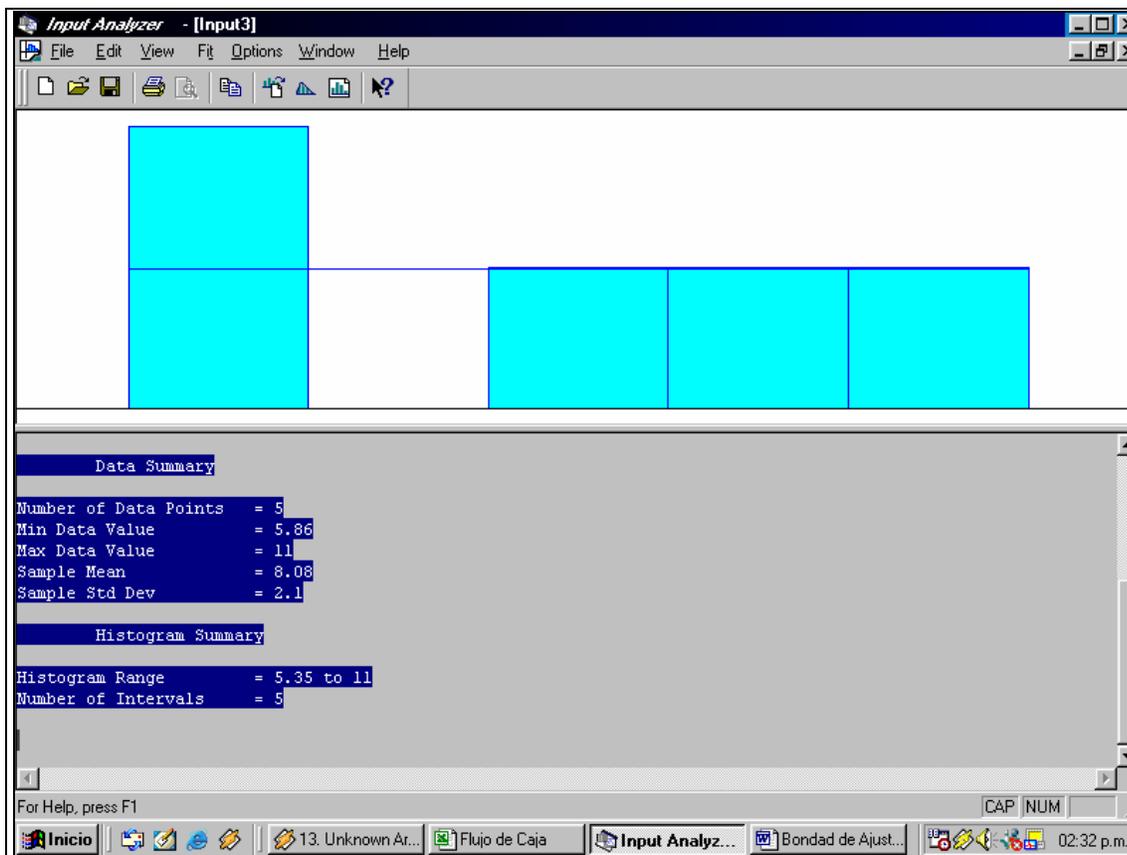
Test Statistic = 0.223
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 5
Min Data Value = 5.86
Max Data Value = 11
Sample Mean = 8.08
Sample Std Dev = 2.1

Histogram Summary

Histogram Range = 5.35 to 11
Number of Intervals = 5



Function Sq Error

Uniform 0.08
 Beta 0.0811
 Exponential 0.0854
 Weibull 0.121
 Gamma 0.125
 Normal 0.127
 Triangular 0.138
 Lognormal 0.139
 Erlang 0.145

TRM

 Data Summary
 Number of Data Points = 5
 Min Data Value = 1.76e+003
 Max Data Value = 2.7e+003
 Sample Mean = 2.27e+003
 Sample Std Dev = 366
 Histogram Summary
 Histogram Range = 1.76e+003 to 2.7e+003
 Number of Intervals = 5

Distribution Summary

Distribution: Uniform

Expression: UNIF(1.76e+003, 2.7e+003)

Square Error: 0.000000

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic= 0.199

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 5

Min Data Value = 1.76e+003

Max Data Value = 2.7e+003

Sample Mean = 2.27e+003

Sample Std Dev = 366

Histogram Summary

Histogram Range = 1.76e+003 to 2.7e+003

Number of Intervals = 5

Function Sq Error

Uniform 1.39e-031

Normal 0.0148

Erlang 0.0408

Exponential 0.0408

Triangular 0.0494

Gamma 0.085

Weibull 0.0966

Lognormal 0.147

Beta 0.308

Bondad de Ajuste:		MENSUAL			
	DTF	INFLACION	TRM	DTF REAL	
Min ECM	Gamma	Gamma	Beta	Gamma	
Forma funcional	7 + GAMM(4.73, 1.09)	5 + GAMM(1.3, 2.42)	1.55e+003 + 1.41e+003 * BETA(1.12, 0.893)	-1 + GAMM(2.13, 2.36)	
p value K S	< 0.01	0,0783	0,145	> 0.15	
p value Chi s	< 0.005	> 0.15	< 0.005	< 0.005	
	ANUAL				
Min ECM	DTF	DTF REAL	INFLACION	TRM	
Forma funcional	LogNormal	Weibull	Uniforme	Uniforme	
	7 + LOGN(5.84, 7.19)	2 + WEIB(1.64, 0.544)	UNIF(5.35, 11)	UNIF(1.76e+003, 2.7e+003)	
p value K S	> 0.15	> 0.15	> 0.15	> 0.15	