

# **Plan Nacional de I+D**

RESUMEN DE LA  
MEMORIA DE DESARROLLO  
DEL PLAN NACIONAL DE  
I+D EN EL PERIODO  
1988-1990  
Y REVISION PARA 1992-1995





**RESUMEN DE LA MEMORIA DE DESARROLLO DEL  
PLAN NACIONAL DE I+D EN EL PERIODO 1988-1990  
Y REVISION PARA 1992-1995**

*Edita: COMISION INTERMINISTERIAL  
DE CIENCIA Y TECNOLOGIA*

*NIPO: 176-91-023-2*

*Depósito Legal: M-38287-1991*

*Imprime: Comprint, S.A. - Argos, 9 - 28037 Madrid*

## INDICE

1. Evolución reciente del Sistema español de Ciencia y Tecnología .....	1
1.1. Gasto y financiación de las actividades de I+D .....	1
1.2. Investigadores y personal de I+D .....	7
1.3. Producción científica y tecnológica .....	10
1.4. Efectos económicos y globales del Sistema de Ciencia y Tecnología .....	15
2. El Plan Nacional de I+D .....	17
2.1. Resumen de las actuaciones desarrolladas en los Programas del Plan Nacional de I+D .....	17
2.1.1. Plan Nacional de I+D: oportunidad, objetivos y estructura .....	17
2.1.2. Plan Nacional de I+D y Fondo Nacional (1988-1990) .....	22
2.1.3. Fomento del desarrollo científico y tecnológico: ejes de actividad del Plan Nacional de I+D .....	22
2.1.4. Planificación del desarrollo científico y tecnológico: los Programas del Plan Nacional .....	32
2.1.5. Plan Nacional de I+D y Comunidades Autónomas .....	42
2.2. Actuaciones en el ámbito de la coordinación .....	44
2.2.1. Ejes de actividad del Plan Nacional y coordinación sectorial .....	45
2.2.2. Articulación del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria(SCTI) .....	49
2.2.3. Coordinación de fondos comunitarios con actuaciones de ámbito nacional .....	59
2.3. Actuaciones de las CICYT en el ámbito internacional .....	61
2.3.1. Participación en la definición del Programa Marco .....	61
2.3.2. Promoción y seguimiento de la participación española en Programas Comunitarios .....	63
2.3.3. Otros Programas Internacionales .....	66
2.3.4. Relaciones científicas bilaterales .....	70

3. Evaluación global del Plan Nacional de I+D: una primera aproximación .....	71
3.1. Crecimiento y equilibrio del Sistema de Ciencia y Tecnología .....	71
3.2. Cobertura, concentración y articulación del Plan Nacional: aspectos generales .....	74
3.3. Capitalización del Sistema de Ciencia y Tecnología y Plan Nacional de I+D .....	75
3.4. Movilización del Sistema de Ciencia y Tecnología y Plan Nacional de I+D .....	77
3.5. Articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología y Plan Nacional de I+D .....	77
4. Revisión del Plan Nacional de I+D para 1992-1995 .....	83
4.1. Fomento del Sistema de Ciencia y Tecnología y revisión del Plan Nacional de I+D .....	84
4.2. Planificación del Sistema de Ciencia y Tecnología y revisión del Plan Nacional de I+D .....	86
4.2.1. Programas en el área de Tecnologías de la Producción y y de las Comunicaciones .....	86
4.2.2. Programas en el área de Calidad de vida y Recursos Naturales .....	89
4.2.3. Programas en el área de Estudios Sociales, Económicos y Culturales .....	90
4.2.4. Otros Programas .....	91
4.3. Coordinación del Sistema de Ciencia y Tecnología y revisión del Plan Nacional de I+D .....	93
4.4. Escenario presupuestario .....	94
ANEXO 4A: Area de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones .....	97
ANEXO 4B: Area de Calidad de Vida y Recursos Naturales .....	102
ANEXO 4C: Area de Estudios Sociales, Económicos y Culturales .....	107

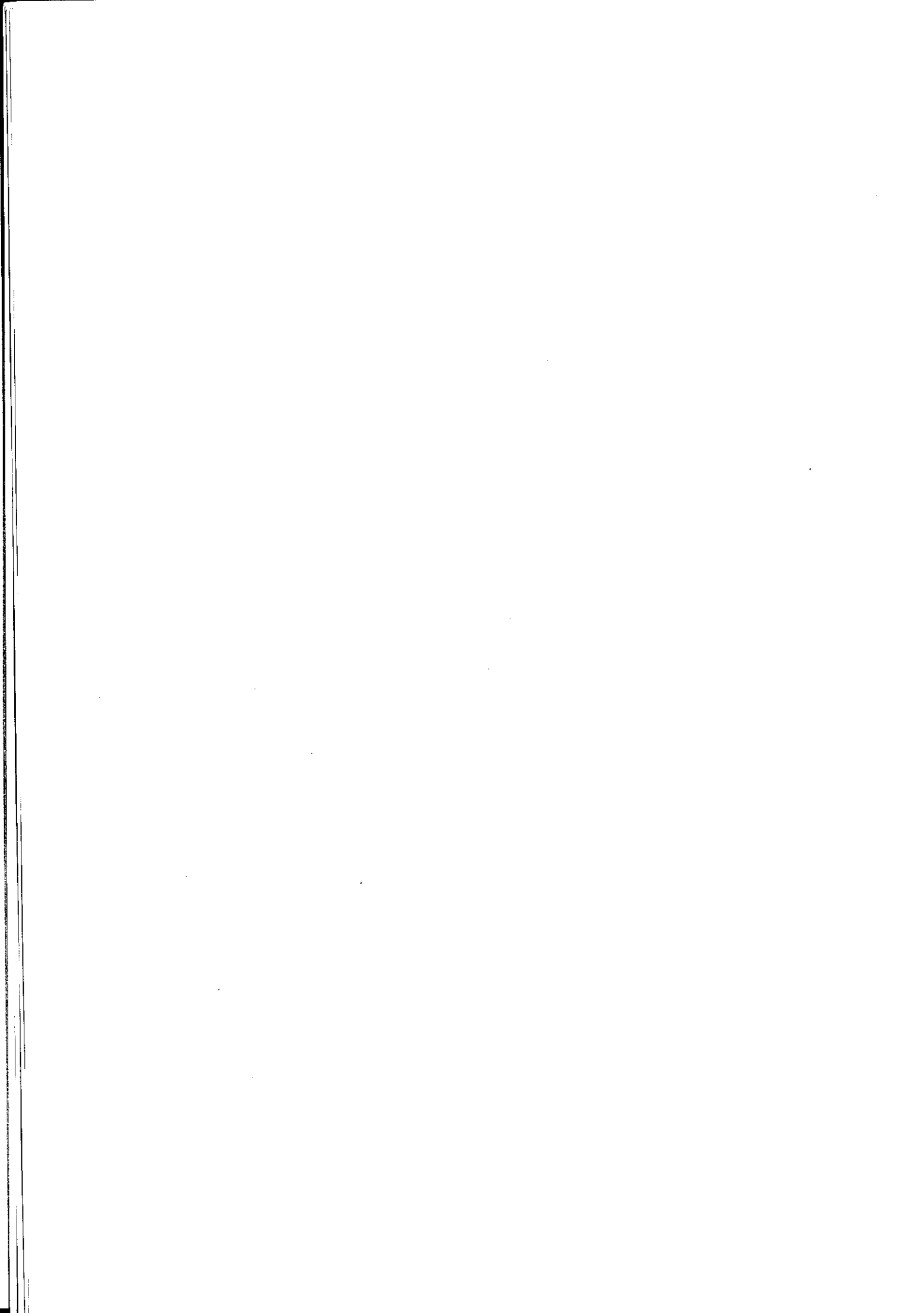
## **PRESENTACION**

*Próxima a finalizar la primera etapa del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (1988-1991), la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología ha realizado una valoración de los efectos del Plan Nacional de I+D sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología de nuestro país y, a partir de los datos obtenidos, ha llevado a cabo la planificación para un nuevo periodo de cuatro años, que se inicia en 1992.*

*El estudio previo que todo proceso de planificación exige se ha basado en el análisis de la evolución reciente del Sistema español de Ciencia y Tecnología así como en un balance global de las actuaciones y de la asignación de los recursos en los tres años transcurridos, todo ello teniendo como marco de referencia el contexto internacional en que se desarrolla toda la actividad socioeconómica y muy especialmente la científica y tecnológica. Para ello, se han empleado una serie de indicadores internacionalmente reconocidos, tales como el gasto en I+D, los recursos humanos, la producción científica, la balanza tecnológica, etc., que se han estudiado de acuerdo con un modelo de evaluación diseñado con el objeto de averiguar los efectos del Plan Nacional. Este estudio ha dado lugar a la programación para el periodo 1992-1995, que se recoge en la "Memoria de Desarrollo del Plan Nacional de I+D en el periodo 1988-1990 y revisión para 1992-1995", aprobada por el Consejo de Ministros en su reunión de 12 de julio de 1991. El resumen de la citada Memoria que aquí se presenta pretende transmitir al lector sus contenidos, acercarlo a la realidad actual del Sistema español de Ciencia y Tecnología y a la actividad científica y tecnológica que se desarrolla en su marco y ayudarle a conocer su futuro.*

*En líneas generales, la segunda etapa del Plan Nacional de I+D orienta sus objetivos a la consecución de una mayor eficiencia en la asignación de los recursos -humanos y materiales, públicos y privados- dedicados al desarrollo de actividades de I+D y a intensificar la necesaria articulación del Sistema español de Ciencia y Tecnología con el comunitario, cuya importancia se incrementa a medida que se aproxima la implantación del Mercado Unico. En definitiva, el Plan Nacional de I+D trata de crear la configuración de un verdadero Sistema Ciencia-Tecnología-Industria-Sociedad, en el cual los resultados de la investigación sean eficazmente aplicados allá donde produzcan el mayor beneficio para la Sociedad.*

**Javier Solana Madariaga**  
Presidente de la Comisión Interministerial  
de Ciencia y Tecnología



## **1. EVOLUCION RECIENTE DEL SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

La puesta en marcha de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, promulgada en 1986 con el acuerdo unánime de todas las fuerzas políticas, dio lugar a la presentación del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, que fue aprobado por el Gobierno en febrero de 1988. Después de tres años de funcionamiento puede afirmarse que el Plan Nacional de I+D se ha mostrado como un instrumento adecuado de fomento, coordinación y planificación, que ha permitido una profunda movilización y articulación del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria.

Con objeto de enmarcar las actuaciones derivadas del Plan Nacional de I+D y valorar los resultados de la Política Científica realizada desde 1982, resulta necesario estudiar la evolución de las principales magnitudes del Sistema español de Ciencia y Tecnología, que han experimentado un continuo crecimiento desde esa fecha. Evidentemente, la evolución experimentada por el Sistema no puede ser independiente de la registrada por la economía española. El Cuadro 1.1 da cuenta de la trayectoria observada por las principales macromagnitudes en España y en la OCDE a lo largo del período de vigencia del Plan y en los años inmediatamente anteriores. Los parámetros utilizados para realizar dicha evaluación tratan de responder al esquema global que se recoge en el Gráfico 1 y que se fundamenta en la descomposición del proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología en términos de inputs primarios, outputs intermedios y potenciales outputs finales.

En esta línea y a efectos prácticos distinguiremos cuatro apartados: recursos financieros de las actividades de I+D, es decir, inputs primarios del proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología; recursos humanos, en definitiva, outputs intermedios 1; producción científica y tecnológica o outputs intermedios 2; y, finalmente, impacto del Sistema de Ciencia y Tecnología sobre la productividad, crecimiento y competitividad del sistema productivo.

### **1.1. GASTO Y FINANCIACION DE LAS ACTIVIDADES DE I+D**

Los recursos financieros dedicados a las actividades de I+D son, sin duda, el input primario básico del Sistema de Ciencia y Tecnología. Así, el gasto total en I+D realizado por un país constituye un criterio significativo para la medición del potencial científico y tecnológico del mismo. Su estimación se sustenta en especificaciones contables ad hoc y en los esfuerzos realizados, en este sentido, por distintos organismos internacionales, fundamentalmente la

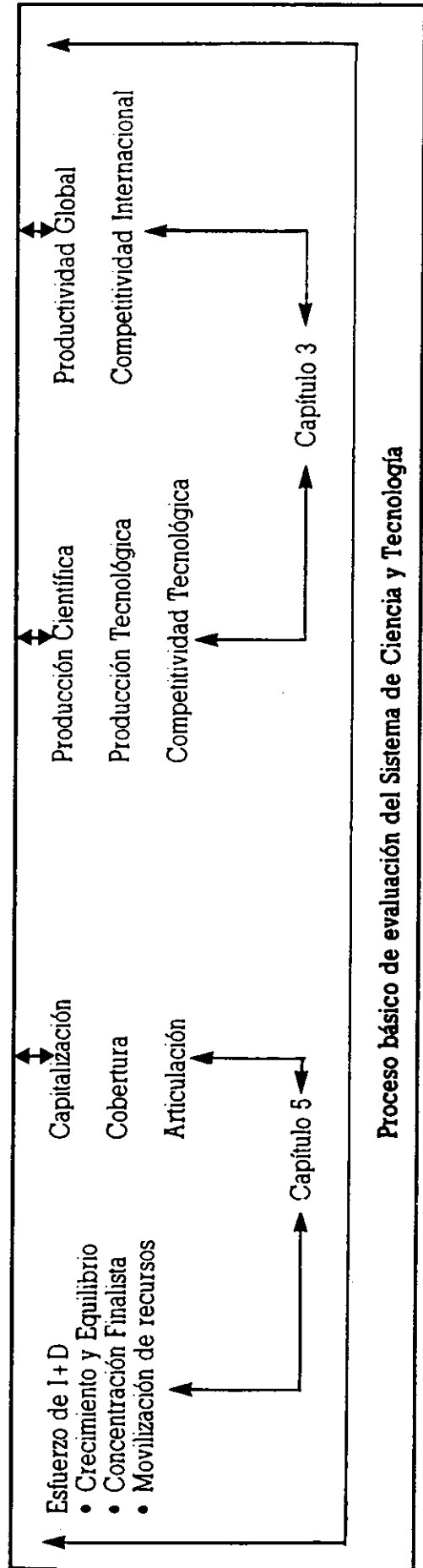
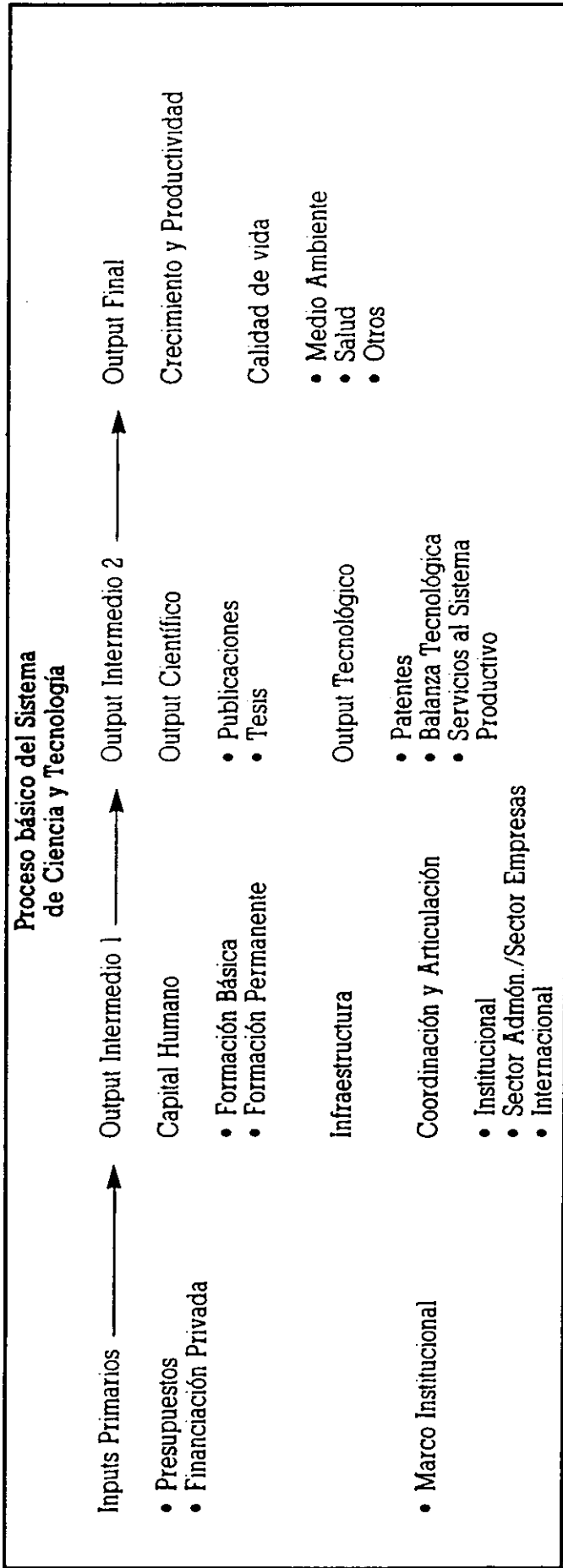
**CUADRO 1.1: EVOLUCION DE LAS MAGNITUDES AGREGADAS EN ESPAÑA Y EN LA OCDE**  
(Tasas de variación en términos reales)

	Media 82/84	1985	1986	1987	1988	1989	1990 (1)
<b>ESPAÑA</b>							
PIB	1,6	2,3	3,3	5,5	5,0	5,0	3,5
Consumo privado nacional	0,0	2,2	3,7	5,5	4,5	5,4	3,7
Consumo público	3,9	4,6	5,1	8,7	5,0	5,5	4,2
Formación bruta de capital	-2,2	3,9	14,4	17,3	14,6	13,2	8,6
Demanda nacional	0,1	2,9	6,0	8,4	6,9	7,5	4,9
Exportación de bienes y servicios	8,9	2,7	1,0	5,9	6,3	4,8	3,8
Importación de bienes y servicios	0,8	6,2	15,4	20,4	15,2	15,8	9,0
<b>PRECIOS</b>							
Deflactor del PIB	12,1	8,6	10,9	6,5	5,6	6,9	7,5
Precios de consumo	12,6	8,8	8,8	5,2	4,8	6,8	6,8
<b>OCDE</b>							
PIB		3,4	2,7	3,3	4,0	3,4	2,9
Consumo privado		3,6	3,9	3,2	3,2	2,9	2,7
Consumo público		4,8	3,5	2,2	1,0	2,1	0,0
Formación bruta de capital fijo		4,8	3,0	5,1	7,9	5,5	0,0
Demanda interior		3,4	3,7	3,6	4,0	3,0	0,0
Exportaciones de bienes y servicios		3,8	2,2	5,8	9,5	9,0	6,9
Importaciones de bienes de equipo		5,8	8,5	6,7	8,7	9,1	6,7
Deflactor del PIB		4,3	3,7	3,4	3,5	4,3	4,5
Deflactor del consumo privado		4,5	2,8	3,6	3,8	4,4	4,5

(1) Previsión de la OCDE

Fuente: Ministerio de Industria y Energía, Ministerio de Economía y Hacienda, y OCDE.

**GRAFICO 1: MODELO GENERAL DE EVALUACION**



OCDE. A pesar de ello, presenta ciertas insuficiencias como, por ejemplo, la ausencia de distinción entre la noción de gasto y la de inversión, lo cual dificulta la estimación del capital (stock) tecnológico, cuya evolución es la variable determinante de los efectos económicos del progreso técnico.

Como es sabido, el indicador de esfuerzo financiero en materia de tecnología habitualmente utilizado relaciona el gasto total en I+D con el Producto Interior Bruto (PIB). Ello por dos razones fundamentales: en primer lugar, para relativizar en función del tamaño del país el gasto total a efectos de posterior comparación; y, en segundo, porque la extensión del mercado nacional limita las oportunidades económicas derivadas del progreso técnico y, en definitiva, los recursos dedicados a su creación. Respecto a lo segundo, conviene señalar que, según estimaciones de la OCDE, el gasto mundial en I+D está fuertemente concentrado; así, el 86% del gasto total de la OCDE se realiza en los cinco países más importantes de la Organización. La propia naturaleza de la "tecnología" de las actividades de I+D implica una concentración de recursos para su ejecución, en virtud de la existencia de indivisibilidades y economías de escala.

El esfuerzo financiero en I+D ha evolucionado a un ritmo extremadamente rápido en nuestro país a lo largo de esta década y, especialmente, desde la entrada en vigor del Plan Nacional de I+D, como muestra el Cuadro 1.2.

**CUADRO 1.2: ESFUERZO EN ACTIVIDADES DE I+D POR PAISES**

PAISES	(Gasto en I+D/PIB) 100								Tasa media acumulativa anual de los Gastos en I+D (%) (1983-1990) (precios relativos constantes)
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
Alemania (1)	2,51	--	2,71	--	2,85	2,83	2,88	2,84	8,1
Reino Unido (1)	2,25	--	2,38	2,34	2,26	2,20	--	--	6,5 (+)
Italia (1)	0,95	1,01	1,12	1,14	1,19	1,23	1,29	1,29	11,2
Francia (1)	2,11	2,21	2,25	2,23	2,28	2,29	2,32	2,38	7,9
Estados Unidos (1)	2,71	2,77	2,92	2,92	2,90	2,86	2,80	2,78	7,7
España (1)	0,45	0,47	0,53	0,59	0,61	0,72	0,75	0,82	16,9
España (2)	0,48	0,50	0,57	0,65	0,68	0,78	0,82	0,90	

(+) Hasta 1988. (1) PIB a precios de mercado. (2) PIB al coste de los factores

Fuente: OCDE y elaboración propia a 30.04.91

NOTA: corregido según paridad de poder de compra de la OCDE.

Tal ritmo de crecimiento no es comparable, por superior, al registrado en los países industriales más avanzados, que ciertamente partían de un esfuerzo más ajustado a las necesidades del sistema productivo. La intensidad del esfuerzo económico desarrollado queda enmascarada, sobre todo en los últimos años, por el rápido crecimiento experimentado por la economía española, que desde 1986 ha superado ampliamente al registrado por el resto de economías occidentales. De aquí que sea preciso prestar atención a la evolución de los gastos de I+D a precios constantes. El mismo Cuadro 1.2 revela que la tasa media acumulativa anual de crecimiento en España de los gastos de I+D en el período 1983-1989 (el 16,9%), prácticamente duplica la tasa media de crecimiento de tales gastos en los países industriales más avanzados. A pesar de este elevado ritmo de crecimiento de los gastos de I+D en España, el esfuerzo se sitúa todavía muy por debajo de la cota registrada en otros países. El desglose de la ejecución y financiación del gasto por agentes económicos, así como su evolución desde 1980, se muestran en el Cuadro 1.3.

El análisis comparativo de la estructura de gastos ejecutados y de financiación, por agentes ejecutores (Cuadro 1.4), con respecto a la estructura observada en los países industriales más avanzados de nuestro entorno económico, revela que el crecimiento de los gastos de I+D no ha perjudicado el proceso de homologación internacional de su estructura de ejecución y financiación.

El hecho de que la financiación empresarial sea inferior al gasto ejecutado por este sector, que es común a todos los países comunitarios, refleja las transferencias públicas de recursos dedicados a la Investigación y Desarrollo, cuya existencia responde a la naturaleza de las políticas científicas y tecnológicas desarrolladas en el ámbito económico más próximo, así como a la oferta pública de incentivos financieros para la realización de tales actividades.

Tales modificaciones de la estructura de gastos y de financiación son particularmente perceptibles desde la entrada en vigor del Plan Nacional de I+D que, en definitiva, ha permitido ajustar el modelo de gasto/financiación al observado en los países de nuestro entorno. El incremento relativo de la financiación pública tiene, además, otra justificación de orden mayor: la incertidumbre soportada por los agentes económicos españoles ha sufrido un incremento considerable desde la adhesión a la Comunidad Europea, lo cual ha restado, probablemente, incentivos económicos a la financiación privada de las actividades de I+D. Ello, sin mencionar la dificultad que se plantea a la hora de predecir el comportamiento de nuestra economía en el contexto del Mercado Único.

El incremento del gasto ejecutado por el sector empresa en relación con el gasto total reviste particular interés. Esta evolución parece indicar que las empresas españolas tienen un interés cada vez más acentuado en la incorporación de los avances tecnológicos al desarrollo de nuevos productos y procesos.

En definitiva, el crecimiento de los recursos nacionales dedicados a la I+D ha permitido un ajuste mayor a las estructuras de ejecución y financiación vigentes en los países industriales más avanzados de nuestro entorno económico.

**CUADRO 1.3: GASTO EJECUTADO Y FINANCIACION DE ACTIVIDADES DE I+D**

Gasto ejecutado en actividades de I+D (miles de MPTA)											
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Administración	19	23	28	31	33	38	49	58	67	80	100
Enseñanza Superior	10	12	15	18	21	25	29	34	55	65	70
Sector Empresa	32	33	47	52	65	86	112	129	166	195	240
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>68</b>	<b>90</b>	<b>101</b>	<b>119</b>	<b>149</b>	<b>190</b>	<b>221</b>	<b>288</b>	<b>340</b>	<b>410</b>

Fuente: INE. Los datos de 1989 y 1990 son estimaciones de la Secretaría General del Plan Nacional de I+D (SGPN).

Los datos de 1986 y 1987 están sometidos a revisión por parte del INE y podrían ser modificados al alza.

Financiación de actividades de I+D (miles de MPTA)											
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Del exterior	1	1	1	1	1	7	3	4	8	14	22
Administración Central:	31	39	47	53	60	66	84	108	138	178	220
Interior	30	36	44	50	56	60	70	87	111	140	175
Al exterior	1	3	3	3	4	6	14	21	27	38	45
CCAA + Universidades						8	18	20	29	38	50
Sector empresa	30	31	45	50	62	73	99	110	140	148	163
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>68</b>	<b>90</b>	<b>101</b>	<b>119</b>	<b>149</b>	<b>190</b>	<b>221</b>	<b>288</b>	<b>340</b>	<b>410</b>

Fuente: Admón. Central: Presupuestos Generales del Estado. A partir de 1987 se añade una estimación de la aportación española al II Programa Marco.

Desglose nacional-exterior SGPN.

CC.AA. + Univ.: SGPN.

Sector Empresa: INE. Los datos de 1989 y 1990 son estimaciones de la SGPN.

Del Exterior: Hasta 1988 datos del INE. Para 1989-90 datos del CDTI y de la SGPN.

Total: Incluye sólo la financiación del gasto interior.

**CUADRO 1.4: BALANCE DE EJECUCION Y FINANCIACION DEL GASTO DE I+D  
POR PAISES**

	Alemania (1)	Reino Unido (2)	Italia (1)	Francia (2)	Estados Unidos (1)	España (1)
<b>GASTOS (*)</b>						
Empresas	73	67	58	60	71	58
Enseñanza Superior	14	15	18	15	15	16
Sector Público	12	14	24	25	11	25
Instituciones no lucrativas	1	4	—	1	3	1
<b>FINANCIACION (*)</b>						
Empresas	65	51	44	43	49	40
Sector Público	32	37	51	49	49	55
Otras fuentes	1	3	0	1	2	1
Sector Exterior	2	9	5	7	0	4

(1) 1990. (2) 1988.

(\*) Los totales de Gastos e Ingresos suman aproximadamente 100. Las diferencias responden a ajustes estadísticos.

Fuente: OCDE y elaboración propia a 30.4.91.

NOTA: Los datos de OCDE no coinciden exactamente con los del INE.

## 1.2. INVESTIGADORES Y PERSONAL DE I+D

La inversión en capital humano investigador es consecuencia directa de los recursos nacionales dedicados a la investigación y es factor determinante, a medio y largo plazo, del potencial científico y tecnológico de un país. Por ello, la evolución reciente del número de investigadores es un indicador destacado del potencial de progreso técnico.

Como cabía esperar, en la última década el incremento del esfuerzo nacional en I+D se ha traducido en inversiones considerables en capital humano investigador. Así, como muestra el Cuadro 1.5, en España el número de investigadores por mil unidades de población activa alcanzó en 1990 la cifra de 2,5 frente a 1,0 en 1982. Tal incremento se sustentó en una tasa media acumulativa anual del número de investigadores a tiempo completo –convención estadística que permite considerar dedicaciones parciales a la investigación según criterios internacionales– del 10,4%. Adviértase que tal crecimiento supera ampliamente al observado en el resto de los países considerados.

Con todo, el número relativo de investigadores en España sigue siendo muy inferior al de los países industriales más avanzados. El indicador español queda lejos de los 5,6 investigadores por mil unidades de población activa de Alemania, los 4,5 de Francia y relativamente próximo a los 2,9 de Italia.

**CUADRO 1.5: INVESTIGADORES EN DEDICACION PLENA POR PAISES**

PAISES	(Investigadores/Población activa) (1000)			Tasas medias acumulativas anuales (%)	
	1982	1987	1990	1982-1987	1988-1990
Alemania	4,7 (1)	5,6	—	6,1 (3)	—
Reino Unido	4,4 (2)	4,6	—	1,9 (4)	—
Italia	2,5	2,9	—	4,5	—
Francia	3,8	4,5	—	4,0	—
Estados Unidos	6,4	7,6	—	5,3	—
España	1,0	1,4	2,5	8,7	10,4

(1) 1983. (2) 1985. (3) Desde 1983. (4) Desde 1985

Fuente: Hasta 1987, OCDE. Para 1990, estimaciones de la Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

NOTA: Los datos de recursos humanos en España están siendo revisados por el INE y OCDE y podrían ser modificados al alza para los años anteriores a 1988. El número de investigadores correspondiente a 1990 es una previsión de la SGPN.

La comparación en el ámbito internacional de las cifras correspondientes a personal dedicado a I+D –investigadores y personal de apoyo– muestra que, en las cifras relativas de personal de I+D, en 1982 existían diferencias muy acusadas entre España y el resto de países considerados (Cuadro 1.6). Los esfuerzos económicos desarrollados en la última década han permitido, merced a un incremento del personal de I+D muy superior al registrado en los países de nuestro entorno, aumentar las dotaciones de personal auxiliar. Pese a ello, la ratio de personal de I+D con respecto a la población activa sigue siendo muy baja, obviamente, como consecuencia de la escasa cuantía de las dotaciones de recursos destinadas a la formación de personal auxiliar de investigación.

**CUADRO 1.6: PERSONAL DE I+D EN DEDICACION PLENA POR PAISES**

PAISES	(Personal de I+D/Población activa) (1000)			Tasas medias acumulativas anuales (%)	
	1982	1987	1990	1982-1987	1988-1990
Alemania	13,4 (1)	14,3	—	3,2 (3)	—
Reino Unido	10,1 (2)	10,1	—	0,2 (4)	—
Italia	4,6	5,3	—	3,9	—
Francia	10,9	11,5	—	1,4	—
España	2,3	3,0	4,2	6,4	7,2

(1) 1983. (2) 1985. (3) Desde 1983. (4) Desde 1985.

Fuente: OCDE y elaboración propia.

NOTA: Los datos de España correspondientes a 1987 están siendo revisados por el INE y OCDE y podrían ser modificados al alza. Los datos correspondientes a 1990 son una previsión realizada por la SGPN.

Juntamente con un incremento sustancial del número de investigadores, la acentuación de los esfuerzos nacionales en materia de I+D se ha traducido en una evolución muy favorable del capital humano en proceso de formación. Las estadísticas disponibles, que corresponden a la evolución de las becas de investigación en España y en el extranjero auspiciadas por el Plan Nacional de I+D y por el Programa Sectorial del Ministerio de Educación y Ciencia, reflejan que el número total de becarios en 1989 multiplica por un factor próximo a cuatro la cifra de becarios registrada en 1982.

El Cuadro 1.7 muestra que a partir de 1986 se registra un crecimiento exponencial de las series de becas de investigación en España y en el extranjero. En definitiva, parece asegurado a medio plazo el potencial investigador de nuestro país en lo que a recursos humanos se refiere. No es preciso señalar, por otra parte, que el esfuerzo presupuestario realizado en los últimos años a tal efecto ha tenido como telón de fondo una evolución favorable del mercado de trabajo de recién licenciados.

**CUADRO 1.7: EVOLUCION DEL NUMERO DE BECARIOS EN PROCESO DE FORMACION (FINANCIACION PUBLICA)**

ORIGEN DE LA FINANCIACION	AÑO			Tasas de crecimiento acumulativas anuales (%)	
	1982	1987	1990	1982-1987	1987-1990
Plan Nacional de I+D (*)	1.865	3.683	6.886	13,6	23,2
- En España	1.640	3.240	5.138	14,6	16,7
- En extranjero	225	443	1.748	14,5	58,0
Comunidades Autónomas y otros (1)	----	1.900	3.200	----	19,0
TOTAL	1.865	5.583	10.086	20,5	21,8

(\*) Las becas del Plan Nacional de I+D responden a las convocatorias del Programa Nacional de Formación de Personal Investigador y al Programa Sectorial del Ministerio de Educación y Ciencia, que está integrado en el Plan Nacional de I+D. Los datos 1982-87 se refieren a dicho Programa Sectorial.

(1) El número de becarios de las Comunidades Autónomas resulta de una estimación propia hecha sobre la base de su presupuesto. Las cifras de 1990 son previsiones. En las cifras globales utilizadas en el cuadro se incluyen otras actuaciones por parte de Fundaciones, entidades financieras y otros orígenes.

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

Resulta de interés mencionar, por otra parte, que distintos factores, como las peculiaridades de la pirámide de edad española, la existencia de más de un millón de estudiantes universitarios, y muy especialmente la alta demanda de plazas universitarias de titulaciones vinculadas a la Ciencia y Tecnología, aseguran el futuro del potencial investigador de nuestro

país. Tal vez sea éste el único parámetro en el que, afortunadamente, nuestro Sistema se aparta de las tendencias observadas en los países más avanzados de Europa y en Estados Unidos, para los que se prevén, por las razones citadas, serias dificultades de renovación a medio plazo del capital humano investigador.

### 1.3. PRODUCCION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

La producción científica y tecnológica viene determinada por los recursos económicos destinados a las actividades de I+D y por los rendimientos de éstos. En este epígrafe se intenta dar cuenta de la evolución reciente de los indicadores de producción científica y tecnológica.

Por lo que se refiere a la producción científica, el indicador utilizado es el del número de publicaciones realizadas por investigadores del país, de acuerdo con la información suministrada por la base de datos del Institute for Scientific Information de Filadelfia (EEUU). Los Cuadros 1.8 y 1.9 revelan que la cuota de producción científica española, que mide la relación entre el número de publicaciones realizadas por científicos españoles y científicos de todo el mundo, ha experimentado un crecimiento sustancial en el período de análisis -1982 a 1990-, pasando de 0,8 a 1,6. Tal crecimiento es muy superior al observado en los países de nuestro entorno que en el año base registraban cuotas más ajustadas a su peso en el concierto económico mundial.

Particular interés presenta el examen de las ganancias de competitividad científica del Sistema español de Ciencia y Tecnología. En términos generales, cabe advertir que el Sistema español ha incrementado de forma sustancial su competitividad con respecto al resto de países considerados. Así, la competitividad se ha incrementado en un 92% con relación a Estados Unidos, y entre un 75 y un 82% con respecto a Alemania, Reino Unido y Francia, siendo inferior la ganancia respecto a Italia.

En otros términos, como muestra el Cuadro 1.9, la relación entre la producción científica de España y la de los países de nuestro entorno económico ha experimentado una evolución muy favorable con carácter general a lo largo del período 1982-1990.

Este hecho responde, evidentemente, a la evolución de los recursos destinados a I+D en nuestro país, así como al nivel de los rendimientos científicos de nuestro Sistema. Del Cuadro 1.8 se desprende que el rendimiento científico de los investigadores españoles -medido a través del número de publicaciones anuales por investigador- y la eficiencia científica del Sistema español, medida de manera inversa a través de la relación entre gastos de I+D y número de publicaciones, son algo superiores a la media de las registradas en los países considerados.

El examen de la evolución de la producción científica por grandes áreas (Cuadro 1.10) revela que el crecimiento parece haberse concentrado en las áreas de Ingeniería, Ciencias Agrarias y Ciencias Físicas. Es en ellas donde se advierte una mayor ganancia de competitividad científica frente al resto del mundo. Así, la oferta científica en el área de Ingeniería, en el período 1982-1990, ha experimentado un incremento de su competitividad superior al 170%.

**CUADRO 1.8: PRODUCCION CIENTIFICA DE ESPAÑA Y OTROS PAISES**

P A I S	Cuotas de Producción Científica S/ Total mundial (%)		Ganancia de competitividad científica de España con respecto a cada país (1982-1990) (%) (*)	Rendimientos científicos	
	1982	1990		Investigadores (**)	Gasto en I+D (+)
Alemania	6,3	6,8	79	28	0,64
Reino Unido	7,1	7,8	75	41	0,33
Italia	2,2	2,8	54	24	0,60
Francia	4,9	5,3	82	32	0,61
Estados Unidos	36,6	37,2	92	26	0,63
España	0,8	1,6	—	30	0,29

(\*) Las ganancias en competitividad científica se miden a través del índice:  $I = \left[ \frac{(PE/PX)_t}{(PE/PX)_0} - 1 \right] \times 100$  donde PE y PX indican, respectivamente, la producción científica (número de publicaciones) de España (E) y del país (X) en el año base (0) y en el año de evaluación (t).

(\*\*) Número de publicaciones por 100 investigadores a dedicación plena (EDP). Los datos considerados corresponden a 1988, salvo los del Reino Unido y Alemania que son de 1987.

(+) Gasto en I+D (Millones de \$) por publicación. Los datos se refieren a 1990, salvo los del Reino Unido que corresponden a 1988.

Datos a 30.04.91

Fuente: Base de datos del Institute for Scientific Information (ISI).

**CUADRO 1.9: PRODUCCION CIENTIFICA RELATIVA DE ESPAÑA/PAISES DEL ENTORNO DURANTE EL PERIODO 1982-1990 (PUBLICACIONES ESPAÑOLAS POR CADA 100 DEL PAIS REFERENCIADO)**

PAISES/AÑO	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Alemania	12,7	14,8	15,7	16,4	18,4	18,3	20,3	22,8	23,0
Reino Unido	11,3	12,7	13,1	13,9	15,3	16,6	17,8	20,3	20,4
Italia	35,8	40,1	39,6	41,8	48,8	50,6	51,1	54,3	55,7
Francia	16,3	18,8	19,7	20,3	22,6	23,6	25,3	28,7	29,9
Estados Unidos	2,2	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,3	4,2
Todo el mundo	0,8	0,5	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6

Datos a 30.04.91

Fuente: Base de datos del Institute for Scientific Information (ISI).

**CUADRO 1.10: PRODUCCION CIENTIFICA DE ESPAÑA POR AREAS CIENTIFICAS**

A R E A S	Tasas medias acumulativas anuales (%) (1982-1990)	Ganancias de competitividad científica en España respecto al total mundial (1982-1990) (%) (*)
Ciencias Agrarias	13,4	166
Ciencias Clínicas	6,6	61
Ingenierías	13,2	173
Ciencias de la Vida	9,2	105
Ciencias Físicas y Químicas	12,9	135
Total Publicaciones Distintas	9,6	107

(\*) El indicador de ganancias en competitividad científica está definido en el Cuadro 1.8.

Datos a 30.04.91

Fuente: Base de datos del Institute for Scientific Information (ISI).

Respecto a la producción tecnológica, se analizarán los datos relativos a las patentes y a la evolución de la balanza tecnológica. Por lo que se refiere a los primeros, que proceden directamente de la OCDE e indirectamente de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) y de la Oficina Europea de Patentes (EPO), los indicadores que se consideran son la tasa de penetración de patentes extranjeras en el mercado nacional y la tasa media acumulativa anual de patentes nacionales en el extranjero. El primer indicador relaciona el número de patentes presentadas en cada país por residentes y no residentes en el mismo. La construcción del indicador permite neutralizar los efectos del marco normativo nacional en materia de patentes sobre la evolución de tal variable. El segundo indicador pretende medir el ritmo de crecimiento de la competitividad internacional de la oferta tecnológica nacional.

De la lectura del Cuadro 1.11 cabe deducir un incremento sustancial de la tasa de penetración de patentes extranjeras en nuestro país a lo largo del período estudiado. Adviértase, sin embargo, que en todos los países considerados se observa un aumento de la penetración de las patentes extranjeras, cuya evolución parece obedecer, en términos generales, a la apertura de las economías nacionales al exterior y a la dificultad de proteger por otras vías los conocimientos patentables. En España, tal fenómeno coincide además con una apertura brusca de los mercados nacionales a la competencia internacional y con un interés de ésta en los mercados domésticos. En todo caso, la evolución del indicador es reflejo también del grado de exposición a la competencia tecnológica internacional del Sistema tecnológico español.

Contrariamente a lo que cabría esperar, el crecimiento medio acumulativo anual del número de patentes presentadas en el extranjero por residentes en España ha observado en el período de análisis un crecimiento superior al experimentado en los países de nuestro entorno.

Tal hecho parece reflejar una mayor presencia de la tecnología española en el Sistema internacional de Ciencia y Tecnología, debiendo ser interpretado de acuerdo con los criterios de valoración establecidos más arriba.

**CUADRO 1.11: EVOLUCION DE LAS PATENTES POR PAISES**

PAISES	Tasa de penetración de Patentes extranjeras (*)		Tasa media acumulativa anual (1982-1988) (%) de Patentes Nacionales en el Extranjero (**)
	1982	1988	
Alemania	1,3	1,6	8,2
Reino Unido	2,0	2,9	8,7
Italia	---	---	10,2
Francia	3,4	4,3	7,4
Estados Unidos	0,8	0,9	8,5
España	5,2	13,3	10,7

(\*) Se refiere a la relación entre patentes presentadas en cada país por no residentes y por residentes.

(\*\*) Se refiere al número de patentes presentadas en el extranjero por los residentes de cada país.

Fuente: OCDE y elaboración propia.

La tercera clase de indicadores de oferta tecnológica, se refiere a la evolución de la balanza tecnológica, que registra las transacciones de cada país con el exterior en materia de tecnología y, más concretamente, valora la contrapartida financiera de la adquisición o utilización de patentes, licencias, know-how y servicios de asistencia técnica. El origen principal de los datos suministrados es la OCDE, que homogeneiza las estadísticas procedentes de fuentes nacionales.

La evolución de la tasa de cobertura de los intercambios tecnológicos –ingresos sobre pagos– desde 1982 hasta 1988 refleja un empeoramiento del saldo tecnológico exterior, que coincide en signo, aunque no en cuantía relativa, con el deterioro de la balanza tecnológica de otros países industriales avanzados, como Reino Unido, Estados Unidos y, en menor medida, Francia.

Conviene señalar, sin embargo, que en 1989 se registró una desaceleración importante del ritmo de crecimiento del déficit de la balanza, según informa la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Industria y Energía. Tal desaceleración respondió a un fuerte crecimiento de los ingresos y a una caída sustancial de los pagos, situándose el índice de cobertura de la balanza de pagos tecnológica, definida con los criterios contables de la OCDE, en torno a 0,18 (frente a 0,13 en 1988), cifra similar a la registrada en 1982. Los datos disponibles correspondientes a 1990 revelan que se mantiene esta tendencia, pues la tasa de cobertura se sitúa en un 0,19.

La intensificación de la importación de tecnología no incorporada a factores productivos convencionales debe ser valorada, al menos en nuestro país, a la luz de la evolución del grado de apertura de la economía española a los mercados internacionales en los últimos años; además, tiene que considerar especialmente el fuerte ritmo inversor experimentado en la segunda parte de la década, así como la penetración de capital extranjero en los diferentes sectores de actividad. La importación de tecnología ha venido determinada en gran medida por estos dos últimos factores, cuya contrapartida obvia ha sido la modernización tecnológica de las estructuras productivas nacionales. De aquí que las estadísticas correspondientes a la balanza tecnológica deban ser consideradas en tanto que input primario del proceso básico de Ciencia y Tecnología.

En este último sentido, no debe llamar la atención el crecimiento acumulativo anual de los pagos al exterior por transferencias tecnológicas que no registra en nuestro país un nivel cualitativamente superior al observado en otros países de nuestro entorno económico. Sí cabe, sin embargo, considerar la tasa media acumulativa anual de crecimiento de los ingresos tecnológicos, inferior a la correspondiente a esos países.

El examen de la estructura de la balanza de pagos tecnológica española (Cuadro 1.12) muestra la existencia de una fuerte concentración de las transacciones en los conceptos de Asistencia Técnica y Patentes, Marcas e Inventos. Tales son las rúbricas que definen los procesos de transferencia de progreso técnico no incorporado.

**CUADRO 1.12: DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA BALANZA DE PAGOS TECNOLOGICA (Año 1990)**

CONCEPTO	INGRESOS %	PAGOS %	TASA DE COBERTURA
Asistencia Técnica	72,5	44,2	31,61
Formación de Personal	1,2	1,6	13,63
Participación en actividades de I+D	7,6	7,6	19,16
Patentes, Diseños, Marcas e Inventos	10,5	35,7	5,67
Gastos de Registro de Patentes y Marcas	5,9	1,4	85,35
Programas de Ordenadores	2,3	9,5	4,66
TOTAL	100	100	

Fuente: Dirección General de Política Tecnológica. Ministerio de Industria y Energía.

#### 1.4. EFECTOS ECONOMICOS GLOBALES DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

La asignación de recursos a las actividades de I+D tiene como objetivo último la promoción del progreso técnico y, consecuentemente, el fomento del bienestar económico. A nuestros efectos entenderemos que los argumentos de éste se corresponden con dos objetivos económicos de orden general: el crecimiento económico y la competitividad de la economía nacional.

Como se ha señalado anteriormente, el análisis de las relaciones entre crecimiento económico y factores del progreso técnico es relativamente reciente y, debido a dificultades de orden teórico y metodológico, no arroja resultados concluyentes sobre los efectos económicos de las inversiones en I+D. La vía de análisis más prometedora relaciona la evolución del indicador de productividad global, es decir, de las magnitudes de producto una vez descontados los efectos del crecimiento de los factores productivos convencionales, con el ritmo de acumulación de capital tecnológico. Los trabajos inscritos en esta línea estiman la rentabilidad social de la inversión en I+D, es decir, el impacto en términos de rendimiento que no se refleja en la remuneración de los factores productivos convencionales y que, por lo tanto, está vinculado a una mejora del bienestar económico general vía externalidades y difusión de conocimientos. Además, algunos trabajos estiman los efectos del progreso técnico incorporado a la acumulación del stock de capital, de suerte que es posible distinguir entre los efectos económicos del progreso técnico incorporado y no incorporado. Esta distinción podría permitir valorar adecuadamente, por ejemplo, el impacto de la importación de bienes de equipo sobre el progreso técnico observado en un determinado país.

Los trabajos realizados sobre los países industriales más avanzados, de acuerdo con las pautas metodológicas mencionadas, estiman elasticidades significativamente no nulas de las magnitudes de producto nacional y sectorial respecto al stock de capital tecnológico. Una parte importante de la caída del crecimiento de la productividad global registrada en los últimos años en la mayor parte de países occidentales parece responder a la disminución del ritmo de acumulación de capital tecnológico así como a su composición. Por otra parte, las estimaciones de la rentabilidad social de la inversión en I+D no se apartan sustancialmente de cifras próximas al 50%. Las evidencias internacionales parecen apoyar, pues, la creencia de que las inversiones en I+D tienen efectos considerables sobre el crecimiento económico, aunque la magnitud de su impacto está vinculada a la estructura y destino sectorial de tales inversiones.

Lamentablemente, los estudios realizados sobre nuestro país son escasos; además, se apoyan en aparatos metodológicos diferentes, lo que dificulta el establecimiento de evidencias referidas al caso español. Las limitaciones derivadas del sistema estadístico nacional impiden, por otra parte, la realización de estudios de esta naturaleza sobre la base de series suficientemente largas y actualizadas. A pesar de ello cabe conjeturar que el ritmo de la evolución del capital tecnológico tiene un efecto directo y significativo sobre la evolución de la productividad global y de la productividad de trabajo de nuestra economía. Más concretamente, las estimaciones más conservadoras, que no descuentan de la evolución de la productividad el efecto del progreso técnico incorporado al stock de capital, cifran entre un 18 y un 25% la

rentabilidad social de la inversión en I+D, que se acumula a la rentabilidad ordinaria de cualquier inversión.

En definitiva, la evolución global del déficit comercial español enmascara dos tipos de fenómenos: en primer lugar, una modernización profunda de los aparatos productivos de la industria española y, en segundo, lo que es menos conocido, la explotación económica de ciertas ventajas tecnológicas frente al exterior. Cabe conjeturar que el fortalecimiento de los activos tecnológicos de las empresas españolas debe, en un plazo más o menos largo, afianzar y extender los resultados comerciales de tales ventajas.

## **2. EL PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DESARROLLO TECNOLOGICO**

### **2.1. RESUMEN DE LAS ACTUACIONES DESARROLLADAS EN LOS PROGRAMAS DEL PLAN NACIONAL DE I+D**

#### **2.1.1. Plan Nacional de I+D: oportunidad, objetivos y estructura**

La situación del Sistema español de Ciencia y Tecnología en el inicio de los años 80, llevó a las autoridades al convencimiento de que era necesario proceder a su reforma; ello dio lugar a la citada Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (Ley 13/1986 de 14 de abril), comúnmente conocida como Ley de la Ciencia, que estableció un nuevo marco normativo para la definición y ejecución de la Política Científica y Tecnológica. Por otra parte, este nuevo marco se vio enriquecido por un conjunto de regulaciones complementarias, entre las que cabe mencionar la Ley 11/1983 de 25 de agosto de Reforma Universitaria (LRU), la Ley 11/1986 de 20 de marzo de Patentes, y la Ley 22/1987 de 11 de noviembre de Propiedad Intelectual.

Resultado del desarrollo de la primera Ley mencionada ha sido una mayor articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología. La responsabilidad última de la coordinación del Sistema se ha atribuido a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), presidida por el Ministro de Educación y Ciencia e integrada por representantes de los Departamentos Ministeriales con responsabilidades directas en materia de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. La CICYT dispone de una Comisión Permanente, presidida por el Secretario de Estado de Universidades e Investigación y formada por representantes de los Ministerios de Industria y Energía\*, Educación y Ciencia, y Economía y Hacienda.

Por otra parte, el Consejo General de la Ciencia y la Tecnología, presidido por el Ministro de Educación y Ciencia, tiene como misión el establecimiento de mecanismos de colaboración entre la Administración Central y las Administraciones Autonómicas. Finalmente, sobre el Consejo Asesor para la Ciencia y la Tecnología, presidido por el Ministro de Industria y Energía, recae la responsabilidad de auspiciar la participación de los agentes económicos y sociales, así como de la propia comunidad científica, en la elaboración y seguimiento del Plan Nacional.

El resultado del desarrollo de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica ha sido una mayor articulación entre los agentes públicos y

---

\* En la actualidad Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Se ha mantenido aquí el nombre antiguo porque así se denominaba en la época aludida.

privados integrantes del Sistema. El Gráfico 2 muestra, en trazo discontinuo, los flujos de coordinación derivados de la puesta en práctica de la Ley. Adviértase que, a diferencia de la situación anterior, a la entrada en vigor de la Ley todas las instancias que forman parte del Sistema de Ciencia y Tecnología pueden coordinar sus decisiones a través de canales de información constituidos al efecto.

El Plan Nacional de I+D constituye el mecanismo básico de programación de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. De carácter plurianual y revisable anualmente, el Plan integra una parte importante del esfuerzo financiero público en materia de I+D, abarcando un conjunto de Programas de naturaleza diversa que constituyen sus prioridades. Así, forman parte del Plan los Programas Nacionales, los Programas Sectoriales, los Programas acordados con las Comunidades Autónomas y los Programas Horizontales y Especiales, entre los que destaca el de Formación de Personal Investigador.

Los Programas Nacionales pueden integrar iniciativas de diferentes Ministerios y atienden a un objetivo de interés nacional, correspondiendo su formulación a la propia Comisión Interministerial. Su ejecución suele tener un carácter multiinstitucional y su financiación procede del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica. El Cuadro 2.1 muestra los Programas Nacionales vigentes, encuadrados en las áreas prioritarias del Plan, esto es, Calidad de Vida y Recursos Naturales, Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones, Programas Socioculturales y Programas Horizontales y Especiales.

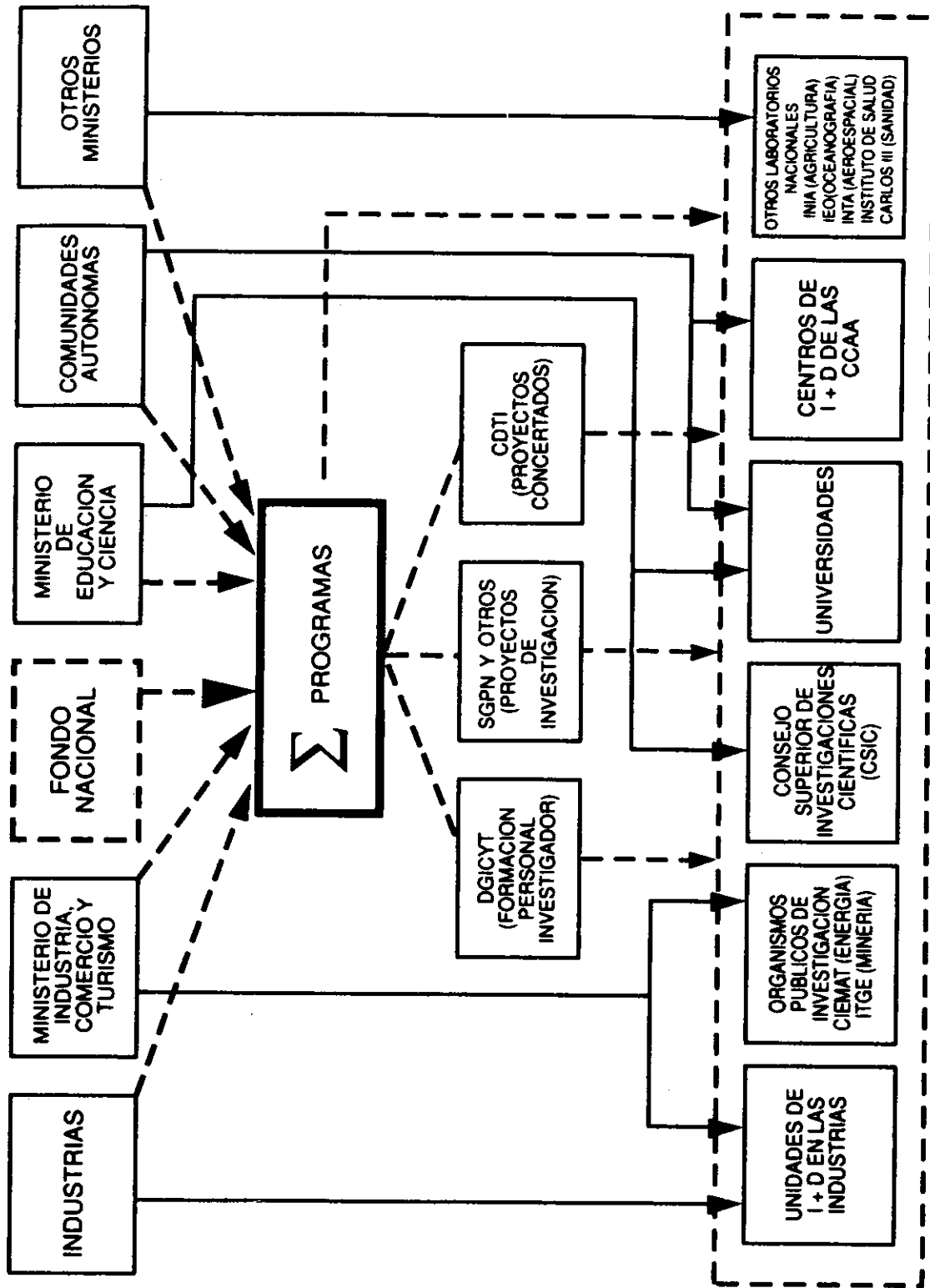
Las Comunidades Autónomas pueden acordar con la CICYT la inclusión en el Plan Nacional de aquellos Programas de Investigación y Desarrollo que, por su naturaleza, requieren una coordinación con los intereses generales de la nación. El citado Cuadro 2.1 muestra los Programas de esta naturaleza vigentes en el periodo 1988-1991.

Los Programas Sectoriales ordenan iniciativas propias de diferentes Departamentos Ministeriales y de otros organismos públicos de titularidad estatal que, en todo caso, someten a la CICYT la aprobación de los mismos.

Es preciso mencionar un nuevo órgano, introducido en el Sistema por la Ley de la Ciencia, que desempeña un papel de suma importancia: la Comisión Mixta Congreso-Senado de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, formada por 22 diputados y 16 senadores. A ella le corresponde elaborar el preceptivo dictamen anual sobre el cumplimiento del Plan Nacional de I+D, realizando así un seguimiento continuado del desarrollo del mismo y, en general, de la Política Científica y Tecnológica del Gobierno.

Virtud principal del nuevo marco normativo es que, en principio, hace posible que las deficiencias históricas del Sistema de Ciencia y Tecnología sean por fin subsanadas. El Cuadro 2.2 muestra un esquema de los fundamentos últimos del nuevo marco normativo, relacionando sus características principales con los objetivos genéricos e instrumentales del Plan Nacional de I+D y con los principales ejes de actividad del mismo.

GRAFICO 2.-SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA



**CUADRO 2.1: PROGRAMAS DEL PLAN NACIONAL DE I+D (1988-1991)**

**\* PROGRAMAS NACIONALES**

Calidad de Vida y Recursos Naturales

- Biotecnología
- I+D Farmacéuticos
- Tecnología de Alimentos
- Recursos Geológicos
- Recursos Marinos y Acuicultura
- Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental
- Salud
- Investigaciones sobre el Deporte
- Investigación Agrícola
- I+D Ganadero
- Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales

Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones

- Nuevos Materiales
- Automatización Avanzada y Robótica
- Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
- Investigación Espacial
- Microelectrónica

Programas Socioculturales

- Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina
- Problemas Sociales y Bienestar Social
- Patrimonio Histórico

Programas Horizontales y Especiales

- Formación de Personal Investigador
- Investigación en la Antártida
- Física de Altas Energías
- Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico
- Interconexión de Recursos Informáticos (IRIS)

**\* PROGRAMAS DE COMUNIDADES AUTONOMAS**

- Química Fina (Cataluña)
- Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional (Comunidad Valenciana)

**\* PROGRAMAS SECTORIALES**

- Promoción General del Conocimiento (Ministerio de Educación y Ciencia)
- Formación de Profesorado y Personal Investigador (Ministerio de Educación y Ciencia)

**CUADRO 2.2: OBJETIVOS, ACCIONES Y CRITERIOS DE EVALUACION DEL PLAN NACIONAL DE I+D**

DEFICIENCIAS HISTORICAS DEL SISTEMA	OBJETIVOS GENERICOS DEL PLAN	ACCIONES	CRITERIOS DE EVALUACION
Esfuerzo insuficiente	Fomento	<p>Crecimiento del Sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presupuestos públicos (a corto plazo)</li> <li>- Capitalización (a medio plazo)</li> <li>- Investigación básica: PGC</li> <li>- Infraestructura</li> <li>- Formación de Personal Investigador</li> </ul> <p>Movilización de recursos empresariales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyectos Concertados</li> </ul>	<p>Equilibrio del crecimiento</p> <p>Capitalización</p> <p>Movilización</p>
Desarticulaciones del Sistema	Coordinación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo nuevo marco institucional</li> <li>- Ciencia- Tecnología-Industria</li> <li>* Red OTRI/OTT</li> <li>* PETRI</li> <li>* Intercambios Industrias-CPI</li> <li>* Proyectos Concertados</li> <li>- Desarrollo y seguimiento de Programas Internacionales</li> </ul>	Cobertura y articulación
Carencia de Programación: - Carácter no finalista de la investigación - Ausencia de prioridades	Programación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación orientada:</li> <li>* Programas Nacionales</li> <li>* Programas de Comunidades Autónomas</li> </ul>	Concentración finalista

### **2.1.2. Plan Nacional de I+D y Fondo Nacional (1988-1990)**

A lo largo del trienio 1988-1990, la dotación del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica alcanzó la cifra de 56.970 MPTA.

Si se atiende a la distribución del Fondo según ejes de actividad, que aparece en el Gráfico 3, la acción más importante en términos presupuestarios corresponde a la financiación de proyectos, infraestructura y acciones especiales. En definitiva, desde este punto de vista, el objetivo prioritario en la aplicación del Fondo ha sido el fomento, a corto, medio y largo plazo, del Sistema de Ciencia y Tecnología.

Conviene señalar, sin embargo, que el objetivo instrumental de capitalización se ha visto apoyado por la realización de un esfuerzo importante en materia de formación de personal investigador, que ha dado lugar a una inversión superior a 13.000 MPTA.

La atención al objetivo de articulación y de movilización de los recursos privados destinados a la financiación de actividades de I+D, instrumentado mediante los Proyectos Concertados y otras acciones, ha dado lugar a una inversión cercana a 12.000 MPTA.

En definitiva, puede constatarse un cierto equilibrio entre los montantes presupuestarios destinados a la financiación de cada uno de los objetivos del Plan Nacional. Sin embargo, cabe afirmar que el objetivo primordial ha sido el fomento del Sistema de Ciencia y Tecnología, lo cual es coherente con la necesidad de recuperar una parte del retraso de nuestro Sistema con respecto al de los países de nuestro entorno, en lo que se refiere al volumen de recursos puestos a disposición del mismo.

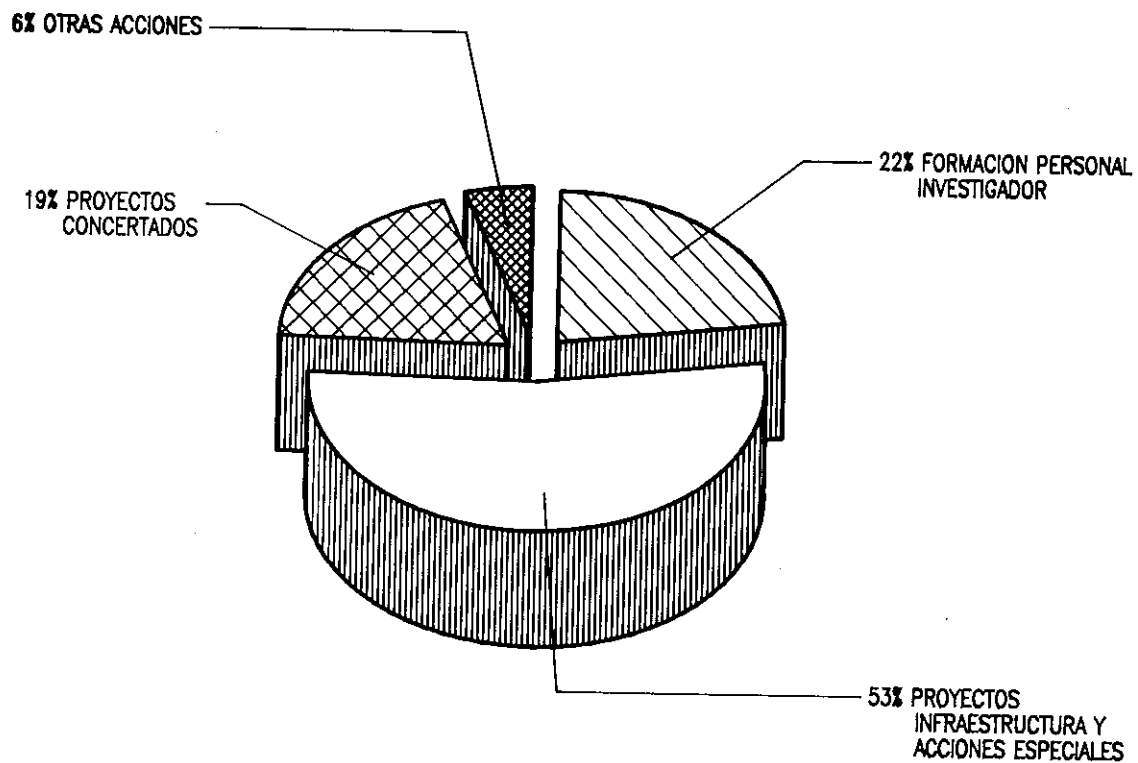
Desde un punto de vista científico y tecnológico, la distribución del Fondo por áreas, que aparece en el citado Gráfico 3, muestra que se han atendido las necesidades de investigación en áreas directamente relacionadas con la producción industrial, sin descuidar el necesario apoyo a los aspectos más relacionados con la calidad de vida y la conservación y utilización óptima de los recursos naturales.

### **2.1.3. Fomento del desarrollo científico y tecnológico: ejes de actividad del Plan Nacional de I+D**

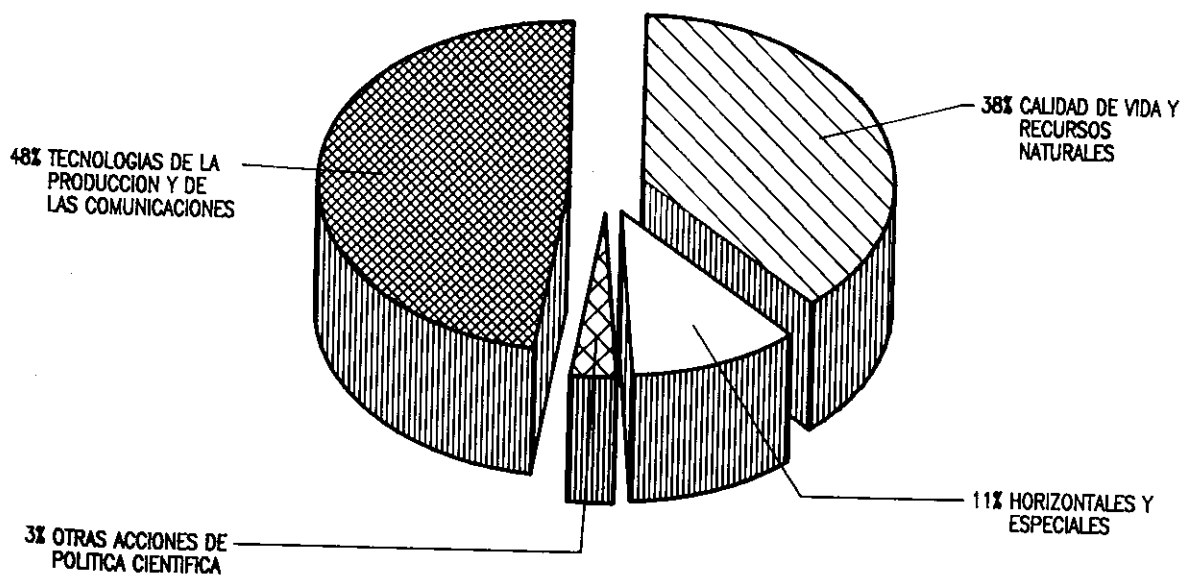
El fomento del desarrollo científico y tecnológico constituye uno de los propósitos esenciales del Plan Nacional de I+D. Como se ha mostrado anteriormente, la superación de las insuficiencias del Sistema de Ciencia y Tecnología requería un crecimiento ordenado del mismo, auspiciado en buena parte por la iniciativa pública.

**GRAFICO 3: DISTRIBUCION DEL FONDO NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA (1988-1990)**

**EJES DE ACTIVIDAD**



**AREAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS**



**TOTAL: 56.970 MPTA**

A corto plazo, el fomento del desarrollo científico y tecnológico debe dar lugar a una ampliación de las disponibilidades presupuestarias para la financiación de proyectos de investigación, de acuerdo con las prioridades establecidas en los Programas Nacionales. A medio y largo plazo, las actividades de fomento deben asegurar, a través de las correspondientes dotaciones, el futuro del potencial investigador, que depende de las inversiones realizadas en infraestructura y en capital humano. Tales son, en estos términos, los ejes de actividad del Plan Nacional relacionados con el objetivo de fomento. Conviene advertir que epígrafes posteriores tratarán de las actividades realizadas con el propósito de alcanzar los otros objetivos del Plan Nacional, es decir, la planificación de las actividades de I+D y la articulación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria. Además de los ejes de actividad citados, se contemplan en este epígrafe los Proyectos Concertados, en la medida en que no solamente tienen un propósito de articulación del Sistema, sino que pretenden, además, el fomento de las actividades de I+D en las empresas.

#### **- Proyectos de investigación**

Los proyectos de investigación constituyen un eje esencial de la actividad investigadora en los centros públicos de investigación y, por consiguiente, una parte importante del Fondo Nacional de I+D se destina a esta actividad.

En el período 1988-1990, se han aprobado 1.564 proyectos de I+D que han supuesto un compromiso total de 19.935 MPTA para los tres años de duración media de los proyectos aprobados en el citado período. A ello hay que añadir 552 MPTA en anualidades de proyectos de investigación absorbidos por los Programas Nacionales, procedentes en su mayoría de antiguos Programas Movilizadores.

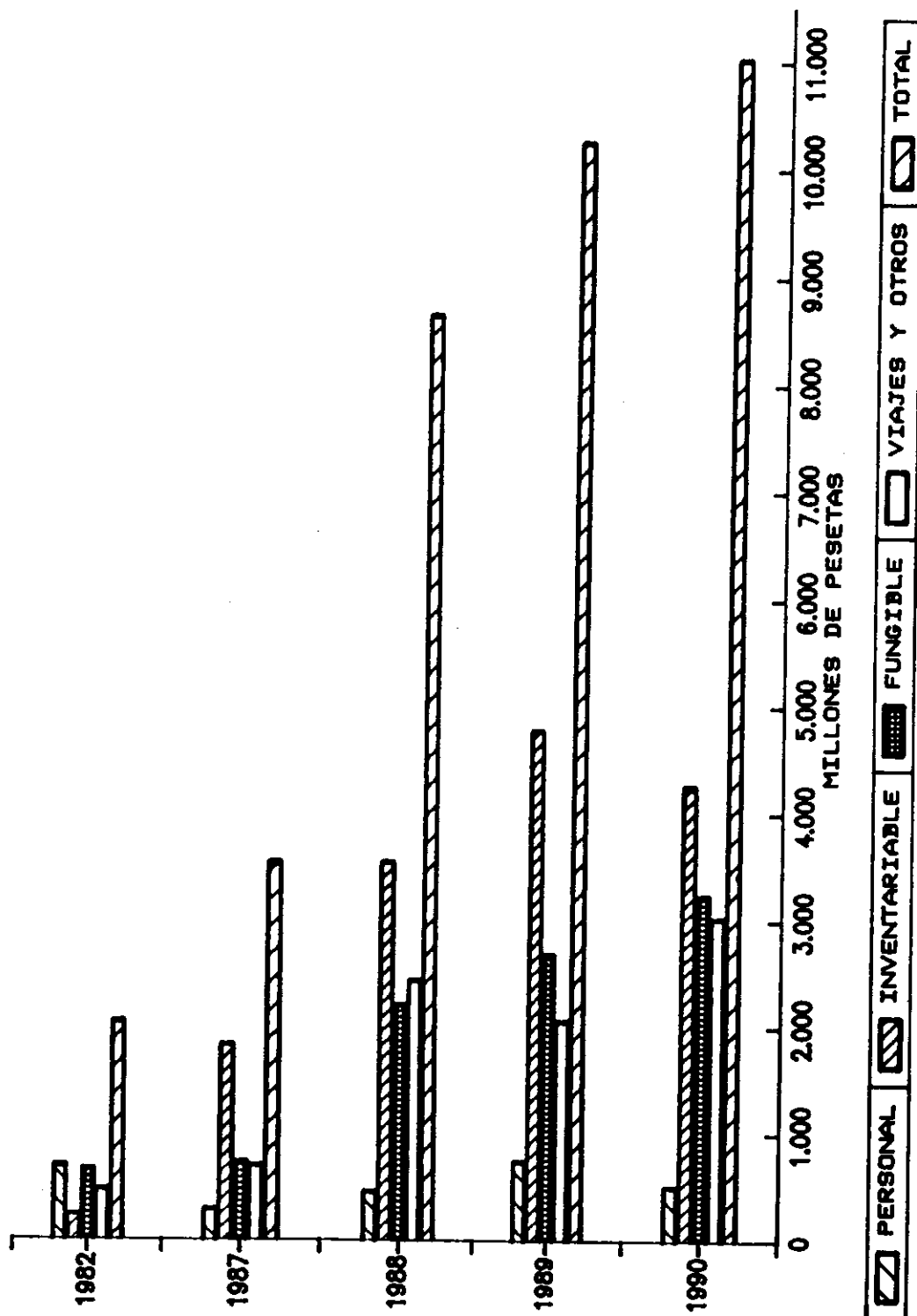
Con objeto de analizar el impacto que ha tenido la financiación pública sobre la actividad investigadora de los centros públicos de investigación, en el Gráfico 4 se muestra la evolución temporal de la financiación de proyectos de investigación aprobados en el período de 1988-1990 y, a efectos comparativos, para los años 1982 y 1987; en términos globales y desagregados por los capítulos de los que se compone un proyecto de investigación, se observa con claridad la incidencia que tuvo la entrada en vigor del Plan Nacional de I+D en el año 1988, manteniéndose a partir de dicho año la financiación del material tanto inventariable como fungible.

La evolución de las disponibilidades presupuestarias agrupadas por áreas, se representa en el Gráfico 5, donde se muestra la incidencia del Plan Nacional de I+D, especialmente en el área de mayor interés tecnológico.

#### **- Acciones especiales**

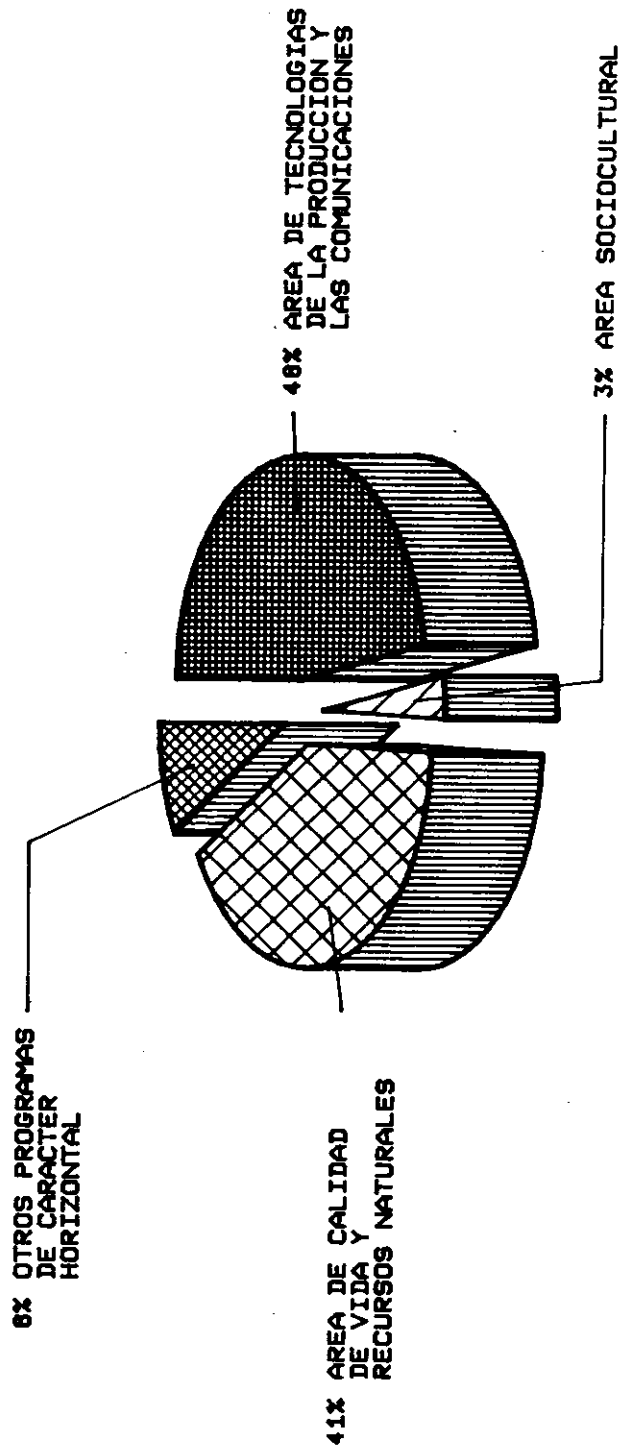
Con frecuencia son también necesarias otras actuaciones específicas y puntuales que complementen y apoyen la ejecución de los proyectos de investigación. Con este fin se estableció el mecanismo de las acciones especiales a las que se ha destinado un total de 2.386 MPTA en el período analizado.

**GRAFICO 4: EVOLUCION DE LA FINANCIACION DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACION EN EL PERIODO 1982-1990, DESAGREGADO POR CAPITULOS PRESUPUESTARIOS (\*)**



(\*) Se incluyen los proyectos del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento de los años 1988-1990.

**GRAFICO 5: FINANCIACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION A TRAVES DEL FONDO NACIONAL  
DISTRIBUIDOS POR AREAS DE ACTIVIDAD (1988-1990) (\*)**



(\*) No se incluyen los proyectos del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento.

### **- Infraestructura científico-técnica**

El avance del desarrollo científico-técnico requiere un instrumental cada vez más sofisticado que –mediante el equipamiento necesario– permita a las instituciones y grupos de investigación asegurar el futuro de su potencial investigador. Las dotaciones de infraestructura científica han supuesto 9.856 MPTA en el período 1988–1990; además de la adquisición, modernización y mejora de grandes instrumentos científicos, se ha favorecido el uso compartido de los mismos y se ha prestado especial atención a la necesaria reducción de los desequilibrios interregionales e interinstitucionales.

En el Gráfico 6, se muestra la distribución de la inversión en infraestructura en este período por áreas temáticas; se aprecia el significativo impulso que la dotación de infraestructura científica ha experimentado desde la entrada en vigor del Plan Nacional de I+D. A la infraestructura financiada con cargo al Fondo Nacional es preciso añadir la que se ha dotado con cargo al Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento, por un valor global de 548 MPTA.

### **- Formación de Personal Investigador**

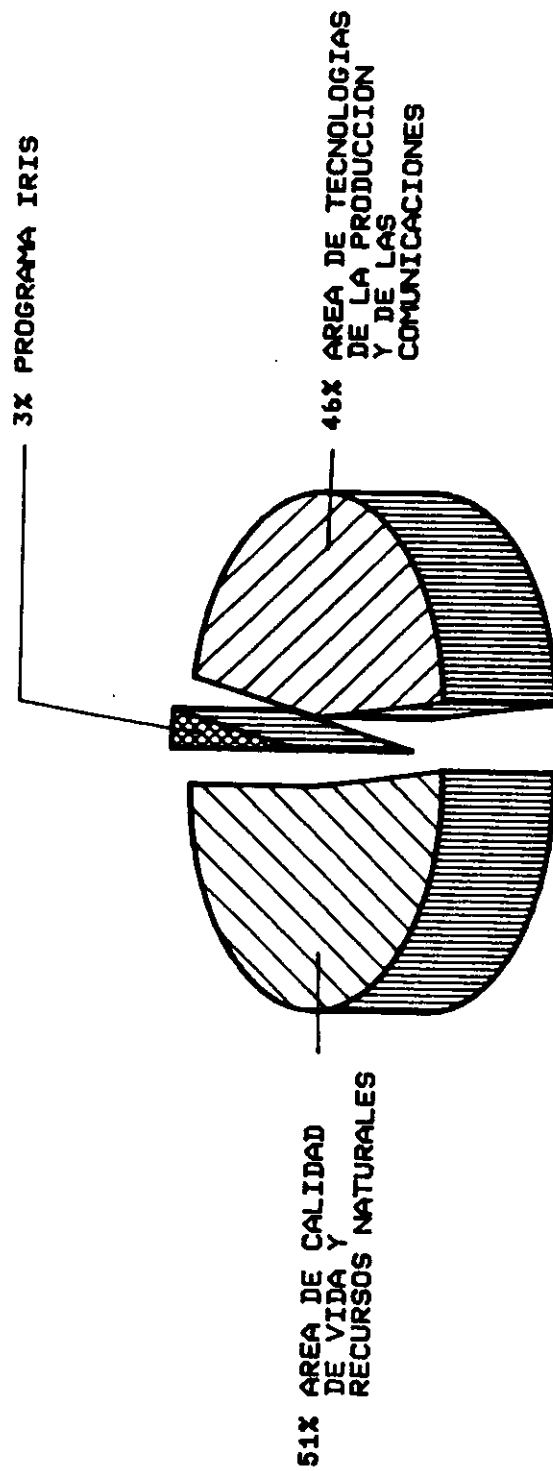
Una de las deficiencias históricas del Sistema español de Ciencia y Tecnología ha sido la carencia de capital humano investigador. Como se ha puesto de manifiesto en el epígrafe 1.2, las relaciones entre investigadores y personal de I+D respecto a la población activa arrojan en España cifras muy inferiores a las registradas en los países más desarrollados, lo que está en consonancia, por otra parte, con el bajo nivel de esfuerzo en materia de I+D.

La formación de personal investigador debe tener dos objetivos: de un lado, la formación de nuevo personal investigador y la formación permanente del existente. Además, el proceso de formación no concluye necesariamente con la inserción del personal en el Sistema de Ciencia y Tecnología, sino que es preciso apoyar públicamente la culminación del proceso mencionado. Por último, es propio de un Sistema de Ciencia y Tecnología moderno que sus actividades de formación no concluyan en las fronteras nacionales. La apertura del mismo al exterior y su propio desarrollo exigen que una parte de la formación del personal sea encomendada a centros de estudio e investigación de excelencia situados en el extranjero.

El Programa Nacional de Formación de Personal Investigador, que inició sus actividades el 1 de enero de 1988, pretendía subsanar el déficit de personal investigador de nuestro país, atendiendo específicamente a las necesidades derivadas de los Programas integrados en el Plan Nacional. Las acciones principales del Programa Nacional, que atienden a los objetivos genéricos mencionados más arriba, así como las concesiones se recogen en el Cuadro 2.3.

Por otra parte, existe un elevado nivel de concentración en los destinos geográficos de los becarios correspondientes a los Programas de Posgrado y de Perfeccionamiento en el extranjero (Cuadro 2.4). Más de un 90% de los becarios adquieren y completan su formación en centros situados en Estados Unidos y en los países comunitarios, lo que es fiel reflejo de la geografía mundial del avance técnico.

GRAFICO 6: DISTRIBUCION POR AREAS DE ACTIVIDAD DE LA DOTACION EN INFRAESTRUCTURA CIENTIFICO-TECNICA EN EL PERIODO 1988-1990 (\*)



(\*) No se incluye la Infraestructura del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento.

**CUADRO 2.3: CONCESIONES DE BECAS DE FORMACION DE PERSONAL INVESTIGADOR Y OTROS**

ACCIONES	OBJETIVOS	CONCESIONES					RENOVACIONES	
		1988	1989	1990	TOTAL	1989/1988	1990/1989	
BECAS DE POSGRADO								
España	Formación de	586	666	631	1.883	487	591	
Extranjero	Personal Investigador	92	169	165	426	52	125	
BECAS DE PERFECCIONAMIENTO	Perfeccionamiento de							
España	Personal Investigador	36	64	80	180		44	
Extranjero		112	157	235	504		74	
BECAS DE REINCORPORACION A ESPAÑA	Inserción de Personal Investigador español en el Sistema de Ciencia y Tecnología	120	135	148	403			
BECAS DE DOCTORES EXTRANJEROS EN ESPAÑA	Internacionalización del Sistema español de Ciencia y Tecnología	70	71	183	324			
<b>TOTALES</b>		1.016	1.262	1.442	3.720			

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

**CUADRO 2.4: DESTINO GEOGRAFICO DE LOS BECARIOS EN EL EXTRANJERO (EN %)**

ACCION	DESTINOS				
	Estados Unidos	Comunidad Europea	Resto de Europa	Resto del Mundo	TOTAL
Becas Posgrado en el Extranjero	35	50	10	5	100
Becas Perfeccionamiento en el Extranjero	45	45	7	3	100

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

#### **- Proyectos Concertados: fomento de las actividades de I+D en las empresas**

La necesidad de favorecer una mayor interrelación entre el Sistema de Ciencia y Tecnología y la industria, es decir, entre la oferta de conocimientos tecnológicos y su demanda, condujo al desarrollo de los Proyectos Concertados, que sustituyeron a los antiguos Planes Concertados previos al Plan Nacional, y cuya gestión encomendó la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

La figura de los Proyectos Concertados atiende a un doble objetivo: por un lado, tratan de fomentar la realización de actividades de I+D por parte de las empresas y, por otro, nacen con la finalidad de articular los intereses científicos y tecnológicos con los intereses económicos, es decir, con el propósito de aunar los esfuerzos del Sistema de Ciencia y Tecnología con las necesidades de la industria. Nos ocuparemos en este apartado del primero de los objetivos, analizando detalladamente los resultados de los Proyectos Concertados referentes al segundo objetivo en el epígrafe 2.2.2.

Con cargo al presupuesto del Fondo Nacional, el CDTI concede créditos sin interés a las empresas para la realización de actividades de I+D, asumiendo así una parte del riesgo derivado de los proyectos aprobados. Ello se hace de acuerdo con un modelo de compromisos y aportaciones sometido anualmente a la consideración de la Comisión Permanente de la CICYT.

En los tres años de vigencia del Plan, los compromisos del CDTI para la financiación de Proyectos Concertados han ascendido, como muestra el Cuadro 2.5, a un total de 17.102 MPTA. El mismo cuadro muestra el origen y aplicación de fondos en los Proyectos Concertados a lo largo de estos tres años. Adviértase, para su comprensión, que tal estado refleja los compromisos de financiación y de ejecución por parte del CDTI y de las empresas que disfrutaban de las ayudas.

**CUADRO 2.5: ORIGEN Y APLICACION DE FONDOS DE LOS  
PROYECTOS CONCERTADOS (MPTA)**

ORIGEN	1988	1989	1990	Total	Total(%)
Compromisos CDTI-Plan Nacional	4.785,4	5.758,4	6.558,4	17.102,2	45,5
Subvenciones Públicas	1.161,3	1.703,6	2.499,9	5.364,8	14,3
Aportación Empresas	3.518,8	5.204,1	6.412,4	15.135,3	40,2
<b>Total</b>	<b>9.465,5</b>	<b>12.666,1</b>	<b>15.470,7</b>	<b>37.602,3</b>	<b>100,0</b>
<b>APLICACION</b>					
Contratos Extramuros (CPI)	1.186,3	2.059,0	2.380,9	5.626,2	15,0
Aplicación Interna y otros Extramuros	8.279,2	10.607,1	13.089,8	31.976,1	85,0
<b>Total</b>	<b>9.465,5</b>	<b>12.666,1</b>	<b>15.470,7</b>	<b>37.602,3</b>	<b>100,0</b>
<b>OTROS</b>					
Proyectos aprobados	76	124	129	329	
Número de Empresas(*)	64	107	115	241	
Facturación anual (MMPTA)	—	—	—	2.386	
Plantilla	—	—	—	153.224	
Plantilla I+D	—	—	—	9.224	
Gastos anuales I+D (MPTA)	—	—	—	64.061	
Esfuerzo I+D (gastos) I+D/Facturación (%)	—	—	—		2,87

(\*) Indica el número de empresas diferentes, por lo que el total difiere de la suma del trienio.

fuente: CDTI y Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

Los compromisos citados, juntamente con otras subvenciones públicas y las aportaciones de las empresas para la financiación de proyectos, permiten movilizar un presupuesto total equivalente a 37.602 MPTA. Algo más del 40% del mismo es financiado por las propias empresas, mientras que el 45% lo financia el Plan Nacional a través del CDTI; el 14% restante procede de otras subvenciones públicas.

El destino de las ayudas concedidas a las empresas a través de los Proyectos Concertados depende en gran medida de la demanda de financiación de éstas, que coincide con el interés económico derivado de las innovaciones tecnológicas. No es extraño, en este sentido, que una buena parte –el 61,7% en número– de los proyectos aprobados a lo largo de estos tres años, correspondan al área de las Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones. En las otras dos áreas contempladas en el Cuadro 2.6, Agroalimentación y Recursos Naturales, y Calidad de Vida, el número de proyectos aprobados ha sido inferior, alcanzado respectivamente, el 24,3% y el 14%.

**CUADRO 2.6: PROYECTOS CONCERTADOS POR GRANDES AREAS**

	Agroalimentación y Recursos Naturales	%	Calidad de Vida	%	Tecnología de la Producción y de las Comunicaciones	%	Total	Total (%)
Número de Proyectos	80	24,3	46	14,0	203	61,7	329	100
Presupuesto Total(*)	5.191,1	13,8	5.847,2	15,6	26.564,0	70,6	37.602,3	100
Aportación Plan Nacional (CDTI) (*)	2.430,3	14,2	2.657,0	15,5	12.014,9	70,3	17.102,2	100
Aplicación a CPI (*)	1.111,0	19,7	852,9	15,1	3.662,3	65,2	5.626,2	100

(\*) En millones de pesetas.

Fuente: CDTI y Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

#### **2.1.4. Planificación del desarrollo científico y tecnológico: los Programas del Plan Nacional de I+D**

Otra de las deficiencias históricas del Sistema español de Ciencia y Tecnología ha sido la ausencia de programación de los esfuerzos públicos en materia de I+D. Consciente de tal

carencia el legislador quiso atribuir al Plan Nacional de I+D la responsabilidad de programar tales esfuerzos. De aquí que las dotaciones presupuestarias se estructuren en torno a áreas científicas y tecnológicas, lo que permite priorizar el destino de los fondos públicos dedicados a actividades de I+D en función del interés económico y tecnológico de los mismos.

La concentración finalista del Plan no podía, sin embargo, olvidar la necesidad de fomentar con carácter general la investigación, sobre todo en su nivel más básico. En definitiva, la consecución de innovaciones tecnológicas en áreas determinadas requiere la realización de un esfuerzo previo tendente a la constitución de una base científica fértil. Este es el propósito del Programa de Promoción General del Conocimiento. A estas dos clases de Programas cabe añadir los desarrollados de forma conjunta con las Comunidades Autónomas, que reflejan el interés de las mismas por entroncar ciertas iniciativas tecnológicas en el marco del Plan Nacional.

Tal como muestra el citado Cuadro 2.1, los Programas del Plan Nacional de I+D se estructuran en: Programas Nacionales (áreas de Calidad de Vida y Recursos Naturales, Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones, Programas Socioculturales, y Programas Horizontales y Especiales); Programas de Comunidades Autónomas; y Programas Sectoriales.

El área de Calidad de Vida y Recursos Naturales comprende los siguientes Programas Nacionales:

Biotechnología; I+D Farmacéuticos; Tecnología de los Alimentos; Recursos Geológicos; Recursos Marinos y Acuicultura; Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental; Salud; Investigaciones sobre el Deporte; Investigación Agrícola; I+D Ganadero; Sistemas y Recursos Forestales.

Entre los resultados obtenidos en los diferentes Programas del área (véase Cuadro 2.7), cabe destacar en primer lugar la elevada movilización de investigadores –2.916 en equivalente a dedicación plena– que participa en proyectos financiados, así como el satisfactorio grado de dedicación de los investigadores; esta dedicación –medida como EDP/número investigadores– alcanza una media global cercana al 60%.

La transferencia de resultados de investigación de los distintos Programas y durante los últimos cinco años se ha analizado a partir de los datos suministrados por los propios investigadores en una encuesta realizada recientemente (ver Cuadro 2.8). Se puede afirmar que los resultados son alentadores pues indican que los investigadores y las empresas empiezan a establecer vínculos sólidos. Sin duda alguna los Proyectos Concertados, la red OTRI-OTT y el PETRI, así como las normativas vigentes que regulan la posibilidad de que los investigadores establezcan contratos con empresas, han sido instrumentos absolutamente fundamentales para fomentar la transferencia de resultados de investigación.

**CUADRO 2.7: FINANCIACION Y MOVILIZACION EN EL AREA DE CALIDAD DE VIDA Y RECURSOS NATURALES (1988-1990)**

PROGRAMAS	Proyectos (MPTA)	Investigadores (EDP)	Infraestructura (MPTA)	Becas España		Becas Extranjero Posgrado Perfec.	Proyectos(*) Concentrados	Acciones(*) PETRI
				Posgrado Perfec.	Posgrado Perfec.			
Investigación Agrícola	1.162	379	659	162	16	24	1.034	50,6
Tecnología de Alimentos	1.465	542	521	9	58	12	1.624,6	69,8
Biología	1.646	621	2.290	122	11	16	2.057,4	66,8
Investigación sobre Deporte	199	123		17	0	8		
Investigación y Desarrollo Farmacéuticos	631	280	198	53	5	9	3.214,1	113,8
Sistemas y Recursos Forestales	210	59	121	50	4	4	277,5	
Investigación y Desarrollo Ganadero	481	181	232	87	12	21	345,7	77
Recursos Geológicos	621	93		67	0	15	181,1	2,2
Recursos Marinos y Acuicultura	525	166	200	42	0	16	1.038,5	90,3
Conservación del Patrimonio Natural y Procesos Degradación Ambiental	442	190	147	104	15	17	689,7	33,3
Salud	702	282	642	178	23	26	575,7	179
<b>TOTAL</b>	<b>8.084</b>	<b>2.916</b>	<b>5.010</b>	<b>891</b>	<b>144</b>	<b>168</b>	<b>11.038,3</b>	<b>682,8</b>

(\*) Presupuesto total movilizado (incluye financiación empresarial y Plan Nacional).

**CUADRO 2.8: ENCUESTA SOBRE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.  
AREA DE CALIDAD DE VIDA Y RECURSOS NATURALES**

PROGRAMA	Becarios Transferidos a la Industria			Contratos de Investigación (MPTA)			Contratos de Asistencia Técnica (MPTA)			Patentes					
	Predoc.		Total	Nac.		Extranj.	Total	Nac.		Extranj.	Total	Nac.		Extranj.	Total
Investigación Agrícola	96	10	106	294	66	44	404	51	7	4	62	65	2	67	
Tecnología de Alimentos	132	34	166	312	14	1	327	43	6	0	49	26	4	30	
Biotecnología	90	45	135	545	285	3	833	286	9	0	295	32	13	45	
Investigaciones sobre Deporte	17	8	25	10	5	0	15	0	0	0	0	2	0	2	
Investigación y Desarrollo Farmacéuticos	33	19	52	80	29	14	123	5	0	0	5	30	2	32	
Sistemas y Recursos Forestales	15	3	18	27	0	6	33	5	0	0	5	0	1	1	
Investigación y Desarrollo Ganadero	21	8	29	112	11	78	201	18	1	0	19	1	0	1	
Recursos Geológicos	39	5	44	95	10	3	108	38	11	1	50	0	0	0	
Recursos Marinos y Acuicultura	19	8	27	173	6	0	179	15	1	0	16	16	1	17	
Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental	24	10	34	795	9	0	804	52	0	0	52	4	0	4	
Salud	14	10	24	6	10	0	16	3	2	0	5	1	3	4	
<b>TOTAL</b>	<b>498</b>	<b>160</b>	<b>658</b>	<b>2,449</b>	<b>445</b>	<b>149</b>	<b>3,043</b>	<b>516</b>	<b>37</b>	<b>5</b>	<b>558</b>	<b>177</b>	<b>26</b>	<b>203</b>	

La relación del número de encuestas contestadas respecto de las enviadas es la siguiente: Investigación Agrícola (74/80), Tecnología de Alimentos (78/91), Biotecnología (102/119), Investigaciones sobre el Deporte (13/15), Investigación y Desarrollo Farmacéuticos (38/39), Sistemas y Recursos Forestales (11/13), Investigación y Desarrollo Ganadero (28/29), Recursos Geológicos (17/19), Recursos Marinos y Acuicultura (27/27), Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental (25/30), Salud (25/29).

Durante los últimos 5 años las empresas han absorbido un total de 660 jóvenes licenciados y doctores procedentes del Plan Nacional, y se han establecido numerosos contratos con empresas –nacionales, multinacionales y extranjeras– por importes que globalmente suponen el 43% de la inversión comprometida en proyectos durante estos tres primeros años del Plan Nacional. Es también interesante el capítulo de patentes –nacionales y extranjeras– solicitadas o concedidas, que en los últimos cinco años ha alcanzado la cifra de 203 patentes.

La inversión dedicada a infraestructura permite que los grupos de investigación trabajen en condiciones similares a las de los grupos de otros países más desarrollados y que se unan intereses y se compartan equipamientos, especialmente cuando se trata de grandes instalaciones. Dentro de este capítulo merece destacarse la aportación de 1.144 MPTA destinada al Centro Nacional de Biotecnología y los 175 millones destinados al Centro Técnico Nacional de Alimentos para el sector de fabricantes de conservas de pescados y mariscos en Vigo.

Una de las principales aportaciones del Plan Nacional ha sido la creación de un Programa para el Estímulo de la Transferencia de los Resultados de la Investigación (PETRI), que en el área objeto de análisis ha gozado de gran aceptación. Se han aprobado 64 acciones PETRI, con una financiación total de 683 MPTA, de los cuales 258 (38%) han sido cofinanciados por las entidades interesadas.

Los Proyectos Concertados completan las acciones desarrolladas en el marco del Plan Nacional. Durante los tres años analizados se han aprobado en el área 126 Proyectos Concertados, por un valor total de 11.038,3 MPTA, de los que el Fondo Nacional ha aportado 5.087,3 millones (46%).

Por último, hay que señalar los buenos resultados obtenidos en los Programas comunitarios relacionados con esta área. En el caso concreto de la Biotecnología, grupos españoles concurren a la ampliación de carácter general del Programa BAP, y posteriormente al Programa BRIDGE. Asimismo, investigadores de los ámbitos de Agricultura y Alimentación han participado en los Programas Comunitarios ECLAIR y FLAIR. En todos los casos, la participación de grupos españoles, la concesión de proyectos en los que estos grupos participaban y la obtención de retornos han sido excelentes.

En el área de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones se agrupan los siguientes Programas Nacionales:

Nuevos Materiales; Automatización Avanzada y Robótica; Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; Investigación Espacial; y Microelectrónica.

Todos estos Programas están vinculados a sectores de actividad muy avanzados; su consolidación y difusión es de gran importancia estratégica y constituye la base de los sectores industriales más atractivos a corto, medio y largo plazo.

En el Cuadro 2.9 se muestran los principales parámetros de los Programas del área; gracias al efecto coordinador y movilizador del Plan Nacional, que ha dado lugar a la reorientación de grupos de áreas fronterizas y afines, se ha producido un importante incremento de personal investigador: se han movilizado 1.953 investigadores en EDP a través de 529 proyectos de investigación, con un gasto de 8.917 MPTA.

El esfuerzo investigador se ha visto apoyado con una elevada dotación de infraestructura científica que permite el trabajo de los grupos con las tecnologías más avanzadas. Se ha primado la adquisición de equipos de uso interdisciplinar y utilización abierta, lo que ha absorbido un presupuesto de más de 4.400 MPTA en 204 actuaciones. Además de la dotación de infraestructura científica en sentido estricto, se han invertido 1.259 MPTA en la creación y puesta en marcha del Centro Nacional de Microelectrónica, punto de apoyo esencial de la futura actividad industrial en el área.

En cuanto a los Proyectos Concertados con empresas, durante este trienio se han apoyado 203 proyectos con un presupuesto total de 26.564 MPTA. Por su parte, el Programa PETRI ha financiado 51 acciones por valor de 320 MPTA, movilizando una cofinanciación empresarial de 245 MPTA.

Con el fin de conocer la situación de los grupos apoyados por los distintos Programas Nacionales, también se distribuyó una encuesta de transferencia de resultados entre los grupos más consolidados de los financiados con cargo a los programas de esta área. La tasa de respuesta de la encuesta supera el 60% y abarca a 588 investigadores y los datos procedentes de la misma, que se exponen en el Cuadro 2.10, reflejan los agregados, aunque no se recoge todo el personal activo, con objeto de facilitar el análisis global de los resultados de la misma.

La actividad de transferencia mediante contratos de investigación con empresas es muy importante (más de tres por grupo), con un presupuesto que supera los 3.000 MPTA, equivalente al 30% de los proyectos de investigación financiados por el Plan Nacional. Destacan los grupos de Automatización Avanzada y Robótica que, con 119 contratos, 1.859 MPTA contratados y 188 investigadores implicados, muestran una gran vinculación con el ámbito industrial. El hecho de que un 10% de los contratos se realicen con empresas extranjeras es un buen índice del carácter internacional de nuestra tecnología y de su calidad competitiva.

El dato más llamativo de la encuesta se refiere a la transferencia de becarios a la industria. En estos últimos años se ha transferido un volumen de personal en formación próximo al personal investigador movilizado; elevar el nivel de I+D en la empresa española es muy importante y, además, es uno de los objetivos del Plan Nacional de I+D.

En lo relativo a formación de personal investigador, se ha logrado un buen grado de captación a pesar de que se trata de un ámbito en el que el mercado de trabajo es poco propicio al trabajo de investigación. Con todo y pese a las facilidades ofertadas, es particularmente baja la demanda de formación en el extranjero.

**CUADRO 2.9: FINANCIACION Y MOVILIZACION EN EL AREA DE TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION  
Y DE LAS COMUNICACIONES (1988-1990)**

P R O G R A M A	Proyectos (MPTA)	Investigadores Proyectos (EDP)	Infraestructura (MPTA)	Becas España		Becas Extranjero		Proyectos(*) Concertados (MPTA)	Acciones(*) PETRI (MPTA)
				Posgrado	Doc. y Tec.	Posgrado	Doc. y Tec.		
Nuevos Materiales	2.818	939	1.580	224	3	13	33	9.194,5	171,3
Automatización Avanzada y Robótica	1.113	267	—	72	—	16	7	3.949,3	190,3
Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	3.252	524	1.030	123	—	25	18	4.979,3	165,4
Investigación Especial	1.319	119	480	37	7	7	47	6.825,7	15,6
Microelectrónica	414	104	1.314	63	—	16	6	1.615,2	22,8
<b>Total</b>	<b>8.917</b>	<b>1.953</b>	<b>4.404</b>	<b>519</b>	<b>10</b>	<b>77</b>	<b>111</b>	<b>26.564,0</b>	<b>565,4</b>

(\*) Presupuesto total movilizado (incluye financiación Plan Nacional y empresarial).

**CUADRO 2.10: ENCUESTA SOBRE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.  
AREA DE TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION Y DE LAS COMUNICACIONES**

	Becarios Transferidos a la Industria		Contratos de Investigación (MPTA)			Contratos de Asistencia Técnica (MPTA)			Patentes				
	Predoc.	Posdoc.	Nac.	Multinac.	Extranj.	Total	Nac.	Multinac.	Extranj.	Total	Nac.	Extranj.	Total
Nuevos Materiales	63	24	189	30	10	229	46	3	0	49	15	19	34
Automatización Avanzada y Robótica	121	9	1.331	448	54	1.833	22	4	0	26	8	0	8
Microelectrónica	39	5	190	13	19	222	2	0	0	2	4	4	8
Investigación Espacial	43	9	28	7	0	35	15	8	0	23	0	0	0
Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	237	20	694	303	108	1.105	118	30	2	150	8	1	9
<b>T O T A L</b>	<b>503</b>	<b>67</b>	<b>2.432</b>	<b>801</b>	<b>191</b>	<b>3.424</b>	<b>203</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>250</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>59</b>

La relación del número de encuestas recibidas respecto de las enviadas es la siguiente: Nuevos Materiales (29/37), Automatización Avanzada y Robótica (23/32), Investigación Espacial (5/6), Microelectrónica (13/14), Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (31/75).

Por lo que se refiere al área de Programas Socioculturales se agrupan en ella los siguientes Programas Nacionales: Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina; Problemas Sociales y Bienestar Social y Patrimonio Histórico.

Durante el trienio 1988-1990, las convocatorias que han tenido lugar en los Programas de esta área han servido para movilizar a una comunidad científica poco habituada a este tipo de actuaciones. Ante la escasez de información sobre dicha comunidad y sobre los temas de investigación más interesantes para las administraciones y órganos de planificación, en un principio pareció adecuado definir unas líneas de investigación suficientemente amplias, aún a riesgo de dispersar el esfuerzo investigador.

El elevado número de solicitudes presentadas a las convocatorias de becas y de proyectos, permite determinar que durante estos tres años la experiencia ha sido positiva y, plantear para futuras convocatorias la definición más concreta de las líneas de investigación, con el fin de consolidar y rentabilizar la labor realizada.

En el área de Programas Especiales se incluyen, por un lado, aquéllos que por sus características especiales -ya sea por su temática o por su procedimiento de gestión- requieren un tratamiento particular, tales como el Programa Nacional de Investigación Antártica y el Programa Nacional de Física de Altas Energías.

Por otro lado, entre los Programas Horizontales orientados a apoyar la investigación en todas las áreas, potenciando servicios de comunicación, de información o documentación, o acciones de formación, se incluyen los siguientes: Programa Nacional de Información para la Investigación Científica y Técnica; y Programa Nacional de Interconexión de Recursos Informáticos.

Por lo que se refiere al Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento, se creó ante la necesidad expresada en el artículo 4º de la Ley 13/86 de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica de apoyar especialmente la investigación básica de calidad en los distintos campos del conocimiento, tanto en las universidades como en los demás centros públicos de investigación.

El cumplimiento de esta previsión legal se materializó mediante la integración en el Plan Nacional del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento, gestionado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia. El Programa, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia nace, pues, de la necesidad de cimentar el Sistema de Ciencia y Tecnología sobre una base amplia de recursos humanos adecuadamente formados, capaces de generar o asimilar ideas sin restricción temática y, eventualmente, de transferirlas a los distintos campos de la investigación aplicada y tecnológica; por consiguiente, responde al hecho de que en ausencia de ciencia básica de calidad no puede existir una ciencia aplicada y de que ésta, a su vez, es indispensable para lograr un desarrollo tecnológico competitivo. En concreto, el Programa trata de incrementar la calidad y el número de los grupos investigadores, y de proporcionarles los medios materiales y organizativos

necesarios para alcanzar una elevada competitividad y un rendimiento óptimo, que puedan ser empleados por otros sectores sociales.

El Programa persigue tres objetivos fundamentales: potenciar y consolidar los equipos de investigación existentes; crear otros nuevos en áreas básicas imprescindibles para el desarrollo científico, humanístico y tecnológico de la sociedad; y estimular la reorientación y competitividad de dichos grupos de investigación. El presupuesto total asignado al Programa para los tres últimos años se refleja en el Cuadro 2.11, en el que además se muestra la distribución presupuestaria por acciones.

**CUADRO 2.11: EVOLUCION DEL PRESUPUESTO DEL PROGRAMA SECTORIAL DE PROMOCION GENERAL DEL CONOCIMIENTO EN EL TRIENIO 1988-1990 (MPTA)**

ACCIONES	1988	1989	1990
Proyectos de investigación	3.815,4	3.755,6	4.215,7
Infraestructura	2.076,5	1.628,9	1.776,5
Movilidad de Personal Investigador			
- Invest. Españoles en Extranjero	76,4	238,8	278,8
- Sabáticos extranjeros en España	89,4	47,8	269,6
- Programa MERCURIO	17,9	6,4	29,2
Cooperación Científica con Países de la CE	13,4	41,2	9,0
Utilización Recursos Científicos	10,8	17,4	21,8
Reuniones Científicas, Congresos y Seminarios	89,7	111,9	153,4
Acciones Concertadas	543,5	685,4	786,0
Ayuda Complementaria	856,5	1.033,6	1.150,0
Acciones de Política Científica	163,5	205,3	371,4
Publicaciones Científicas Periódicas	44,7	57,9	58,2
TOTAL	7.797,7	7.830,2	9.119,6

### **2.1.5. Plan Nacional de I+D y Comunidades Autónomas**

Es bien sabido que existe una correspondencia entre la geografía de los desequilibrios territoriales y la distribución espacial de las actividades de I+D. En este sentido, al igual que otras políticas sectoriales, la política científica y tecnológica tiene también una vertiente espacial. No en vano, la política regional comunitaria, que pretende una mayor cohesión de las regiones de los países miembros, apoya sus acciones en la constitución de bases tecnológicas que permitan fundamentar procesos de desarrollo regional.

En nuestro país, las Comunidades Autónomas vienen desarrollando un esfuerzo notable en este campo. Todas ellas han puesto en marcha mecanismos institucionales con objeto de fomentar la realización de actividades de I+D y la asimilación de tecnología por parte de las empresas.

Es evidente que la materialización de las acciones de Política Científica y Tecnológica llevadas a cabo en el marco del Plan tiene un reflejo territorial que corresponde a la vertiente regional de esa política. El Cuadro 2.12 muestra la distribución de los principales ejes de actividad del Plan Nacional por Comunidades Autónomas. Como es lógico, tal distribución está íntimamente relacionada con el tamaño de los segmentos territoriales del Sistema de Ciencia y Tecnología. De hecho, los coeficientes de correlación de la financiación concedida a Proyectos de Investigación, Infraestructura y Proyectos Concertados con el personal de I+D de las diferentes Comunidades Autónomas muestran una relación muy estrecha entre la distribución territorial de estas ayudas y el personal de I+D existente en las mismas, tal como figura en el citado Cuadro 2.12.

Por otra parte, las Comunidades Autónomas tienen la posibilidad de integrar algunos de sus Programas de I+D en el Plan Nacional, lo cual permite destinar fondos nacionales para su financiación. Tras el proceso reglamentario, la CICYT estimó adecuadas las propuestas de Cataluña y de la Comunidad Autónoma Valenciana, elevándolas al Gobierno para su definitiva aprobación.

Los Programas de Comunidades Autónomas integrados en el Plan Nacional son: Química Fina, promovido por la Generalidad de Cataluña, y Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional, auspiciado por la Generalidad Valenciana. Ambos han estado vigentes a partir de 1989.

El **Programa de Química Fina**, que gestiona la CIRIT, se desarrolla a través de dos líneas de actuación: por un lado, en el terreno científico, la financiación de Proyectos de investigación, Infraestructura científico-técnica y Acciones especiales. Por otro, en el campo industrial, mediante Proyectos Concertados de I+D. Este Programa no tiene previstas acciones de formación de personal investigador al existir una línea complementaria dentro del Programa Nacional de Formación de Personal Investigador, que cubre, entre otras, esta área de la química.

**CUADRO 2.12: DISTRIBUCION DE LAS AYUDAS CONCEDIDAS EN EL TRIENIO EN LOS PROGRAMAS DEL PLAN NACIONAL POR COMUNIDADES AUTONOMAS Y CORRELACION CON EL PERSONAL DE I+D (\*)**

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	Proyectos de Investigación	Infraestructura	Proyectos Concertados
Andalucía	1.944	729	666
Aragón	720	500	420
Asturias	490	230	185
Baleares	82	99	14
Canarias	852	131	---
Cantabria	293	121	51
Castilla y León	589	206	477
Castilla La Mancha	13	64	77
Cataluña	3.620	1.528	4.400
Extremadura	76	70	10
Galicia	745	378	359
Madrid	7.017	2.342	7.112
Murcia	266	94	68
Navarra	193	93	479
País Vasco	828	361	1.897
Rioja	8	---	---
Valencia	2.195	518	887
COEFICIENTE DE CORRELACION	0,92	0,93	0,97

(\*) Las cifras en MPTA. El personal de I+D es el establecido en el anuario estadístico del INE correspondiente a 1987.

En estos dos años se han aprobado globalmente 39 acciones, con una financiación de 665,9 MPTA., 38 de las cuales son desarrolladas por grupos o empresas ubicadas en la Comunidad Autónoma de Cataluña, por lo que se ha previsto una amplia acción de promoción del Programa en otras Comunidades Autónomas para impulsar la participación de grupos radicados en ellas.

Por lo que se refiere al **Programa de Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional** (Comunidad Valenciana), que gestiona el IMPIVA, su objetivo global consiste en promover dentro de los sectores tradicionales las actividades de I+D que faciliten su especialización en productos de alto valor añadido, con calidad asegurada y diseño diferenciado,

mediante una utilización de sus procesos productivos y de gestión. Este Programa se desarrolla a través de proyectos de investigación, si bien las convocatorias incluyen infraestructura científico-técnica y acciones especiales.

El Programa se ha caracterizado por una fuerte participación de asociaciones de investigación empresariales correspondientes a sectores tradicionales, como el calzado, juguete, textil, etc., que, por la existencia de muchas empresas del sector en la Comunidad Valenciana, tienen su sede en esta Comunidad. En los dos años de vigencia del Programa se han aprobado un total de 29 proyectos de investigación con un presupuesto global de 602 MPTA.

Al igual que en el Programa de Química Fina, se puede señalar que el mayor porcentaje de solicitudes y concesiones corresponden a la Comunidad Autónoma Valenciana. En la evolución del Programa destaca que la mayor parte de los proyectos aprobados en su segunda convocatoria se desarrollan de forma coordinada entre asociaciones de investigación y grupos universitarios, siguiendo las recomendaciones efectuadas.

## **2.2. ACTUACIONES EN EL AMBITO DE LA COORDINACION**

En el marco del Plan Nacional de I+D se entiende por coordinación la articulación de las diversas iniciativas desarrolladas por los diferentes agentes, privados y públicos, del Sistema de Ciencia y Tecnología. Las actuaciones de la CICYT en materia de articulación contemplan diferentes niveles.

Un primer nivel de coordinación corresponde a la gestión de los diferentes ejes de actividad del Plan Nacional. La CICYT asocia a entidades y unidades dependientes de diferentes Departamentos Ministeriales con el doble objetivo de coordinar las actuaciones y de aprovechar al máximo la experiencia de los mismos en sus respectivos campos de actuación.

El segundo nivel de coordinación se refiere a la articulación de iniciativas ministeriales en el ámbito de la investigación y desarrollo que, por su orientación temática, son acreedoras de una programación general. Tal coordinación ha alcanzado su máximo grado de desarrollo en el caso del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento del Ministerio de Educación y Ciencia, dirigido a la financiación de la investigación de calidad no orientada que, previa armonización de sus acciones con las contenidas en los Programas Nacionales, fue integrado en el Plan Nacional.

El tercer nivel de coordinación está orientado al fomento de la articulación entre el Sistema de Ciencia y Tecnología y la industria, entendida ésta como escenario de las actividades económicas. Tal propósito se fundamenta en la necesidad de incentivar el esfuerzo empresarial en I+D, de aprovechar el potencial investigador nacional para el fortalecimiento de los activos tecnológicos de las empresas españolas y de ligar las tareas investigadoras a las necesidades económicas y sociales y, en definitiva, a las estrategias de las empresas españolas. En resumen, tal eje de actividad pretende cerrar la brecha que, tradicionalmente, ha separado a los segmentos

científico e industrial de nuestro Sistema. Se ha dado así cumplimiento al artículo 5º de la Ley de la Ciencia, que expresa la necesidad de fomentar la I+D en las empresas y la necesaria comunicación entre éstas y los centros públicos de investigación. Por su especial importancia el análisis de estas acciones se detalla en el apartado 2.2.2.

Finalmente, otra destacada acción de coordinación de fondos comunitarios con las actuaciones propias del Plan Nacional ha sido la aplicación de una parte de los fondos FEDER –instrumento comunitario de política regional y de cohesión económica y social dirigido a potenciar las regiones más desfavorecidas de la CE– a la dotación de infraestructura científico-técnica de las universidades y organismos públicos de investigación de regiones de Objetivo 1 y 2, de acuerdo con las necesidades y con las prioridades establecidas en el marco del Plan Nacional de I+D.

Por otra parte, en el epígrafe 2.3 se analiza la articulación entre el Sistema de Ciencia y Tecnología y los Programas comunitarios e internacionales de I+D. Se completa así el análisis de las iniciativas desarrolladas al amparo del Plan tendentes a estrechar las relaciones entre el Sistema español y el Sistema internacional de Ciencia y Tecnología.

### **2.2.1. Ejes de actividad del Plan Nacional y coordinación sectorial**

La Ley de la Ciencia otorgó a la CICYT la facultad para encomendar la gestión de sus acciones a aquellos organismos que en cada caso considerara oportuno. Esta diversificación se justifica, por un lado, ante la necesidad de coordinar las distintas actuaciones y, por otro, por el interés de aprovechar la economía de esfuerzos y costes ligados a estas tareas y alcanzar, de esta forma, una mayor eficacia en el desarrollo de las mismas (Cuadro 2.13).

Así, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), ha sido designado por la CICYT para gestionar los Proyectos Concertados. La estructura ágil de la que dispone este organismo y la comunicación eficaz que mantiene con las empresas, hicieron aconsejable transferirle los fondos destinados a Proyectos Concertados para su adjudicación de acuerdo con las directrices y prioridades establecidas por la CICYT. Con ello se coordina esta acción del Plan Nacional dirigida a las empresas con las actuaciones propias del CDTI y con otras del Ministerio de Industria y Energía, contenidas en el Plan de Actuación Tecnológica de este Ministerio, publicado en noviembre de 1990. La existencia de esta "ventanilla única" es beneficiosa para el empresario, que no necesita acudir a varias dependencias ministeriales para que su proyecto sea atendido y, desde el punto de vista de la Administración, permite la óptima aplicación de los recursos públicos destinados al fomento de la innovación tecnológica.

Del mismo modo, el Programa Nacional de Formación de Personal Investigador lo gestiona la Dirección General de Investigación Científica y Técnica, que se encarga asimismo de la gestión del Programa de Formación de Profesorado y Personal Investigador del Ministerio de Educación y Ciencia.

**CUADRO 2.13: ORGANISMO GESTOR DE LOS PROGRAMAS INCLUIDOS EN EL PLAN NACIONAL DE I+D (1988-1991)**

ACCIONES	ORGANISMO GESTOR	PROGRAMA
Formación Personal Investigador	* Dirección General de Investigación Científica y Técnica	Todos
Proyectos de Investigación	* Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Microelectrónica
Infraestructura	* Dirección Gral. de Transportes (M <sup>o</sup> Transportes, Turismo y Comunicaciones)	Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
	* Dirección General de Energía y Nuevas Tecnologías (MINER)	I+D Farmacéuticos
	* Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (MAPA)	Investigación Agrícola
Acciones Especiales		I+D Ganadero
		Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales
	* Secretaría General del Plan Nacional de I+D	Resto de los Programas Nacionales
	* Dirección General de Investigación Científica y Técnica	Promoción General del Conocimiento
	* Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica (CIRIT)	Química Fina
	* Instituto de la Mediana y Pequeña Industria Valenciana (IMPIVA)	Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional
Proyectos Concer- tados	* Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)	Todos los Nacionales
	* Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica (CIRIT)	Química Fina
PETRI	* Secretaría General del Plan Nacional de I+D	Todos

Cabe también resaltar que en la Comisión de evaluación del Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI) participan un representante del CDTI y otro de la Dirección General de Electrónica y Nuevas Tecnologías, ambos del Ministerio de Industria y Energía, con objeto de coordinar estas actuaciones con las incluidas en el Plan de Actuación Tecnológica de dicho Ministerio.

En todos los casos, el fluido intercambio de información sobre las respectivas convocatorias, sus resultados y acciones, etc., ha redundado en una mejor gestión de los correspondientes Programas y en una óptima asignación de los fondos. Esta participación de otros órganos de la Administración en la gestión de las acciones del Plan Nacional de I+D ha tenido un beneficio superior al de la propia coordinación, ya que los organismos implicados en la gestión consideran al Plan Nacional como algo propio y, en consecuencia, han contribuido a su difusión dentro de su ámbito de actuación y a su incorporación al mundo de los investigadores y empresarios.

Como ya se ha dicho, la coordinación temática se ha llevado a cabo al máximo nivel con el Programa Sectorial del Ministerio de Educación y Ciencia de Promoción General del Conocimiento financiado íntegramente por el mismo. Tal integración supone, por una parte, que las propuestas presentadas a este Programa se evalúan –igual que las correspondientes a los Programas Nacionales– a través de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), con lo cual en ambos casos se aplica el mismo criterio de calidad científico-técnica. Esta común aplicación permite, con posterioridad, que las propuestas se financien con cargo a aquel Programa al cual –aplicando criterios de oportunidad– más se adapte la propuesta, aunque el proyecto haya sido presentado a otro; de este modo se produce el trasvase automático de la solicitud de un Programa a otro.

El propio Programa de Promoción General del Conocimiento ha servido de cauce para la coordinación de los Programas del Plan Nacional –en particular el de Salud– con actividades sectoriales, en concreto con el Fondo de Investigaciones Sanitarias de la Seguridad Social del Ministerio de Sanidad y Consumo, en el área de la Biomedicina y Ciencias de la Salud; este hecho se ha traducido en la convocatoria conjunta de ayudas para proyectos de investigación en las áreas citadas. Por otra parte, este Programa Sectorial, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, está abierto en la mayoría de sus acciones a todos los organismos públicos de investigación, cualquiera que sea el Ministerio del que dependan.

También el Programa COINCIDENTE, que coordina las actuaciones del Plan Nacional con las de los Ministerios de Defensa e Industria y Energía, se incluye entre las acciones de coordinación sectoriales, puesto que su objetivo es promover en el ámbito civil el desarrollo de tecnologías de origen militar, si bien al ser su objetivo más destacado la transferencia de tecnología a empresas, se tratará con más extensión al final del apartado 2.2.2.

La coordinación con las Comunidades Autónomas se realiza, inicialmente, por medio de una armonización de las convocatorias y de una especialización en las acciones, lo cual requiere un detallado conocimiento de las del Plan Nacional, que sólo es posible gracias a la proximidad y al adecuado intercambio de información. En algunos casos, esta coordinación también se lleva

a cabo mediante la cofinanciación de Programas o de acciones concretas; es una vertiente del Plan Nacional en la que se va a profundizar el próximo trienio, particularmente con el fin de fortalecer la capacidad de investigación tecnológica e innovación de las diferentes regiones y de promover la participación en las actividades comunitarias de sus unidades de I+D; para ello se contará con los fondos del Programa STRIDE de la Comunidad Europea, iniciativa comunitaria orientada a mejorar la capacidad regional de investigación, tecnología e innovación. Este Programa comunitario se desarrolla mediante la coordinación de fondos procedentes de la Comunidad Europea, de la Administración del Estado y de aquellas Administraciones Autonómicas situadas en regiones de Objetivo 1 y 2 a las que va dirigido.

Una de las nuevas estructuras creadas en el Sistema español de Ciencia y Tecnología a raíz de la promulgación de la Ley de la Ciencia, la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva desarrolla, mediante su actividad evaluadora, una importante labor de coordinación. A lo largo de estos tres años, la ANEP ha evaluado la calidad científico-técnica de diversos tipos de solicitudes, entre las que destacan cuantitativamente los proyectos de investigación, las peticiones de infraestructura, los Proyectos Concertados y las becas. Dada la heterogeneidad de las acciones a evaluar, no se ha utilizado un método único de evaluación, aunque fundamentalmente se ha empleado la "evaluación por los pares" (peer review). La ANEP dispone de un banco de evaluadores integrado por más de 7.000 especialistas, de los cuales 1.400 son extranjeros; el rigor e independencia con los que desarrolla su tarea han producido una creciente demanda de sus servicios por parte de entidades externas a la CICYT (véase Cuadro 2.14). La confluencia en la ANEP de solicitudes de procedencia tan variada tiene gran interés en materia de coordinación, ya que la información agregada recogida en la ANEP contribuye a mejorar la calidad de la evaluación de las distintas acciones, evita solapamientos no deseados entre las distintas fuentes de financiación y, en definitiva, contribuye a lograr una mayor eficiencia en la asignación de los recursos destinados a I+D.

**CUADRO 2.14: EVOLUCION DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS  
POR LA ANEP**

ENTIDADES SOLICITANTES		1988	1989	1990
GESTORES PROGRAMAS NACIONALES	PROYECTOS Y OTROS	2.888	2.658	4.662
MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA (1)		6.872	6.574	8.311
COMUNIDADES AUTONOMAS		295	666	1.133
UNIVERSIDADES		168	425	465
OTROS		405	372	405

(1) Se incluyen las becas del Programa Nacional de Formación de Personal Investigador.

## **2.2.2. Articulación del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria (SCTI)**

Uno de los objetivos del Plan Nacional es promover la I+D en las empresas y su colaboración en proyectos de I+D con los centros públicos de investigación (CPI), en los que se encuentra casi el 70% de los investigadores de nuestro país. Se pretende, además, fomentar la adecuada transferencia al sector productivo de los resultados de la investigación pública que puedan dar lugar a nuevos procesos o productos de interés industrial.

Con tal objetivo, el Plan Nacional está dotado de una serie de instrumentos, destinados a promover la necesaria comunicación de ambos, entre los que destacan, por su importancia y volumen económico, los Proyectos Concertados; asimismo, ha creado una estructura de interfase, la red de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), coordinadas por la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT).

La necesidad de promover la valorización de los resultados de la investigación pública aconsejó, además, la puesta en práctica del Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI), cuya finalidad es dotar a la red OTRI/OTT de un instrumento que permita incentivar a los grupos de investigación básica y aplicada para que dediquen parte de sus esfuerzos a acciones de I+D cuyos resultados puedan ser transferidos con alta probabilidad y a corto plazo a las empresas. Este Programa sirve, además, para reforzar la presencia de las OTRI en los ámbitos investigador y empresarial, para los cuales constituye un ejemplo más del interés político de la Administración en incrementar la proyección socio-económica de la I+D.

La puesta en marcha de la red OTRI/OTT y del PETRI ha venido a reforzar los ya citados Proyectos Concertados. Se trata de un instrumento que tiene una doble vertiente: por un lado, fomenta la I+D en las empresas; por otro, contribuye a la articulación del Sistema de Ciencia-Tecnología con la industria toda vez que se exige, como condición para su financiación, que los proyectos sean desarrollados por la empresa en colaboración con un centro público de investigación.

### **ESTRUCTURA DE INTERFASE INVESTIGACION-INDUSTRIA: LA RED OTRI/OTT**

En España, la estructura de interfase propiciada desde los CPI estuvo constituida tradicionalmente por las Fundaciones Universidad-Empresa y más recientemente fue creada la Oficina de Valoración y Transferencia de Tecnología del CSIC (1985) y el Centro de Transferencia de Tecnología de la Universidad Politécnica de Barcelona (1987).

Como ya se ha indicado, a finales de 1988 se puso en marcha el Programa de creación de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación, en una primera fase en las universidades y el CSIC y posteriormente en los demás OPI y las asociaciones de investigación empresariales que lo han solicitado. Las diferentes OTRI cuentan con el apoyo de la OTT incluida

dentro de la propia estructura organizativa de la Secretaría General del Plan Nacional que, además de coordinar la actuación de las OTRI, les presta asesoramiento en materia de patentes, contratos, etc.

La red OTRI/OTT así formada, ocupa un espacio hasta hace poco insuficientemente cubierto en la cadena innovadora, situándose en el entorno cercano a los CPI, mientras que los organismos de interfase existentes hasta ahora –Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y el Instituto de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial (IMPI) del Ministerio de Industria y Energía, Centros Técnicos, Asociaciones de Investigación, Centros de Desarrollo Regional de las Comunidades Autónomas, etc.– quedan más próximos a las empresas.

El presupuesto global de funcionamiento de las 53 OTRI (34 universitarias, 8 en organismos públicos de investigación y 11 en asociaciones de investigación) existentes es de unos 650 MPTA, de los cuales un 61% se destina a cubrir los gastos de personal, un 27% a insumos diversos y el resto a la amortización de equipos y gastos varios. Actualmente trabajan en ellas 216 personas, de las que el 66% son titulados superiores y el resto personal administrativo de apoyo. La estructura de cada OTRI es simple; ello se debe, por una parte, a que las OTRI se apoyan en otros servicios existentes en su centro respectivo y además al apoyo técnico de la OTT para aspectos concretos como patentes, contratos, proyectos europeos, etc.

Al mismo tiempo que las OTRI se creó en la Secretaría General del Plan la OTT como unidad de coordinación y asesoría permanente para aquéllas. También tiene una misión valorizadora de los resultados, como fase previa a su transferencia, apoyada por la ANEP y el CDTI, entre otros. En su estructura, muy simple, se ha incorporado personal técnico cualificado en aquellas áreas o aspectos considerados de mayor interés.

De forma resumida, puede decirse que las OTRI tienen como objetivo fundamental promover la transferencia de la oferta científico-técnica de su respectiva institución a los sectores productivos, esto responde a una política institucional activa en esta área, que no se producía hasta su establecimiento, porque la iniciativa de los acuerdos surgía del propio profesor o investigador o bien de la empresa.

En cuanto al tipo de contratos suscritos, en el Cuadro 2.15 puede apreciarse que casi el 50% de los mismos corresponde a servicios, mientras que los proyectos de I+D son los que tienen mayor importancia económica, seguidos de los de apoyo tecnológico y asesoría, cuya importancia estriba en que suelen ser el primer paso para una posterior colaboración más estrecha. Es interesante destacar que un porcentaje elevado de la contratación (aproximadamente el 65%) tiene lugar con empresas y el resto con instituciones de la Administración, siendo esta proporción muy similar a la que se encuentra en otros países.

Por otra parte, las OTRI han desempeñado también una labor destacada patentando resultados de las investigaciones desarrolladas en sus respectivas entidades. En el bienio 1989–1990 han tramitado 262 nuevas patentes, 17 de ellas en el extranjero. Los resultados protegidos pertenecen fundamentalmente a las áreas de Biotecnología, Microelectrónica, Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones y Nuevos Materiales. Es digno de mención que, en general,

esta política de protección de los resultados de la investigación se realiza de forma sistemática en las universidades desde la puesta en marcha de la red OTRI/OTT.

Otra actividad que se desarrolla en algunas de las OTRI –en otras la realizan otros departamentos– es favorecer la participación de los grupos de I+D en Programas Nacionales e internacionales. En esta línea, se ocupan de difundir la información editada en la Secretaría General del Plan sobre dichos Programas y colaboran en la elaboración y tramitación de las propuestas. Como balance, las 21 OTRI que realizan esta labor han gestionado un total de 252 proyectos de investigación comunitarios, fundamentalmente correspondientes a los Programas incluidos en el Programa Marco.

En 1990 una acción destacada de la red OTRI/OTT ha sido la de sistematizar su oferta científico-técnica y facilitar su amplia difusión geográfica con la puesta en marcha de la Base de Datos de Oferta Científico-técnica (DATRI) de las entidades incluidas en la red; contiene las líneas de investigación de potencial interés industrial, las patentes, la infraestructura científico-técnica relevante, los cursos y servicios, y los distintos equipos de I+D.

Por otra parte, en 1990 las OTRI han colaborado con los equipos de investigación en la preparación de las propuestas del Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI); entre las dos convocatorias publicadas se han presentado unas 300 solicitudes de las que han sido aprobadas 115.

**CUADRO 2.15: TIPOS DE CONTRATOS GESTIONADOS POR LA RED OTRI/OTT EN EL BIENIO 1989-1990**

CONTRATOS	NUMERO	%	VALOR (MPTA)	%
De investigación y desarrollo	1.731	21	13.052	58
De asesoría científica o apoyo tecnológico	1.918	23	5.213	23
De formación especializada	596	7	1.210	5
Servicios y otros	3.981	49	3.202	14
TOTAL	8.226	100	22.677	100

## PROGRAMA DE ESTIMULO A LA TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACION (PETRI)

El Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI) se convoca junto con las demás ayudas del Plan Nacional de I+D, y concede ayudas puntuales a grupos de investigación de universidades y organismos públicos de I+D para que puedan completar los resultados científicos de sus proyectos con datos tecnológicos que permitan precisar su viabilidad industrial y así facilitar su transferencia a una empresa o sector socioeconómico.

Se han publicado dos convocatorias de este Programa: la primera, en el tercer trimestre de 1989; y la segunda, junto a las demás convocatorias de los Programas, en enero de 1990. La resolución se ha efectuado conjuntamente a lo largo de 1990.

En la resolución de 1990, se han evaluado 287 solicitudes, con un presupuesto total solicitado de 3.600 MPTA. De ellas, han sido aprobadas 115, que representa el 40%, con un presupuesto global de 1.275 MPTA de los que 768 son aportados por el Plan Nacional de I+D y 507 (40%) corresponden a cofinanciación empresarial.

En el Cuadro 2.16 se muestran las acciones aprobadas y sus diferentes presupuestos según los Programas en los que se encuadran. Estas acciones pueden englobarse en tres grandes sectores: Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones, Calidad de Vida, y Agroalimentación. Alrededor del 50% de la financiación total corresponde al primero de los sectores aludidos.

Con respecto a las acciones cofinanciadas –el 67% de las aprobadas– es interesante analizar el tipo de entidades cofinanciadoras. En un 87% de los casos la entidad cofinanciadora es una empresa. Dentro de ellas, el 87% son empresas españolas y el 13% multinacionales, estas últimas están presentes sobre todo en desarrollos de aplicación en sectores como telecomunicaciones, farmacia y automóvil. En cuatro acciones se trata de asociaciones empresariales de sectores tradicionales, como el calzado o primarios, como los sectores pesquero y agrícola. En un 7,7% de los casos, es la propia universidad solicitante la que cofinancia la acción, mostrando así su interés en desarrollar el producto o proceso para su mejor negociación posterior.

## PROYECTOS CONCERTADOS: INSTRUMENTO DE ARTICULACION DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA CON LA INDUSTRIA

El desarrollo de los Proyectos Concertados tiene como objetivo primordial la articulación de los intereses del Sistema de Ciencia y Tecnología con los propios de la industria. Los datos disponibles revelan que el sector empresarial movilizado por los Proyectos Concertados tiene un peso no inferior al 40% del segmento empresarial que realiza actividades de I+D en nuestro país. En definitiva, los Proyectos Concertados han servido para estrechar las relaciones entre los intereses investigadores de los sectores público y empresarial.

**CUADRO 2.16: RESOLUCIÓN DEL PROGRAMA DE ESTÍMULO A LA TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (1990)**

Programa	Nº Acciones	Subvención PETRI	Cofinanciación	Presupuesto Total
Investigación Agrícola	6	25.605.000	24.991.520	50.596.520
I+D Ganadero	5	43.917.000	33.135.456	77.052.456
Tecnología de Alimentos	12	55.662.000	14.140.000	69.802.000
Recursos Marinos y Acuicultura	6	49.576.000	40.675.000	90.251.000
Recursos Geológicos	1	2.200.000	0	2.200.000
Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental	4	26.351.000	6.926.000	33.277.000
Subtotal	34	203.311.000	119.867.976	323.178.976
Biotecnología	7	44.115.540	22.725.460	66.841.000
I+D Farmacéuticos	9	64.399.500	49.390.000	113.789.500
Salud	14	113.136.800	65.876.600	179.013.400
Subtotal	30	221.651.840	137.992.060	359.643.900
Nuevos Materiales	15	106.531.000	64.790.000	171.321.000
Automatización Avanzada y Robótica	13	89.496.800	100.807.000	190.303.800
Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional (C. Valenciana)	2	11.942.000	2.788.000	14.730.000
Microelectrónica	2	12.158.000	10.638.000	22.786.000
Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	14	99.301.000	66.136.472	165.437.472
Investigación Espacial	2	12.900.000	2.700.000	15.600.000
Diversos	3	10.750.000	1.500.000	12.250.000
Subtotal	51	343.068.800	249.359.472	592.428.272
TOTAL	115	768.031.640	507.219.508	1.275.251.148

En términos generales, cabe señalar que la aprobación de Proyectos Concertados ha prestado especial atención a la pequeña y mediana empresa. Ello es coherente con el papel desempeñado por esta clase de empresas en el desarrollo tecnológico; no en vano, un buen número de estudios confirma que una parte sustancial de las innovaciones tecnológicas han sido desarrolladas inicialmente en las pequeñas y medianas empresas. Por otra parte, el peso específico éstas en nuestro país exige prestar una atención especial al fomento público de sus ventajas competitivas, que en buena medida están vinculadas al desarrollo de estrategias de diferenciación y, en definitiva, al incremento del valor añadido tecnológico de sus actividades.

De tales extremos es fiel reflejo el Cuadro 2.17, que muestra la distribución de las principales magnitudes de los Proyectos Concertados por tamaños empresariales. Puede comprobarse que tal distribución es mucho más uniforme que la observada en otras variables económicas: plantillas, producción, cifra de negocio, etc.

Uno de los criterios fundamentales para la concesión de los Proyectos Concertados ha sido la participación en los mismos de los centros públicos de investigación, con objeto de conseguir la articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología con la industria. En términos generales, los resultados alcanzados a este respecto pueden calificarse como satisfactorios. En efecto, de los 329 Proyectos Concertados aprobados a lo largo del período de vigencia del Plan, en 280 se ha producido una participación de los CPI. Como muestra el Cuadro 2.18, tal participación asciende a un 15% de los presupuestos empresariales movilizados por los Proyectos Concertados.

Conviene señalar, asimismo, la cifra de investigadores (1.308) movilizados en los CPI a través de los Proyectos Concertados, que equivale a un 5,7% del total de investigadores del sector público. En definitiva, y a través de esta vía, un porcentaje significativo del segmento público del Sistema de Ciencia y Tecnología está vinculado a tareas que conectan los intereses científicos y tecnológicos y la explotación comercial de los mismos.

Aunque en el apartado 2.1.3 se analizan los resultados globales de este importante eje de actividad, es preciso, en este contexto, hacer una referencia a la creciente colaboración de los centros públicos de investigación con las empresas en el desarrollo de estos proyectos, como se desprende del Cuadro 2.18 ya citado, tanto en lo referente a la valoración económica de la colaboración como en el personal científico del sector público involucrado en ellos.

#### INTERCAMBIO DE PERSONAL INVESTIGADOR ENTRE INDUSTRIAS Y CPI

Este subprograma del Programa Nacional de Formación de Personal Investigador pretende fomentar la formación de unidades de I+D en las empresas españolas –así como potenciar las ya existentes–, a través de la incorporación temporal de investigadores cualificados por parte de las empresas, y el flujo temporal de científicos y tecnólogos entre los órganos ejecutores de I+D: universidades, centros públicos o privados de investigación, y empresas. En las convocatorias de 1988 y 1989 había tres modalidades dentro del subprograma:

**CUADRO 2.17: DISTRIBUCION DE LOS PROYECTOS CONCERTADOS  
POR EL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS**

	Número de empleados									
	Hasta 50	%	51-250	%	251-500	%	Más de 500	%	Total	Total(%)
Nº de Proyectos	109	33,1	77	23,4	45	13,6	98	29,9	329	100
Presupuesto Total (*)	8.461,5	22,4	10.539,6	28,1	6.256,2	16,7	12.345	32,8	37.602,3	100
Aportación Plan Nacional (CDTI) (*)	4.022,5	23,5	4.895,8	28,6	2.760,9	16,1	5.423,0	31,8	17.102,2	100
Aplicación OPIs (*)	1.449,2	25,7	1.335,6	23,7	1.074,7	19,1	1.766,7	31,5	5.626,2	100
Investigadores en EDP participantes (media) (**)	6,5		8,2		9,6		8,2		7,8	
Número de investigadores del Departamento de I+D	5,1		16,2		39,0		120,0		0	

(\*) En Millones de pesetas.

(\*\*) Incluye los procedentes de OPIs.

Fuente: CDTI y Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

**CUADRO 2.18: PARTICIPACION DE CENTROS PUBLICOS DE INVESTIGACION  
EN PROYECTOS CONCERTADOS**

	1988	1989	1990	Total
Número total de Proyectos Concertados aprobados	76	124	129	329
Número de Proyectos Concertados con CPI	47	106	127	280
Número de Convenios	68	156	200	424
Valor de los Contratos Extramuros (CPI) (*)	1.186,3	2.059,0	2.380,9	5.626,2
Universidades	---	---	---	2.831,7
CSIC	---	---	---	1.167,7
Otros	---	---	---	1.626,8
Investigadores Movilizados en CPI (EDP)	109	212	266	587

(\*) En Millones de Pesetas.

Fuente: CDTI y Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

a) Estancias de investigadores altamente cualificados pertenecientes a la plantilla de universidades y otros organismos públicos o privados de investigación, en unidades de investigación y desarrollo de empresas.

b) Integración temporal de jóvenes doctores, o formación equivalente, en unidades de investigación y desarrollo de empresas.

c) Estancias temporales de técnicos superiores de la plantilla de empresas en grupos de I+D de universidades u otros organismos de investigación.

En 1990 se incluyó una nueva modalidad –la d)– para la realización de tesis doctorales en departamentos de I+D de empresas y asociaciones de investigación; esta modalidad se añadió porque en la actualidad hay en nuestro país un número importante de empresas con capacidad para formar doctores, lo cual presenta la ventaja adicional de que quienes se han formado en las empresas adquieren una formación investigadora y, además, se impregnan de la cultura empresarial, completando así su formación integral. En esta nueva modalidad se contempla la

tutoría por parte de un departamento universitario para asegurar el desarrollo de la tesis doctoral y su defensa, de acuerdo con la normativa legal vigente.

En estos años se han incorporado a su destino en la entidad receptora un total de 137 beneficiarios, de los que el 26% corresponden a la modalidad a), el 55% a la b) y el 19% a la c). Es un número relativamente bajo si se tienen en cuenta los beneficios que pueden derivarse de este tipo de intercambios:

- Para la empresa: incorporar temporalmente personal altamente cualificado sin costo para la empresa; establecer relaciones con CPI dotados de personal y medios de los que una empresa con sus propios recursos difícilmente podría disponer y mejorar la eficacia del departamento de I+D mediante el reciclaje de su personal científico-técnico.
- Para los centros públicos de investigación: acceder a nuevos enfoques de los problemas en los que están inmersos que les permitan orientar sus actividades de I+D; rentabilizar sus conocimientos y equipos; obtener para sus jóvenes doctores mejores perspectivas de incorporación al mercado de trabajo; y contribuir al desarrollo y articulación del SCTI.

En la reducida utilización de estas ayudas se considera que han influido dos factores. Por un lado, la tradicional dificultad de los investigadores para salir del propio entorno y para conocer las ventajas que se les ofrecen; por otro, el desconocimiento de su existencia. Para paliar esta última circunstancia se ha realizado una amplia difusión de las ayudas en ambos colectivos.

#### OTRAS ACTUACIONES DE COORDINACION

Otras actuaciones de coordinación de los sectores público y empresarial que contribuyen a la política global de articulación del SCTI promovida por el Plan Nacional de I+D, han sido las siguientes:

El Programa MIDAS (Movilización de la Investigación, el Desarrollo y las Aplicaciones de los Superconductores) nace como una iniciativa de Red Eléctrica de España S.A., Unidad Eléctrica S.A. (UNESA) y la Comisión Permanente de la Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) con el objetivo de coordinar la investigación en superconductividad desarrollada en el marco del Programa Nacional de Nuevos Materiales con las aplicaciones de la misma en el sector energético, contando, para ello, con una aportación adicional de fondos por parte del Sector Eléctrico a través de OCIDE. El Programa pretende cubrir desde la investigación básica hasta posibles desarrollos industriales.

En estos momentos están trabajando en el campo de la superconductividad 60 investigadores y se han concedido 31 becas para realizar Tesis Doctorales. Los principales

grupos de investigación se encuentran en Madrid, Barcelona, Zaragoza, Valencia y Santiago de Compostela.

Después de una primera etapa en la que se ha puesto un mayor énfasis en la financiación de proyectos de investigación encaminados a la preparación de muestras superconductoras y su caracterización tanto microscópica como macroscópica, actualmente se está fomentando el uso de los materiales superconductores en aplicaciones tecnológicas, pudiendo destacarse el desarrollo de sensores de campo magnético, la producción de fibras de 50 micras de diámetro, el desarrollo de acumuladores de energía, etc., basados en materiales superconductores.

El presupuesto global aplicado a la financiación de proyectos de investigación, becas, infraestructura, etc. dentro del Programa MIDAS hasta el momento asciende a 759 MPTA, de los cuales el Plan Nacional ha aportado un 64% y el sector eléctrico el 36% restante.

En este mismo marco también es destacable el denominado PROGRAMA COINCIDENTE (Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo Nacional en Tecnologías Estratégicas); se trata de un instrumento orientado a coordinar las actividades de I+D promovidas o realizadas por el Ministerio de Defensa con las de los Programas Nacionales incluidos en el Plan Nacional y con las acciones de política tecnológica del Ministerio de Industria y Energía, particularmente en aquellos campos en que la I+D aplicada a la defensa proporciona tecnologías de posible aplicación civil.

La Comisión del Programa COINCIDENTE, en la que se encuentra representado, además de la CICYT y el Ministerio de Defensa, el Ministerio de Industria y Energía a través de su Dirección General de Electrónica y Nuevas Tecnologías y el CDTI, tiene como misión establecer los proyectos y desarrollos que se han a enmarcar en el Programa COINCIDENTE y movilizar a los centros y empresas que tienen capacidad científica y tecnológica para abordarlos.

Se ha tratado de potenciar tanto acciones a corto y medio plazo (industrialización de procesos a nivel de laboratorio, fabricación de prototipos y de preseries) como a medio y largo plazo (mejora de la competitividad y desarrollo de nuevas tecnologías). Las actividades coordinadas se han centrado en los relacionados con los Programas de Nuevos Materiales y Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.

Por otra parte, la puesta en marcha del Plan Nacional de I+D supuso una modificación en el apoyo económico a las Asociaciones de Investigación, habiendo pasado de recibir una subvención directa anual a participar en las convocatorias de proyectos de investigación e infraestructura de los Programas correspondientes del Plan Nacional de I+D, lo que ha supuesto un desafío para estas entidades, que están haciendo un esfuerzo muy importante para desarrollar las nuevas tecnologías que se están aplicando en los sectores a los que representan tradicionales, en general, como calzado, textil, madera y muebles, juguetes, conservas vegetales, equipos mineros, etc. En los 3 años se han aprobado acciones por valor de más de 1.300 MPTA destinadas a estas Asociaciones.

### **2.2.3. Coordinación de fondos comunitarios con actuaciones de ámbito nacional**

La existencia en la Comunidad Europea de unas disparidades regionales notables, especialmente en lo que a infraestructuras se refiere, que se traducen en una muy diferente posición relativa en cuanto a las condiciones de acceso a los mercados más pujantes de la Comunidad, ha sido la causa de que la Comunidad Europea haya puesto en marcha una política regional orientada a aplicar el principio de cohesión económica y social para reducir los citados desajustes regionales. El FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) se dirige a incrementar las infraestructuras de las regiones menos desarrolladas y de las zonas industriales en declive con el fin de mejorar la productividad de su sector industrial.

La importancia de la innovación tecnológica como factor de desarrollo se recoge en las directrices del marco comunitario y la financiación de actividades de investigación y desarrollo constituye uno de sus objetivos prioritarios, así como las actividades relacionadas con la difusión y transferencia de tecnología, la asistencia técnica, y las acciones de estímulo a la participación en los Programas de investigación comunitarios. Concretamente, en el eje 5 del marco de apoyo comunitario, dedicado a infraestructuras de apoyo a la actividad económica, se hace una mención especial a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. En él se encuadran los Programas operativos dedicados a infraestructuras de investigación que, preparados por la D.G. de Planificación del M<sup>o</sup> de Economía y Hacienda, se han coordinado e integrado dentro de las actividades del Plan Nacional de I+D como acciones de apoyo a la infraestructura de las universidades y otros organismos públicos de investigación.

El Gobierno Español presentó el 30 de Marzo de 1989 el Plan de Desarrollo Regional de España para el período 1989-1993. Una vez establecido el marco comunitario de apoyo, el Ministerio de Economía y Hacienda, a través de la Dirección General de Planificación, presentó el Programa operativo de dotación de infraestructura científica para regiones incluidas en el Objetivo 1 (Andalucía, Asturias, Canarias, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura, Galicia, Murcia y Valencia). El presupuesto global del Programa operativo asciende a 17.767 MPTA para el período 1990-1992.

Para las zonas Objetivo 2 (Cataluña, Madrid, Navarra, País Vasco y Rioja) el Marco Comunitario de Apoyo incluye como un eje prioritario, la investigación y desarrollo a través de equipamiento científico y de la formación. El Programa operativo aprobado el 21 de diciembre de 1990, ha incorporado proyectos por 3.475 MPTA de fondos estructurales que han dado lugar a una inversión global de 6.400 MPTA, aplicados en Cataluña, Aragón, Madrid y Navarra. El País Vasco no se ha incluido en el Programa por haber presentado el suyo con anterioridad y Cantabria tampoco, porque ha canalizado su cuota regional hacia proyectos de medio ambiente.

El Programa operativo para regiones Objetivo 2 se ha planteado con una perspectiva diferente al de regiones Objetivo 1. Las características estructurales de estas regiones en declive industrial indican que la acción de un intenso Programa de innovación tecnológica podría proporcionar resultados muy positivos en cuanto a la mejora de la productividad y competitividad de sus empresas. Por otra parte, la existencia en estas regiones de un considerable capital tecnológico suficientemente diversificado, hace posible la absorción de tecnologías avanzadas

como la automatización, la microelectrónica, los nuevos materiales, etc., para mejorar la productividad y la competitividad de su tejido empresarial.

Asimismo, en julio de 1990 la Comisión Europea emprendió una iniciativa comunitaria para la mejora de la capacidad regional de investigación, tecnología e innovación, el denominado Programa STRIDE, dotado con 400 MECU para el período 1991-1993, de los cuales pudieran corresponder a España alrededor de 136 (17.000 MPTA); ello implica una cuantía de 30.000 MPTA para financiar proyectos, una vez contabilizada la cofinanciación española. Este nuevo fondo se suma a los Programas operativos FEDER para la mejora de las infraestructuras científicas y de desarrollo tecnológico ya citados. Este Programa está más dirigido al sector productivo y se rige por unos criterios más amplios en lo que se refiere a las posibles acciones susceptibles de ser financiadas.

El Programa tiene tres niveles de actuación: consolidación de centros de investigación y desarrollo, fomento de la participación en Programas y redes de investigación comunitarios, y estímulo de la cooperación entre los centros de investigación y la industria.

Finalmente, dentro de este apartado puede destacarse la creación del Grupo Activador de la Microelectrónica en España. La microelectrónica ha sido una de las mayores preocupaciones en todas las etapas de planificación tecnológica llevadas a cabo por los organismos correspondientes de nuestro país. La razón de dicho interés es la innegable importancia que tiene como factor significativo para la mejora de la competitividad en un gran número de productos industriales. Un uso generalizado de productos microelectrónicos da lugar, como ha sido probado en innumerables ocasiones, a un incremento en la capacidad de introducción en nuevos mercados y a una consolidación de los ya conseguidos.

Sin embargo, ni el nivel de uso de componentes microelectrónicos en productos industriales ni la participación en Programas comunitarios de I+D son los requeridos para una nación que tiene la necesidad de competir en el marco europeo.

Para intentar remediar dicha situación, la Comunidad Europea -y más en concreto la Dirección General XIII-, la CICYT y el Ministerio de Industria y Energía, a través de la Dirección General de Electrónica y Nuevas Tecnologías, se coordinaron en los primeros meses de 1990 para poner en marcha una acción especial que fomentara el uso de la microelectrónica en la industria española. A tal fin se constituyó un Grupo Activador de la Microelectrónica en España (GAME), que velara por su puesta en marcha y su desarrollo y marcara sus principales líneas de actividad. El 6 de junio de 1990 se firmó el acuerdo entre las tres partes y con él se pusieron en movimiento un total de 16 MECU, aportados por las administraciones comunitaria y española y las industrias participantes en la acción.

Dado que era absolutamente imposible intentar abarcar en la acción un espectro amplio de temas, después de un estudio pormenorizado de las posibilidades y las necesidades del país, así como de aquellos entornos de actividad tecnológica en los que España podía incorporarse de manera efectiva en unas ciertas condiciones de igualdad, se adoptaron como líneas principales: Circuitos Integrados de Acción Específica (ASIC), Controladores Inteligentes de

Potencia (Smart Power) y Sensores microelectrónicos y sus aplicaciones. La proporción de fondos asignada a cada una de estas líneas es de 50, 30 y 20% respectivamente.

### **2.3 ACTUACIONES DE LA CICYT EN EL AMBITO INTERNACIONAL**

En cumplimiento del punto Uno del Artículo 8 de la Ley 13/86 de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, que se refiere a la definición de las exigencias del Plan Nacional en materia de relaciones internacionales y a las previsiones para su ejecución, se ha procedido a identificar las acciones de I+D más importantes o de mayor interés para España, a definir su correlación con los Programas Nacionales y Sectoriales que configuran el Plan Nacional, a difundir dichas acciones internacionales entre la comunidad científica española, a establecer contactos con instituciones de otros países a fin de aumentar el rendimiento de nuestra participación internacional y a diseñar las posiciones españolas en los diferentes organismos internacionales.

El Cuadro 2.19 muestra la correlación entre los Programas del Plan Nacional, los Programas específicos del II Programa Marco de I+D de la CE y los Programas Internacionales. Su coordinación con las políticas y Programas nacionales de investigación es muy necesaria debido, por un lado, al nuevo marco científico y tecnológico europeo que se creará con la entrada en vigor del Mercado Unico, y, por otro, a la reducción de la dependencia europea de la tecnología externa y al aumento de la competitividad industrial. La coordinación de políticas nacionales, así como la satisfacción de algunas necesidades específicas del sistema de ciencia y tecnología español, forman el binomio que orienta la actuación española en los programas internacionales.

En cuanto al punto Dos del mencionado artículo 8 de la Ley 13/86, que se refiere a las tareas de coordinación y seguimiento de los Programas Internacionales de I+D, se ha creado una estructura orientada a coordinar la labor de los Organismos de Gestión de los Programas Internacionales, los Representantes en los Comités, los Organismos de Gestión de los Programas Nacionales y la comunidad científica. Dicha estructura ha permitido, asimismo, el seguimiento de la participación española en los Programas, a través de los informes emitidos por los representantes en los Comités, de contactos directos con los Organismos Internacionales correspondientes y con Organismos Públicos y Privados de Investigación e Industrias.

#### **2.3.1 Participación en la definición del Programa Marco**

Sin olvidar las prioridades nacionales, España ha apoyado de forma significativa la política de I+D de la CE, entendida como instrumento de modernización de las estructuras productivas, como procedimiento de superación de las disparidades intracomunitarias y como vía de potenciación de la competitividad internacional de las industrias intracomunitarias.

**CUADRO 2.19: CORRELACION ENTRE PROGRAMAS NACIONALES E INTERNACIONALES**

AREAS	PROGRAMAS NACIONALES	SEGUNDO PROGRAMA MARCO PROGRAMAS ESPECIFICOS	PROGRAMAS INTERNACIONALES
TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION Y DE LAS COMUNI- CACIONES	Automatización Avanzada y Robótica	ESPRIT, BRITE-EURAM	EUREKA, CYTED-D
	Investigación Espacial		ESA
	Microelectrónica	ESPRIT	ESRF, EUREKA, CYTED-D
	Nuevos Materiales	BRITE-EURAM	ACCIONES COST, ESRF, ILL, LURE, LAB.DARESBUY, CYTED-D, EUREKA
	Tecnología de la información y de las Comunicaciones	ESPRIT, RACE, DRIVE DELTA, AIM, BRITE-EURAM	EUREKA, ACCIONES COST
	Química Fina	BRITE-EURAM	CYTED-D
	Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional	ESPRIT BRITE-EURAM	
CALIDAD DE VIDA Y RECURSOS NATURALES	Biotecnología	BRIDGE, ECLAIR, FLAIR SALUD, BIOTECNOLOGIA	ILL, ESRF, CEPE, OCDE, ACCIONES COST, CYTED-D EUREKA, EMBL, EMBO
	I+D Farmacéuticos	SALUD, BIOTECNOLOGIA	EMBL, EMBO, CYTED-D, ESRF
	Salud	SALUD, MEDICINA PREDICTIVA AIM, STD-2	ESF, ESRF, ACCIONES COST
	Investigación Agrícola Investigación y Desarrollo Ganadero	INVESTIGACION AGRICOLA ECLAIR, STD-2	EUREKA, ESF ACCIONES COST
	Recursos Marinos y Acuicultura	MAST, INVESTIGACION EN EL SECTOR PESQUERO	CYTED-D, ACCIONES COST,
	Tecnologías de los Alimentos	ECLAIR, FLAIR, STD-2	ACCIONES COST, CYTED-D, EUREKA
	Recursos Geológicos	MATERIAS PRIMAS Y RECICLADO, JOULE	ORFEUS, ODP, ESF
	Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales	MATERIAS PRIMAS Y RECICLADO STEP, EPOCH, STD-2	ESF
	Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental	STEP, EPOCH STD-2	ESF, EUREKA, ACCIONES COST
ESTUDIOS SOCIOCULTURALES	Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina		
	Investigación sobre el Deporte Patrimonio Histórico Problemas Sociales y Bienestar Social		ESF ESF
ACCIONES HORIZONTALES Y ESPECIALES	Formación de Personal Investigador	SCIENCE	EMBO, ESF
	Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico	VALUE	
	Interconexión Recursos Informáticos		ACCIONES COST
	Física de Altas Energías		CERN
	Antártida	STEP-EPOCH MAST	ESF

Durante la presidencia española de la Comunidad Europea, primer semestre de 1989, se dio un gran impulso a la adopción o, en su caso, acuerdo de posición común de los Programas específicos del II Programa Marco de I+D. En términos económicos, los 14 Programas adoptados (Radioprotección, BRITE/EURAM, ECLAIR, FLAIR, Clausura de Instalaciones Nucleares, TELEMAN, JOULE, MAST, SPES, Utilización de Grandes Instalaciones, MONITOR, DOSES, EUROTRA y VALUE) y los 3 en posición común (STEP/EPOCH, Materias Primas y Reciclado, y BRIDGE), suponen un total de 1.220,7 MECU, equivalentes aproximadamente a 160.000 MPTA, lo cual significa el 22% de los 5.396 MECU previstos como presupuesto total para el II Programa Marco.

También ha sido importante la labor española en el proceso de definición del III Programa Marco (1990-1994), adoptado por Decisión del Consejo de Ministros del 23 de abril de 1990, que se caracteriza por la agrupación de las actividades en un número limitado de ejes estratégicos, que pretenden dar a la actuación comunitaria pertinencia, concentración y flexibilidad de gestión. En el Cuadro 2.20 se comparan las líneas de actividad del II y III Programa Marco. En este último se seleccionan seis actividades (agrupadas en tres grandes títulos: Tecnologías de Difusión, Gestión de los Recursos Naturales, Gestión de los Recursos Intelectuales): Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, Tecnologías Industriales y de los Materiales, Medio Ambiente, Ciencias y Tecnologías de los Seres Vivos, Energía, y Capital Humano y Movilidad.

### **2.3.2. Promoción y seguimiento de la participación española en Programas Comunitarios**

La participación española en el vigente II Programa Marco de I+D ha de ser contemplada partiendo de nuestra situación relativa respecto a los países más avanzados de la Comunidad, del número de investigadores españoles (4% de los comunitarios) y del carácter estrictamente competitivo de la selección de proyectos dentro de los diferentes Programas específicos. Asimismo, un análisis riguroso de la participación española obliga a añadir a los retornos económicos otros denominados intangibles, tales como el acceso al know-how de los socios europeos o el beneficio que se deriva de la colaboración de grupos españoles en proyectos de I+D junto con otros grupos europeos de alto nivel.

En el Cuadro 2.21 se muestran los resultados de la participación española en Programas comunitarios de I+D. Los porcentajes referentes a retornos españoles, financiación concedida respecto a los fondos repartidos en las distintas convocatorias y el número de proyectos con participación española, en relación al total de los aprobados varía sensiblemente según el Programa, resultando una media del 5%.

En el conjunto de retornos económicos denominados intangibles, la participación española puede considerarse satisfactoria, puesto que en la mayor parte de los Programas cuyo contenido tiene un marcado carácter industrial ha existido participación española en más del 20% de los proyectos aprobados, lo que sin duda tendrá un efecto movilizador importante ante el III Programa Marco. Entre los programas con elevada participación española cabe citar el Programa BRITE/EURAM, de gran incidencia en los sectores productivos.

**CUADRO 2.20: CORRELACIÓN ENTRE PROGRAMAS MARCO DE I+D**

III PROGRAMA MARCO (1990-1994)		II PROGRAMA MARCO (1987-1991)	
LINEA DE ACTIVIDAD	MECU	LINEA DE ACTIVIDAD	MECU
<b>I. TECNOLOGIAS DE DIFUSION</b>			
1. Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	2.221	2. Hacia un gran mercado y una sociedad de la información y de las comunicaciones	2.275
2. Tecnologías industriales y de los materiales	888	3. Modernización de los sectores industriales	845
<b>Subtotal</b>	<b>3.109</b>	<b>Subtotal</b>	<b>3.120</b>
<b>II. GESTION DE LOS RECURSOS NATURALES</b>			
3. Medio Ambiente	518	1. Calidad de Vida	375
4. Ciencias y Tecnologías de los seres vivos	742	4. Explotación y aprovechamiento de los recursos biológicos	280
5. Energía	814	5. Energía	1.173
<b>Subtotal</b>	<b>2.073</b>	6. Ciencia y Tecnología al Servicio del Desarrollo	80
		7. Aprovechamiento del lecho marino y evaluación de los recursos marinos	80
		<b>Subtotal</b>	<b>1.988</b>
<b>III. APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS INTELECTUALES</b>			
6. Capital Humano y Movilidad	518	8. Intensificación de la cooperación europea C/T	288
<b>TOTAL</b>	<b>5.700</b>	<b>TOTAL</b>	<b>5.396</b>

CUADRO 2.21: PARTICIPACION ESPAÑOLA EN PROGRAMAS COMUNITARIOS DE I+D (\*)

PROGRAMA Y ACCION II PROGRAMA MARCO	FONDOS REPARTIDOS EN LAS CONVOCATOR. ECU	TOTAL FINANC. CONCEDIDA A ESPAÑA ECU	%	FINANCIACION CONCEDIDA A ESPAÑA 1990 ECU	TOTAL DE PROYECTOS APROBADOS	TOTAL PROY. PARTICIPACION ESPAÑOLA	%
MEDICINA Y SALUD	17.073.352	767.982	4,5	-	49	40	81,6
RADIOPROTECCION	16.286.000	1.112.000	6,8	-	309	16	5,2
STEP/EPOCH	37.000.000	2.031.005	5,5	768.400	15	5	33,3
ESPRIT II-I	837.853.500	39.415.503	4,7	-	-	71**	-
ESPRIT II-II	280.000.000	21.863.250	7,8	21.863.250	141	52	36,9
ESPRIT II-BASIC RESEARCH	62.300.000	2.130.000	3,4	2.130.000	74	17	23,0
ESPRIT II-MICROELECTRONICA	107.000.000	10.662.000	10,0	-	25	7	28,0
ESPRIT II-PARALLEL COMPUTING	3.300.000	240.000	7,3	240.000	55	4	7,3
ESPRIT II-VLSI SKILLS	300.000.000	2.906.343	1,0	2.906.343	-	2**	-
RACE-I	12.000.000	902.000	7,5	-	1	1	100,0
RACE-II	336.342.000	15.549.200	4,6	-	54	24	44,4
DRIVE	148.485.000	5.292.900	3,6	5.292.900	34	14	41,2
DELTA	50.056.000	1.950.272	3,9	-	72	13	18,1
AIM	17.750.000	309.700	1,7	-	30	6	20,0
BRITE/EURAM I	16.257.216	1.064.930	6,5	-	43	11	25,6
BRITE/EURAM II ****	183.000.000	12.542.670	6,8	-	163	41	25,1
BRITE/EURAM: Inv. Aeronáutica	222.000.000	16.100.000	7,2	16.100.000	148	37	25,0
BCR	17.750.000	309.700	1,7	-	30	6	20,0
FOREST	10.500.000	-	-	-	224	20	8,9
ECLAIR	64.000.000	983.270	9,4	983.270	36	10	27,8
FLAIR	20.300.000	5.974.561	9,3	-	43	18	41,9
MATERIAS PRIMAS Y RECICLADO	23.300.000	1.166.617	5,7	1.166.617	36	19	52,8
BRIDGE	59.000.000	2.710.000	11,6	2.710.000	70	22	31,4
CLAUSURA INST. NUCL.	30.918.400	5.384.735	9,1	5.384.735	59	23	39,0
GEST. ALM. RESIDUOS RADIACT.	54.137.000	1.086.200	3,5	858.300	132	4	3,0
FUSION TERMONUC.***	105.000.000	2.532.377	7	2.532.377	211	5	7,1
STD-2	71.287.009	3.863.994**	-	-	-	1**	-
PESCA (FAR)	13.088.502	4.179.600	4,0	1.563.237	243	29	11,9
MAST	50.000.000	1.738.954	2,4	123.959	316	26	8,2
SCIENCE	71.287.009	1.815.525	13,9	-	55	12	21,8
SPE	2.654.000	1.089.975	2,2	-	45	9	20,0
ACCESOS GRANDES INSTAL.	21.250.000	4.277.638	6,0	-	250	54	21,6
DOSES	3.298.265	72.505	2,7	60.375	29	10	34,5
EUROTRA***	17.850.000	2.300.000	10,8	-	11	1	9,1
		268.450	8,1	-	4	3	75,0
		1.440.000	8,1	-	1	1	100,0
TOTAL (ECU)	3.282.323.253	172.107.685	5,2	64.683.763	3.008	555	18,5
<u>FUERA PROGRAMA MARCO</u>							
SPRINT	7.712.200	783.253	10,1	525.676	121	42	34,7
CECA-CARBON	30.400.000	5.442.600	12,8	5.442.600	94	12	10,6
CECA-INV. SOCIAL (carbón + acero)	13.000.000	924.900	4,4	380.900	90	6	6,6
CECA-ACERO	38.300.000	1.672.400	4,3	-	107	11	10,2
PROY. DEMOSTRACION Y PILOTO EN ENERGIA	78.000.000	12.300.000	15,7	-	157	13	8,2
TOTAL (ECU)	167.412.200	21.123.153	12,6	6.349.176	569	84	14,8

\* Situación a 14 de diciembre de 1990, según la información enviada por los representantes a la VCCI.

\*\* No se incluyen en el total por falta de información. \*\*\* Contratos de asociación. \*\*\*\* Resultados provisionales.

El Gráfico 7 muestra el porcentaje de participación de los diferentes países europeos en los proyectos con participación española. Como puede observarse, Francia, Reino Unido, República Federal de Alemania e Italia son los socios con los que más frecuentemente colaboran los grupos españoles.

Puesto que la investigación en el II Programa Marco tiene un marcado carácter precompetitivo, es interesante conocer el tipo de entidades a las que pertenecen los participantes españoles. A este respecto cabe señalar la destacada actividad desarrollada por las empresas españolas, que proporcionan un 38% de los participantes (Universidades: 29%, OPI: 28% y Asociaciones de Investigación: 5%); este dato resulta significativo si se tiene en cuenta el reducido porcentaje –del orden del 30%– de investigadores españoles que trabajan en centros industriales.

### **2.3.3. Otros Programas Internacionales**

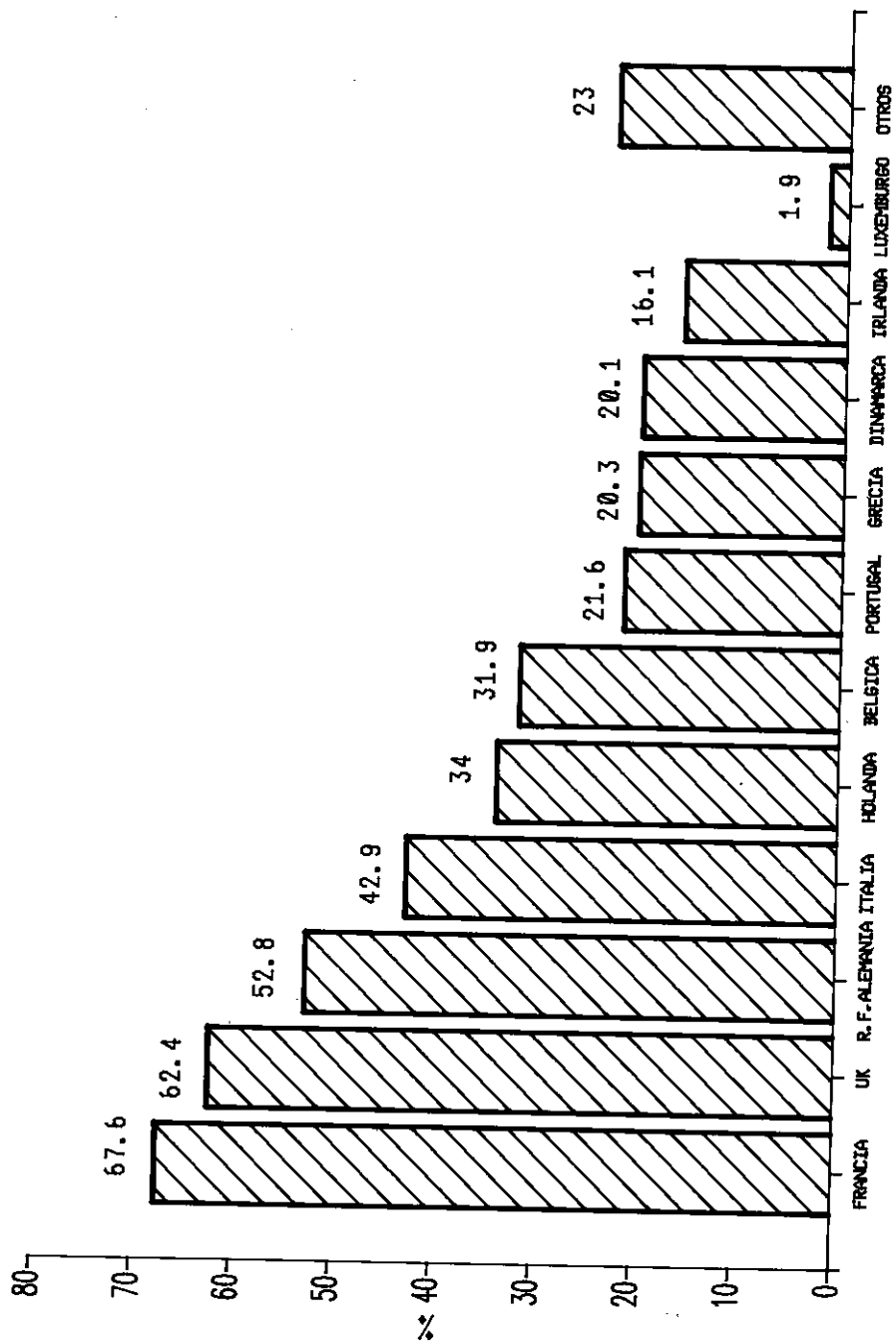
Además de participar en los Programas comunitarios, España está también implicada en otros Programas de investigación de carácter internacional, que se muestran en el Cuadro 2.22, donde se refleja asimismo la cuota de participación. Por otra parte, España participa en los Comités relacionados con la Ciencia y la Tecnología dentro de organizaciones internacionales tales como: OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), CEPE (Comisión Económica Para Europa) y UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).

Asimismo, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología junto con la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) cofinancia y cogestiona el Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – Quinto Centenario (CYTED-D), en el que España participa junto a 19 países latinoamericanos y Portugal.

Este Programa ha movilizado a unos 1.500 investigadores de Iberoamérica que participan en los proyectos que se indican en el Cuadro 2.23. Cabe señalar que la media de investigadores por proyecto es de 80 y que en cada uno de ellos participan entre 5 y 13 países.

Desde 1989 el Programa ha incorporado un nuevo subprograma de carácter horizontal que pretende facilitar la participación de los países iberoamericanos de menor desarrollo relativo así como de las empresas, con objeto de que el esfuerzo investigador realizado tenga el máximo reflejo en los sectores socioeconómicos.

**GRAFICO 7: II PROGRAMA MARCO DE I+D  
 PORCENTAJE DE PROYECTOS ESPAÑOLES CON PARTICIPACION DE SOCIOS DE OTRO PAIS**



Datos a 14.12.90

**CUADRO 2.22: PROGRAMAS EUROPEOS DE I+D CON PARTICIPACION ESPAÑOLA  
(1990)**

	Participación de España (%)
Programa Marco de las Comunidades Europeas	8 (1)
Otros Programas europeos:	
AIRBUS	4,2
Cooperación Internacional en Astrofísica	20,0 (2)
CERN (Organización Europea de Investigación Nuclear)	7,6
CIEHAM (Centro Internacional de Estudios Agronómicos Avanzados del Mediterráneo)	21,0
ACCIONES COST (Cooperación Científica y Técnica entre la CE y Países Terceros Europeos)	5,9
EMBL (Laboratorio Europeo de Biología Molecular)	4,4
EMBO (Organización Europea de Biología Molecular)	5,8
ESA (Agencia Europea del Espacio)	4,0
ESF (Fundación Europea de la Ciencia)	5,5
ESFR (Instuto Europeo de Radiación de Sincrotrón)	4,0
PROGRAMA EUREKA	6,2 (3)
	21,0 (4)
ILL (Instituto Max von Laue-Langevin)	1,5
LEST (Gran Telescopio Solar)	14,4
ODP (Programa de Perforación del Fondo del Océano)	4,0

- (1) Corresponde a la aportación de España al presupuesto global de las Comunidades Europeas.  
 (2) Corresponde a tiempo de observación.  
 (3) Respecto a inversión total en proyectos EUREKA.  
 (4) Respecto a inversión asociada a proyectos con presencia española.

CUADRO 2.23: PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PROGRAMA CYTED-D

<b>SUBPROGRAMA I</b>	<b>METODOLOGIA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA</b>
PROYECTO I.1:	"Creación de un Banco de Evaluadores a nivel regional".
PROYECTO I.2:	"Métodos de prospectiva para la definición de áreas de interés cooperativo a nivel regional".
PROYECTO I.3:	"Indicadores de Política Científica".
<b>SUBPROGRAMA II</b>	<b>ACUICULTURA</b>
PROYECTO II.1:	"Estudios para la alimentación y el efecto de los factores ambientales en la maduración y el cultivo de peneidos".
<b>SUBPROGRAMA III</b>	<b>BIOTECNOLOGIA</b>
PROYECTO III.1:	"Biotecnología aplicada al desarrollo de métodos de diagnóstico de enfermedades".
<b>SUBPROGRAMA IV</b>	<b>BIOMASA COMO FUENTE DE PRODUCTOS QUIMICOS Y ENERGIA</b>
PROYECTO IV.1:	"Obtención de etanol a partir de materiales lignocelulósicos".
PROYECTO IV.2:	"Transformación de lignina en productos de alto valor agregado".
<b>SUBPROGRAMA V</b>	<b>CATALISIS Y ADSORBENTES</b>
PROYECTO V.1:	"Desarrollo de catalizadores para el proceso de craqueo catalítico".
PROYECTO V.2:	"Adsorbentes de uso industrial".
<b>SUBPROGRAMA VI</b>	<b>NUEVAS FUENTES Y CONSERVACION DE LA ENERGIA (EXCLUIDA BIOMASA)</b>
PROYECTO VI.1:	"Aplicaciones industriales de la energía solar a temperaturas bajas y medias".
PROYECTO VI.2:	"Macroacumuladores de energía térmica".
<b>SUBPROGRAMA VII</b>	<b>ELECTRONICA E INFORMATICA APLICADAS</b>
PROYECTO VII.1:	"Desarrollo de tecnología avanzada para el Control Distribuido de Procesos (CID)".
PROYECTO VII.2:	"Robótica avanzada y fabricación flexible"
PROYECTO VII.3:	"Técnicas de inteligencia artificial con control industrial".
<b>SUBPROGRAMA IX</b>	<b>MICROELECTRONICA</b>
PROYECTO IX.1:	"Proyecto integrado de capacitación en concepción y diseño de circuitos integrados".
<b>SUBPROGRAMA XI</b>	<b>TRATAMIENTO Y CONSERVACION DE ALIMENTOS</b>
PROYECTO XI.1:	"Tecnología de elaboración de alimentos de humedad intermedia".
<b>SUBPROGRAMA XIV</b>	<b>TECNOLOGIA PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL</b>
PROYECTO XIV.1:	"Autoconstrucción: construcción progresiva y participativa".
PROYECTO XIV.2:	"Técnicas constructivas industrializadas para viviendas de bajo costo".
<b>ESTUDIO ESPECIAL:</b>	<b>MICAT</b>
PROYECTO	"Mapa Iberoamericano de corrosión atmosférica".

### **2.3.4 Relaciones científicas bilaterales**

De acuerdo con la estructura orgánica de la Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica (SECIPI), la cooperación científica y tecnológica bilateral en I+D se canaliza fundamentalmente a través de la Dirección General de Relaciones Culturales y Científicas y la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y se desarrolla al amparo de los correspondientes convenios de cooperación científica y técnica y acuerdos complementarios. Las modalidades de cooperación contempladas en estos convenios son muy variadas y entre ellas cabe citar las siguientes: intercambio de información científica y técnica; intercambio de científicos y expertos para impartir cursos y conferencias, realización de labores de asesoría y visitas de carácter técnico e investigador; organización de seminarios, reuniones y congresos de carácter científico y técnico; ejecución de proyectos de investigación sobre temas de interés común.

Otras actividades de cooperación bilateral son las Acciones Integradas, establecidas actualmente con Francia, Italia, Portugal, Reino Unido y la República Federal de Alemania, y gestionadas por el Ministerio de Educación y Ciencia. En el trienio 1988-1990 se han desarrollado más de 1.000 Acciones Integradas con estos países y puede destacarse la actividad con Francia (41%) y con el Reino Unido (28%).

El Programa de Cooperación Científica con Iberoamérica reviste especial interés porque repercute en ese ámbito geográfico. Se trata de un Programa del Ministerio de Educación y Ciencia, en el que la Secretaría General del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico está representada en la Comisión de Adjudicación de los proyectos. El Programa se estructura en cuatro tipos de actividades: Proyectos de investigación conjunta; Acciones de formación en Política Científica; Formación de investigadores en Ciencia y Tecnología; y Cursos de posgrado.

En el ámbito de la cooperación científica y técnica bilateral, la misión fundamental de la SGPN consiste en orientar a los órganos competentes de la acción exterior del Estado sobre temática objeto de la cooperación y sobre la conveniencia de que esta temática tenga relación con los Programas Nacionales.

### **3. EVALUACION GLOBAL DEL PLAN NACIONAL DE I+D: UNA PRIMERA APROXIMACION**

El propósito de este capítulo es dar cuenta de los logros derivados de la primera fase del Plan Nacional de I+D, de acuerdo con el proceso general de evaluación establecido en el capítulo 1. Se completa así la descripción de las actividades realizadas a lo largo de los tres últimos años.

Una vez más conviene insistir en las dificultades propias de una evaluación de las actuaciones públicas en la materia. La ausencia de referencias internacionales de aplicación inmediata, la imposibilidad de disponer en tiempo real de información derivada de las operaciones estadísticas vigentes e incluso la falta de tradición evaluadora constituyen en nuestro caso obstáculos mayores para un ejercicio de estas características; de aquí el carácter de "primera aproximación" de este capítulo.

Como se ha mencionado anteriormente, no cabe establecer relaciones directas de causalidad entre el output final del Sistema de Ciencia y Tecnología y los inputs públicos puestos a disposición del mismo. Por tal razón, el capítulo 1 se ha ocupado de la evolución reciente del output final, de los outputs de producción científica y tecnológica y de los inputs primarios del Sistema. Este epígrafe trata de forma estructurada de los outputs directamente vinculables a los inputs públicos inyectados a través del Plan en el Sistema de Ciencia y Tecnología. Ejercicios posteriores tratarán de vincular tales outputs a la producción científica y tecnológica e incluso a su impacto sobre el bienestar económico y social.

De acuerdo con lo establecido en el Gráfico 1 del capítulo 1, serán examinados los efectos del Plan Nacional de I+D sobre la capitalización, movilización, economía y articulación del Sistema. Tales son los criterios evaluadores cuya valoración constituye el núcleo de esta primera aproximación a la evaluación del Plan Nacional. Por otra parte, la evolución reciente del Sistema de Ciencia y Tecnología requiere hacer un examen de la trayectoria de expansión del mismo

#### **3.1. CRECIMIENTO Y EQUILIBRIO DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

Como se ha señalado en el capítulo 1, el Sistema español de Ciencia y Tecnología ha observado en los últimos años un crecimiento notable. Basta recordar algunas cifras. El esfuerzo nacional en I+D (gasto en I+D sobre PIB al coste de los factores) en 1990 se aproxima al 0,90%, frente al 0,48% registrado en 1983. El incremento relativo de los recursos nacionales destinados a actividades de investigación y desarrollo se ha sustentado en un crecimiento anual de los gastos de I+D (precios constantes) próximo al 16%, tasa que duplica la registrada en los países industriales más avanzados.

El crecimiento del Sistema ha sido también extremadamente importante en términos de número de investigadores. Así, cabe señalar que el crecimiento anual del número de investigadores desde 1982 se aproxima al 9%, tasa que supera ampliamente la registrada en los países de nuestro entorno económico. Conviene precisar que, a partir de 1987, se produce una aceleración del ritmo de crecimiento del número de investigadores, en consonancia con los esfuerzos realizados en el ámbito del Plan Nacional de I+D.

Con todo, tanto en términos de número de investigadores como de gasto, el Sistema español de Ciencia y Tecnología sigue siendo relativamente pequeño en comparación con las dimensiones del mismo en los principales países occidentales.

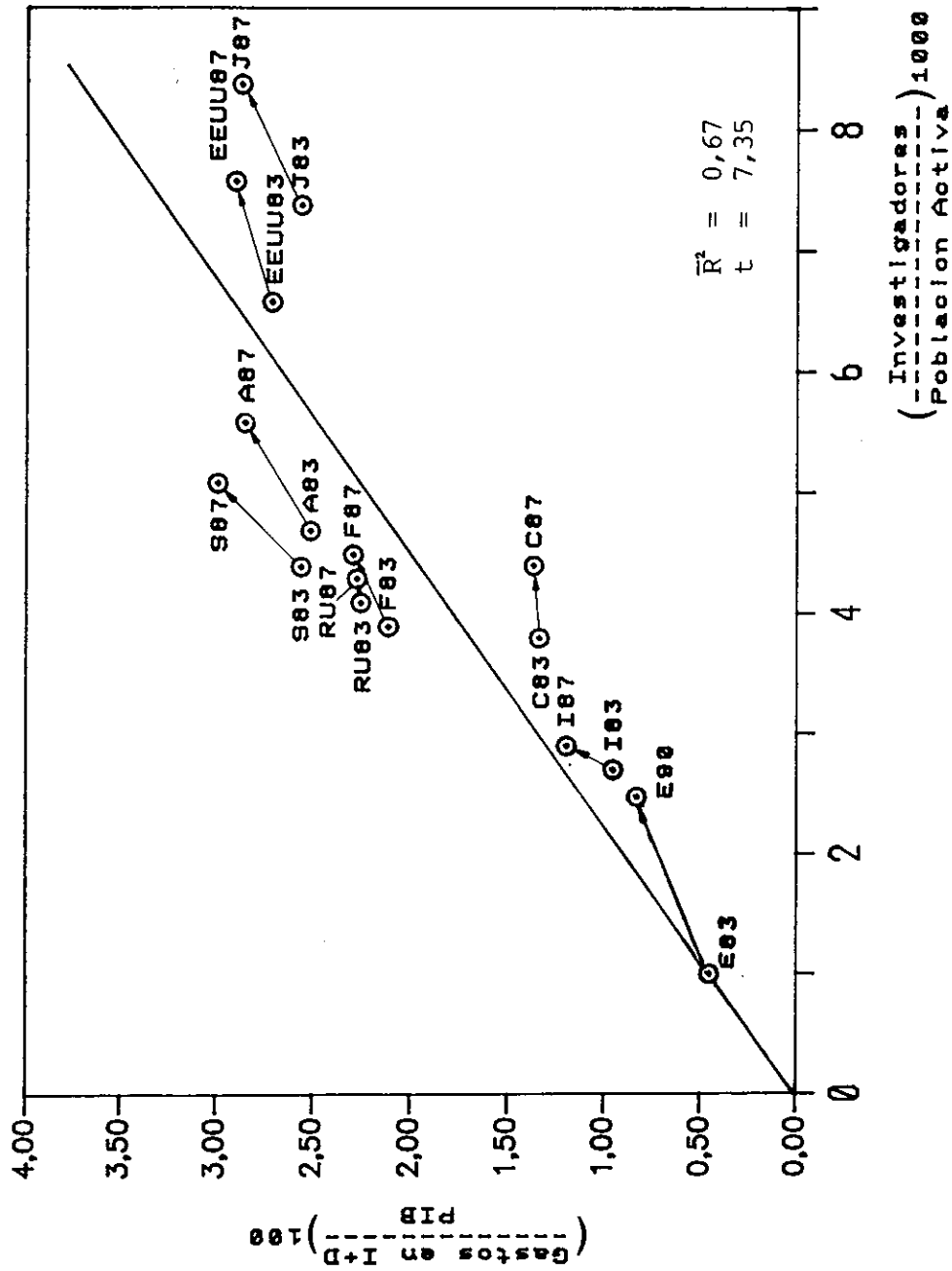
La expansión del Sistema no ha perjudicado el equilibrio del mismo. Como se ha mostrado en el capítulo 1, el crecimiento de los recursos destinados a actividades de I+D se ha visto acompañado de un proceso de homologación de la estructura del gasto y de su financiación por parte de los sectores público y empresa con respecto al vigente en los países más avanzados. Por otra parte, tal expansión se ha inscrito en la trayectoria general de crecimiento de los sistemas de Ciencia y Tecnología de tales países.

El Gráfico 8 muestra las sendas de expansión de esos sistemas y sus vinculaciones con la relación entre esfuerzo en I+D y proporción del número de investigadores sobre población activa. Desde una perspectiva estática, parece adivinarse una relación lineal casi perfecta entre tales variables. Así, todos los países tienden a situarse en cada momento en la tendencia; España no es una excepción al respecto. En definitiva, existe una estrecha correlación entre el esfuerzo en I+D y la relación entre investigadores y población activa. Cabe observar a este respecto que el proceso de crecimiento del Sistema español no ha perjudicado, desde esta perspectiva, su equilibrio; muy al contrario, lo ha aproximado al vigente en el resto de países considerados.

Desde un punto de vista dinámico, la trayectoria observada por España desde 1983 hasta 1990 se inscribe en la tendencia general de expansión de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología. En esta línea, el crecimiento del Sistema español ha registrado cotas superiores en la variable de investigadores sobre población activa con respecto a las observadas por el indicador de recursos económicos dedicados a la I+D, es decir, el gasto en I+D en relación al PIB. En otras palabras, parece haberse registrado un descenso de los precios relativos de remuneración a los factores concurrentes en las actividades de I+D.

De tales evidencias debe deducirse que existiendo una expansión equilibrada del Sistema español se requiere un incremento sobretendencial de los gastos de I+D y, en definitiva, de los precios medios de remuneración a los factores concurrentes en estas actividades. En este sentido la incorporación a las unidades de I+D de las empresas de los becarios de investigación, con objeto de incrementar de forma paulatina el personal investigador de las mismas, corrigiendo así el desequilibrio en la distribución del personal investigador entre el sector empresas y el sector público, puede propiciar la aproximación a la tendencia general de expansión de los sistemas de ciencia y tecnología. De la citada transferencia y de una mayor atención a las dotaciones para actividad se derivará un incremento del esfuerzo nacional en I+D.

GRAFICO 8: EVOLUCION DE LOS PARES  
 "GASTOS EN I+D SOBRE PIB" / "INVESTIGADORES SOBRE POBLACION ACTIVA"



A: Alemania; C: Canadá; E: España; EEUU: Estados Unidos; F: Francia; I: Italia; J: Japón; RU: Reino Unido; S: Suecia

PIB a precios de mercado. Fuente: OCDE (1983-1987). España 1990: Estimación de la Secretaría General del Plan Nacional de I+D

### **3.2. COBERTURA, CONCENTRACIÓN Y ARTICULACIÓN DEL PLAN NACIONAL: ASPECTOS GENERALES**

Entre los muchos efectos inmediatos a los que el Plan ha dado lugar conviene señalar tres, tanto por su importancia como porque ejemplifican el sentido de las actuaciones desarrolladas al amparo del mismo. En primer término, cabe señalar que el Plan ha introducido una mayor transparencia en los esquemas de organización de las actividades de I+D; en segundo, el Plan ha orientado las tareas investigadoras hacia la consecución de objetivos finales; por último, las actuaciones desarrolladas han dado lugar a una mayor integración entre los diferentes agentes, privados y públicos, que participan en el Sistema. En definitiva, gracias al Plan, el Sistema español de Ciencia y Tecnología es más transparente, está más integrado y orienta en mayor medida sus recursos hacia la consecución de resultados contrastables.

Se ha dicho, con razón, que la dispersión de iniciativas públicas y privadas en materia de I+D restaba eficacia a los recursos asignados a las mismas. En efecto, la ausencia de transparencia suele incrementar los costes de coordinación de los agentes, dando lugar, por otra parte, a actuaciones redundantes y al desaprovechamiento de las economías vinculadas al proceso general de producción de conocimientos. La articulación institucional derivada de la puesta en práctica de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, concretada en buena medida en el Plan Nacional, ha rendido sus frutos. Así, como muestra el Cuadro 3.1, casi la mitad de los investigadores españoles, incluyendo aquí tanto a los del sector empresa como a los del sector público, son coordinados a través del Plan. Dicho en otros términos, en 1990 el Plan conoce, evalúa y asigna recursos de manera coordinada a la mitad del Sistema de Ciencia y Tecnología.

Es cierto que en 1990, el grado de transparencia del Sistema es mayor en el sector público; sin embargo, las cifras disponibles reflejan un avance notable en cuanto a la evolución del índice de cobertura del Plan en el sector empresarial. Así, un 12% del mismo está directamente coordinado a través de los mecanismos institucionales previstos al efecto, mientras que un elevado porcentaje adicional está indirectamente coordinado mediante las actuaciones específicas del Ministerio de Industria y Energía, incluidas en su Plan de Actuación Tecnológica Industrial aprobado en noviembre de 1990, coordinadas con las del Plan Nacional a través, fundamentalmente, de la actuación del CDTI.

Es sabido que la productividad del Sistema de Ciencia y Tecnología está vinculada al grado de concentración de los esfuerzos investigadores en líneas o proyectos, cuya naturaleza implica la posibilidad de contrastar y valorar a posteriori los resultados de la investigación. Es obvio, por ejemplo, que la estructuración de la investigación en proyectos es más eficaz que el desarrollo de tal tipo de tareas sin objetivos definidos a priori. El mismo Cuadro 3.1 muestra como un 42% de los recursos humanos del Sistema orienta su esfuerzo a la consecución de resultados estructurados previamente y con carácter general en Programas específicos, mientras que en 1987 únicamente el 20% de los recursos desarrollaba su esfuerzo en líneas definidas y coordinadas a través de los mecanismos institucionales.

**CUADRO 3.1: COBERTURA, CONCENTRACION Y ARTICULACION DEL PLAN NACIONAL SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES**

	1982	1988	1989	1990
Cobertura general (1) (100)	14	32	38	43
- Sector Público	19	43	48	55
- Sector Empresas	--	4	9	12
Concentración Finalista (2) (100)	--	31	38	42
Interacción de agentes (3) (100)	--	5	9	10

(1) El indicador de cobertura general relaciona el número total de investigadores en términos de EDP amparados por la programación general de la investigación, a partir de 1988 Plan Nacional de I+D, con la cifra de investigadores EDP del Sistema de Ciencia y Tecnología en cada período. De igual manera se definen los indicadores de cobertura en el Sector Público y en el Sector Empresa.

(2) El indicador de concentración finalista relaciona el número de investigadores en EDP amparados por el Plan o por la programación general de la investigación, antes de 1988, cuyo trabajo está articulado en torno a proyectos de investigación de Programas Nacionales con el número de investigadores en EDP amparado por la programación general.

(3) El indicador de interacción de agentes relaciona el número de investigadores amparados por la programación general de la investigación que desarrollan Proyectos Concertados, cuya ejecución es compartida por el Sector Público y por el Sector Empresa, con el número de investigadores en términos de EDP amparados por la programación general.

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

La tercera característica apuntada hace relación a la integración del Sistema de Ciencia y Tecnología con el sistema económico industrial. De los datos disponibles cabe deducir que se han producido, a este respecto, mejoras notables en los últimos años. Así, en 1990, más del 10% de los investigadores españoles trabajaba en proyectos de investigación mixtos, es decir, realizados conjuntamente por el sector público y el sector privado. Tal hecho se deriva directamente de las convocatorias, realizadas al amparo del Plan, de Proyectos Concertados entre los dos sistemas aludidos.

### **3.3. CAPITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y PLAN NACIONAL DE I+D**

El incremento de los recursos públicos y privados puestos a disposición del Sistema de Ciencia y Tecnología debe, en principio, dar lugar a un incremento de su capital humano y de su capital físico. Estos aseguran, precisamente, la supervivencia del Sistema y, sobre todo, sus resultados futuros. En términos generales, cabe señalar que el desarrollo de las actuaciones

previstas en el Plan ha contribuido a capitalizar el Sistema español.

En lo que se refiere al capital humano, es preciso distinguir entre los investigadores en activo y el proceso de formación de nuevos investigadores. El Cuadro 3.2 muestra cómo entre 1982 y 1990 el incremento del número de investigadores vinculados a la programación general de la investigación alcanzó una cota próxima a la variación del número total de investigadores del Sistema. En definitiva, el desarrollo del Plan explica por sí sólo la evolución del potencial investigador de nuestro país en términos de recursos humanos.

Por otra parte, se ha incrementado considerablemente en los tres últimos años el potencial de renovación del capital humano investigador. El mismo Cuadro 3.2 muestra que, en 1990, el número de becarios alcanzó una cifra equivalente al 31% del número total de investigadores, frente a un 13,6% en 1982. Parece, pues, asegurado el potencial investigador de nuestro país a medio plazo. Por otra parte, el incremento relativo del número de becarios debe dar lugar a medio plazo a un rejuvenecimiento de la pirámide de edad de los investigadores españoles, de lo cual puede derivarse una evolución favorable de los rendimientos científicos y tecnológicos de los equipos investigadores. Finalmente, conviene señalar que, a corto plazo, la tendencia registrada por el potencial de renovación del capital humano investigador debe traducirse en una oferta de investigadores más amplia, en beneficio del sector público y del sector privado.

**CUADRO 3.2: CAPITALIZACION DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA EN TERMINOS DE INVESTIGADORES Y PLAN NACIONAL**

	1982	1990
Potencial de Renovación del Capital Humano Investigador (PRC) (100)	14	27
Capitalización de Investigadores del Plan Nacional (CIP) (100)	←----- 60 % ----->	

(1) El indicador PRC relaciona el número de becarios vinculados a la programación general de la investigación con el número de investigadores (EDP) del Sistema.

(2) El indicador CIP relaciona el incremento del número de investigadores incluidos en la programación general de la investigación con la variación del número total de investigadores del Sistema. Numerador y denominador están definidos en términos de EDP.

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D e INE.

De igual manera, es destacable que, a diferencia de lo que sucede en la mayor parte de los países occidentales, una proporción importante de los jóvenes españoles sigue mostrando una vocación inequívoca hacia el estudio de la ciencia y de la ingeniería. Prueba de ello es la demanda de plazas universitarias en tales áreas. Desde este punto de vista, no parece

comprometido el futuro del potencial investigador de nuestro país, extremo éste que lo diferencia de otros países desarrollados.

### **3.4. MOVILIZACIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y PLAN NACIONAL DE I+D**

Uno de los fines primordiales del Plan Nacional es la movilización de iniciativas y recursos orientados a la innovación y desarrollo. El propósito de este epígrafe es dar cuenta de los logros alcanzados a través del Plan en la materia.

Como se ha indicado en el epígrafe 2.1.3, la movilización de recursos privados para la realización de actividades de I+D tiene lugar gracias a los Proyectos Concertados. En ese epígrafe se ha mostrado que el sector empresarial movilizado por los Proyectos Concertados tiene un peso cercano al 40% del segmento empresarial del Sistema de Ciencia y Tecnología. Habida cuenta de que los Proyectos Concertados son financiados en un 40% por el sector empresarial, cabe deducir que el efecto multiplicador de los fondos públicos destinados a fomentar las actividades empresariales de I+D es aproximadamente igual a 2,5, es decir, cada peseta de fondos públicos instrumentada a través de los Proyectos Concertados da lugar a una inversión en I+D equivalente a 2,5 pesetas.

En términos absolutos, los compromisos del CDTI-Plan Nacional han alcanzado en el período de vigencia del Plan una cuantía superior a los 17.000 MPTA, dando lugar a una aplicación de fondos por parte de las empresas superior a 37.500 MPTA.

El efecto movilizador de los Proyectos Concertados es particularmente relevante en las pequeñas y medianas empresas. En efecto, un 50% del presupuesto empresarial en actividades de I+D vinculado a los Proyectos Concertados se ha materializado en empresas de menos de 250 empleados. Adviértase que tal hecho es coherente con las dificultades que padece la pequeña y mediana empresa para financiar actividades regulares de I+D, que aconsejan una atención preferente por parte de los poderes públicos. Por otra parte, hay que recordar que una buena parte de las innovaciones de producto y de proceso son generadas en tal clase de empresas, lo que fundamenta una atención especial al apoyo de las actividades de I+D.

En definitiva, cabe constatar que el grado de cobertura de los Proyectos Concertados, es decir, la parte del Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria que se beneficia de tales ayudas es relativamente elevado. Además, las evidencias empíricas disponibles sugieren una capacidad movilizadora elevada de tal instrumento.

### **3.5. ARTICULACIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y PLAN NACIONAL DE I+D**

Se ha mencionado repetidamente que uno de los objetivos del Plan es el establecimiento

de mecanismos de coordinación entre los agentes participantes en el proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología. La existencia de tales mecanismos hace posible la cooperación entre agentes, articulada en redes más o menos formales, o simplemente el conocimiento general acerca de las iniciativas investigadoras desarrolladas por los agentes. Consecuencia inmediata de ambos resultados debe ser el incremento de los flujos contractuales entre los diferentes segmentos del Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria. Es propósito de este epígrafe mostrar la cuantía de tales flujos y de su evolución reciente.

Conviene tener presente varios hitos de carácter institucional que explican, en gran medida, la trayectoria observada por los flujos contractuales. Así, hay que referirse al desarrollo del artículo 11 de la Ley de Reforma Universitaria, que flexibilizó el marco de las relaciones entre el sector investigador universitario y la economía nacional; a la puesta en marcha de la red OTRI/OTT que, con otros objetivos, ha apoyado de igual manera las relaciones de cooperación entre la oferta de conocimientos e innovaciones tecnológicas y su demanda; al propio desarrollo de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, que ha establecido un conjunto de mecanismos que hacen posible la coordinación de actuaciones de carácter público y privado; finalmente, es preciso recordar algunos aspectos de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes y la Ley 22/1987, de 11 de noviembre, de Propiedad Intelectual. Los desarrollos normativos correspondientes así como su realización han instaurado en nuestro país un nuevo marco de referencia de las decisiones relativas a la investigación y desarrollo, tanto en lo que se refiere al sector público como al sector privado.

Los datos disponibles en la actualidad permiten evaluar de forma provisional dos ejes de articulación del Sistema. El primero se refiere a las relaciones entre la industria y el segmento de Ciencia y Tecnología. El segundo está vinculado a las relaciones entre el Sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria con el Sistema internacional, fundamentalmente, con el Sistema comunitario.

En cuanto al primer eje, conviene traer a colación dos clases de evidencias empíricas. La primera se refiere a una encuesta realizada a equipos de investigación conectados con el Plan Nacional o sus precedentes inmediatos a lo largo de los últimos 5 años; la segunda hace relación a los flujos contractuales existentes entre la universidad y el CSIC, agentes principales de ejecución de la investigación y desarrollo en nuestro país, y los sectores público y privado de la economía española. Obviamente, las dos evidencias tienen un carácter complementario.

El Cuadro 3.3 muestra, de forma agregada, los principales resultados en los últimos 5 años de los equipos de investigación encuestados. Conviene precisar que la tasa de respuesta de la encuesta alcanza un porcentaje del 82%; de ahí que los valores absolutos proporcionados por la misma reflejen unos resultados inferiores a los realmente logrados por los equipos.

Más de 1.200 becarios de los equipos encuestados fueron captados por el sector empresarial. En definitiva, parece existir una transferencia importante de capital humano investigador procedente del sector público al sector empresarial. Obsérvese que tal cifra, en términos relativos, supone aproximadamente el 20% del número medio de becarios en el período. La consideración del comportamiento al respecto en otras grandes áreas científicas y el ajuste de esa cifra en función de la tasa de no respuesta elevaría, con toda probabilidad y de forma

**CUADRO 3.3: ARTICULACION DEL SISTEMA DE CIENCIA-TECNOLOGIA-INDUSTRIA (\*)**

AREAS	Becarios Transferidos a la Industria		Contratos de Investigación (MPTA)			Contratos de Asistencia Técnica (MPTA)			Patentes					
	Predoc.	Posdoc.	Total	Nac.	Multinac.	Extranj.	Total	Nac.	Multinac.	Extranj.	Total			
												Nac.	Extranj.	Total
Calidad de Vida y Recursos Naturales	500	160	660	2.450	445	149	3.044	516	37	5	558	177	26	203
Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones	503	67	570	2.432	881	191	3.424	203	45	2	250	35	24	59

(\*) Datos procedentes de una encuesta a equipos de investigación relacionados con los Programas Nacionales. La encuesta fue respondida por 100 responsables de equipos de investigación del área de Tecnologías de la Producción y las Comunicaciones y 438 responsables del área de Calidad de Vida y Recursos Naturales.

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

notable, el porcentaje mencionado. Desde este punto de vista, cabe afirmar que las transferencias de capital humano entre los agentes, empresarial y público, del Sistema tienen una importancia considerable. El mismo Cuadro 3.3 revela que el importe de los contratos de investigación y de asistencia técnica de los equipos de investigación encuestados ha alcanzado, en los últimos 5 años, cifras elevadas, comparables a los fondos públicos destinados a la financiación de proyectos en las áreas contempladas en el cuadro. Finalmente, es preciso señalar el elevado número de patentes –más de 250– presentadas por los equipos encuestados. Parece pues probado el efecto articulador de las iniciativas desarrolladas al amparo del Plan.

La segunda clase de evidencias tiene un sentido más dinámico. Como muestra el Cuadro 3.4, las cifras de facturación en concepto de proyectos y asistencia técnica de las universidades españolas han experimentado un crecimiento sobresaliente a partir de 1984 y 1985, años que coinciden con el inicio de la aplicación de la Ley de Reforma Universitaria. De hecho, los datos disponibles en la actualidad revelan que la tasa media acumulativa anual de las cifras de facturación se sitúa desde entonces en niveles superiores al 50%. Tal evidencia refleja, sin duda, los efectos de la atención que la Ley presta a la actividad investigadora y, también, los resultados de la entrada en vigor del artículo 11 de la citada Ley, que supone un incentivo de eficacia indudable para el desarrollo de la actividad investigadora. Con todo, tales extremos requieren posterior ratificación, de acuerdo con la información suministrada por otras universidades.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) observa un comportamiento similar al registrado por las universidades, al menos hasta 1988. En efecto, la cifra de facturación del CSIC crece entre 1981 y 1988 a una tasa media acumulativa anual próxima al 50%. En 1989 y 1990 el importe total de los contratos ha alcanzado, respectivamente, las cifras de 1.391 y 860 millones de pesetas. Conviene señalar a este respecto que el primer ejercicio citado coincide con la implantación de las OTRI universitarias, por lo que los datos reseñados no son enteramente homogéneos con respecto a la serie anterior a 1988.

En definitiva, las evidencias disponibles reflejan un incremento sustancial del grado de articulación del Sistema español de Ciencia y Tecnología. Tal evolución no es independiente del establecimiento de un nuevo marco de referencia para la toma de decisiones relacionadas con la investigación y desarrollo.

El segundo eje mencionado vincula el Sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria con el Sistema comunitario. Los datos disponibles muestran que no menos de 800 equipos españoles participan en proyectos insertos en la política comunitaria de I+D y, por lo tanto, están relacionados directamente con equipos de otras nacionalidades comunitarias. Estimando que un equipo medio está formado por 3,5 investigadores en EDP, de tal dato puede deducirse que aproximadamente un 10% del Sistema español de Ciencia y Tecnología, en términos de número de investigadores, está vinculado al desarrollo de proyectos comunitarios.

En el epígrafe 2.3 se ha dado cuenta de la participación española en los proyectos comunitarios. Tres evidencias permiten valorar, según criterios adicionales, la importancia y consecuencias de la participación española en proyectos comunitarios. En primer lugar, los socios españoles suelen desempeñar un papel preponderante en algunos de los Programas, tal como se desprende del Cuadro 2.21. En definitiva, parece cierto que los equipos españoles no

**CUADRO 3.4: EVOLUCION DEL NUMERO Y VALOR DE LOS CONTRATOS FIRMADOS ANUALMENTE  
POR UNIVERSIDADES (MILLONES DE PESETAS)**

Universidades	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Tasa Media Acumulativa Anual Perfodo %	
								1984-90	1984-90
Alicante									
- Contratos	—	—	—	—	—	—	—	1984-90	—
- Importe	53	72	175	248	276	481	808	1984-90	57
Autónoma de Barcelona									
- Contratos	—	—	—	—	—	—	—	1986-90	—
- Importe	—	—	52	415	498	698	997	1986-90	110
Barcelona (Fundación Bosch i Gimpera)									
- Contratos	15	52	99	177	190	262	280	1984-90	62
- Importe	97	134	219	744	521	1.023	1.352	1984-90	55
Granada									
- Contratos	—	20	20	26	40	40	49	1985-90	19
- Importe	—	9	30	100	106	149	149	1985-90	75
Málaga									
- Contratos	—	7	14	23	34	30	85	1985-90	64
- Importe	—	11	31	52	90	231	631	1985-90	124
Oviedo (FICYT)									
- Contratos	—	—	—	—	—	—	—	1984-90	—
- Importe	112	178	257	373	376	601	628	1984-90	33
Politécnica de Valencia									
- Contratos	35	70	97	171	178	193	251	1984-90	39
- Importe	52	348	279	555	463	751	1.194	1984-90	69

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

desempeñan un papel residual en la ejecución de proyectos con equipos de otros países comunitarios. Ello debe ser valorado en tanto que criterio de apreciación de la calidad científica y tecnológica de los investigadores españoles.

En segundo lugar, una parte relativamente importante de los socios españoles participantes en proyectos comunitarios se sitúa en el sector empresa. De hecho, como muestra el Cuadro 3.5, el peso de dicho sector en los proyectos comunitarios es superior al registrado por este mismo sector en el Sistema español de Ciencia y Tecnología. En definitiva, la articulación del Sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria con el Sistema comunitario pivota, en términos relativos, en torno a la iniciativa empresarial. Esta orienta, por tanto, la articulación entre los dos Sistemas mencionados.

En tercer lugar, la calidad de la aportación de los socios españoles a los proyectos comunitarios es comparable a la de la media comunitaria. Así, por ejemplo, un 8 y un 22%, respectivamente, de los proyectos con participación española, son evaluados técnicamente con las notas máximas, A y B, en un Programa de singular importancia como es el BRITE-EURAM, frente al 10 y 18% del total de proyectos comunitarios. Tal evidencia parece sugerir que, desde un punto de vista estrictamente técnico, la articulación entre el Sistema español de Ciencia y Tecnología y el Sistema comunitario se desarrolla sobre una base tecnológicamente comparable, lo que permite inferir que los retornos tecnológicos son asimilables fácilmente por el Sistema español.

En definitiva, tanto desde una perspectiva económica como tecnológica, parece haberse logrado un considerable grado de articulación entre España y la Comunidad. Ciertamente, ello no es ajeno a de los esfuerzos de coordinación, gestión e información desarrollados por la Administración española al amparo de los mecanismos institucionales previstos en la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica e instrumentados a través del Plan Nacional de I+D.

**CUADRO 3.5: DISTRIBUCION PORCENTUAL DE INVESTIGADORES ESPAÑOLES EN PROYECTOS COMUNITARIOS Y COMPARACION CON LOS EXISTENTES EN EL SISTEMA**

INVESTIGADORES	PROYECTOS COMUNITARIOS (*)	SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (*)
Sector Público	57	72
Universidad	29	50
OPI	28	22
Sector Empresa	43	28
TOTAL	100	100

(\*) Se refiere a la distribución de investigadores en EDP.

Fuente: D.G. XII y Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

#### **4. REVISIÓN DEL PLAN NACIONAL DE I+D PARA 1992-1995**

La experiencia adquirida en la gestión del Plan Nacional de I+D a lo largo de los tres últimos años, la evolución reciente de las condiciones económicas generales y la trayectoria observada por el Sistema de Ciencia y Tecnología, aconsejan revisar la estructura del Plan Nacional de I+D.

Así, a título de ejemplo, la resolución de más de 3.000 proyectos de investigación correspondientes a las convocatorias de 1988, 1989 y 1990, ha permitido conocer con detalle la situación de los colectivos científico-tecnológicos en cada área temática. Ha sido posible, además, constatar disfuncionalidades en la definición de algunos objetivos prioritarios, habiéndose detectado, por otra parte, áreas de investigación insuficientemente cubiertas por el Plan Nacional.

Por último, cabe señalar que el Plan Nacional de I+D ha sido un magnífico observatorio de la evolución registrada por el Sistema de Ciencia y Tecnología, tanto en nuestro país como en el resto del mundo. De ahí que la revisión del Plan pueda beneficiarse, en la definición de prioridades, de las tareas de coordinación realizadas por la Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

Quizá el mérito principal del Plan haya sido, hasta ahora, la estructuración de un Sistema español de Ciencia y Tecnología. Una vez alcanzado este objetivo, conviene prestar especial atención a la consecución de cotas más elevadas de eficiencia en la aplicación de los recursos públicos y privados a las actividades de I+D. Este nuevo objetivo tiene tres vertientes distintas, que están por otra parte relacionadas con los objetivos genéricos del Plan.

En primer lugar, se observa que un elevado porcentaje de los proyectos aprobados en las últimas convocatorias corresponde, en ocasiones, a iniciativas de limitada envergadura, en términos del número de investigadores implicados en los mismos. Por ello, se considera pertinente reforzar las acciones encaminadas a la coordinación e integración, en su caso, de esfuerzos investigadores dispersos, en aras a la consecución de mayores niveles de eficiencia.

En segundo lugar, a lo largo de los tres últimos años ha sido posible constatar la existencia de solapamientos temáticos entre diferentes Programas Nacionales. Se plantea así la necesidad de adecuar la estructura de los Programas a una configuración que elimine contornos tecnológicos difusos y que, simultáneamente, fomente la consecución de objetivos finales. Esto último en razón, por otra parte, de la pertinencia de que el Sistema de Ciencia y Tecnología provea a la industria de los activos tecnológicos precisos para competir en el Mercado Único. De todo ello debe deducirse la conveniencia de dotar de una mayor concentración finalista a los Programas Nacionales.

Finalmente, y en tercer lugar, el estrechamiento de las relaciones entre el Sistema español de Ciencia y Tecnología y el Sistema comunitario exigen proseguir los esfuerzos de rentabilización de los recursos comunitarios puestos a disposición de las actividades de I+D. En este sentido, conviene destacar que el 23 de abril de 1990 se ha aprobado el III Programa Marco de Investigación y Desarrollo de las Comunidades, que introduce nuevas líneas de actuación que deben ser tenidas en cuenta en la revisión del Plan Nacional, con objeto de incrementar la complementariedad de las actuaciones dictadas por las autoridades españolas y por las autoridades comunitarias en la materia, manteniendo la aplicación del principio de subsidiariedad (Gráfico 9).

En resumen, la búsqueda de mayores cotas de eficiencia del Sistema de Ciencia y Tecnología requiere prestar especial atención a tres objetivos de carácter instrumental: el aprovechamiento de las economías de escala vinculadas a las actividades de I+D, la concentración finalista de tales actividades y, finalmente, la explotación de las oportunidades tecnológicas y económicas derivadas de la política comunitaria de I+D.

#### **4.1. FOMENTO DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y REVISIÓN DEL PLAN NACIONAL DE I+D**

La experiencia adquirida durante el trienio 1988-1990 ha permitido reconsiderar la pertinencia de los ejes de actividad, así como la conveniencia de iniciar alguno nuevo que permita abordar proyectos de gran envergadura en el nuevo marco definido en la revisión del Plan Nacional.

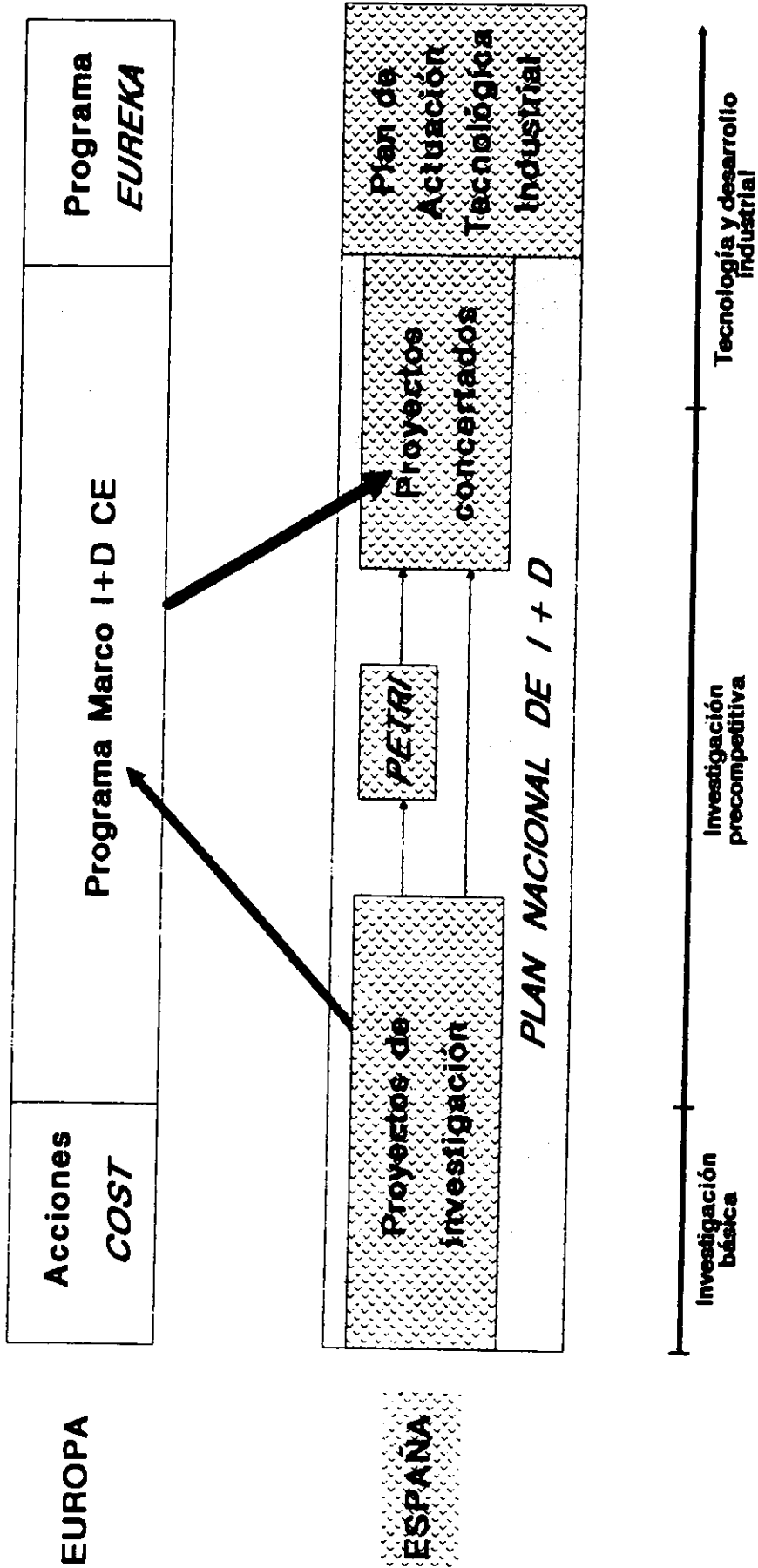
En lo que se refiere a la **Formación y Perfeccionamiento de Personal Investigador**, parece conveniente mantener básicamente la estructura del Programa Nacional, siendo recomendable una coordinación subsidiaria con el Programa de Capital Humano y Movilidad del III Programa Marco de la CE que dará comienzo en 1992, así como una estabilización del número de personas acogidas a este Programa.

En lo relativo a los **Proyectos de Investigación**, cabe proponer el mantenimiento de los procedimientos establecidos, siendo conveniente que la infraestructura de tipo medio se incluya en los mismos, así como el desarrollo de mecanismos que faciliten la participación española en proyectos internacionales, especialmente en los Programas europeos de la CE.

Es recomendable que en aquellas áreas en las que se produce un esfuerzo investigador insuficiente se proceda al desarrollo de actuaciones que permitan concentrar o, en su caso, formar investigadores afines a las mismas.

Las consideraciones generales expresadas más arriba, aconsejan la creación de una nueva acción, los **Proyectos Integrados**. Se trata de un nuevo eje de actuación que tiene como objeto el desarrollo de productos, procesos o servicios de gran envergadura, que, por tal razón, "integran" diversas tecnologías y precisan para su desarrollo la participación de diversos elementos del Sistema (grupos de investigación de organismos públicos y universidades y empresas);

GRAFICO 9: ARTICULACION DE LOS EJES DE ACTIVIDAD DEL PLAN NACIONAL



por ello, ha de haber un ente responsable de la coordinación de todos los participantes y de la dirección del Proyecto Integrado.

La aprobación de un Proyecto Integrado corresponde a la Comisión Permanente de la CICYT, que lo hará en dos fases sucesivas. Cuando la propuesta de un Proyecto Integrado sea sometida a la consideración de la Comisión Permanente y coincidiendo con la aprobación de la fase de definición del mismo, ésta nombrará una Comisión de Coordinación y Seguimiento. Tal Comisión tiene como primer objetivo supervisar la definición del Proyecto Integrado con objeto de garantizar su coordinación con los demás ejes de actividad y particularmente con los Proyectos Concertados, y, una vez aprobado definitivamente por la Comisión Permanente de la CICYT, coordinar y supervisar el desarrollo del Proyecto Integrado. Al finalizar éste, determinará si ha cumplido sus objetivos y, en tal sentido, elevará un informe a la Comisión Permanente de la CICYT. La Comisión de Coordinación y Seguimiento estará presidida por un Director General, o asimilado, perteneciente al Departamento Ministerial más estrechamente relacionado con la temática del proyecto, y en ella estarán representados los Departamentos Ministeriales y sectores implicados.

En lo que hace referencia a la **Infraestructura científico-técnica**, en el trienio 1988-1990 el Plan Nacional ha desarrollado una política de dotación de infraestructura apoyada en una estrecha coordinación entre los Programas Nacionales, el Programa de Promoción General del Conocimiento y las actuaciones FEDER. Parece recomendable mantener el nivel de competitividad tecnológica de los equipos, mediante acciones de renovación de los mismos.

Finalmente, se propone la continuidad de los **Proyectos Concertados**, importante eje de actividad que ha servido al doble objetivo de promover la I+D empresarial y la articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología con la industria. En la etapa futura se promoverá la coordinación de estas ayudas con otras orientadas a articular el Sistema, en particular con las ayudas al intercambio de personal investigador entre industrias y centros públicos de investigación y con las acciones PETRI.

## **4.2. PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y REVISIÓN DEL PLAN NACIONAL DE I+D**

Como se ha constatado en la introducción a este Capítulo, la consecución de un mayor nivel de eficiencia de los recursos públicos destinados a las actividades de I+D exige una redefinición de los Programas Nacionales, con objeto de dotar a éstos de un grado más elevado de concentración finalista y de eliminar los posibles solapamientos entre los diferentes Programas.

### **4.2.1. Programas en el área de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones**

Se ha podido constatar la existencia de solapamientos entre los diferentes Programas que integran el área, lo que aconseja una modificación de su estructura.

Así, algunos entornos tecnológicos pueden situarse en más de un Programa. Es el caso, por ejemplo, de ciertos proyectos de software que pueden incluirse en Investigación Avanzada y Robótica o en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; otros de semiconductores pueden estarlo en Microelectrónica o en Materiales. Ello no tiene ninguna consecuencia en un Programa de promoción general de la tecnología, pero da lugar a ciertas disfuncionalidades en la gestión y evaluación de Programas de propósito finalista.

Se plantea así la necesidad de adecuar la estructura de estos Programas a una configuración que elimine contornos difusos entre bloques y que, al mismo tiempo, fomente la consecución de objetivos finales y la creación de una base tecnológica sólida. Una posible solución es configurar una estructura que elimine las ambigüedades observadas y que, al mismo tiempo, cumpla los objetivos últimos del Plan Nacional.

La estructura planteada se fundamenta en un primer nivel cubierto por el Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento, que abarca toda la investigación básica, tanto en lo que se refiere a la apertura de líneas de trabajo como en lo que hace relación a la iniciación o consolidación de ideas nuevas.

El segundo nivel está vinculado a la investigación aplicada, libre dentro de cada gran entorno tecnológico. A título de ejemplo, y dentro de la citada área de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, los tres grandes entornos deben ser los de Materiales, Tecnologías Avanzadas de la Producción, y Tecnologías de la Información. En ellos entran gran parte de los temas planteados en los anteriores Programas y los grupos pueden acceder a ellos de una forma abierta, mediante la presentación de sus propios proyectos. Este segundo nivel constituye la extensión del primero hacia unas áreas temáticas más restringidas, aunque manteniendo una filosofía en cierto modo equivalente. Además de estas tres grandes áreas tecnológicas, y como se detallará posteriormente, deben ser considerados otros dos entornos preferentes, el de Investigación Espacial y el de Química Fina, que por sus especiales características y experiencias previas deben tener en esta fase una atención diferenciada.

Un tercer nivel del proceso tiene por objeto la obtención final de desarrollos de categoría de demostrador de tecnologías, siguiendo la nomenclatura Comunitaria. Evidentemente la planificación de actividades de I+D correspondientes a este nivel exige la coordinación de líneas y proyectos y la consideración de las prioridades nacionales.

El último nivel está vinculado a la obtención de productos, sistemas, desarrollos, etc., gracias a la confluencia de diferentes entornos de I+D. Es lo que se denomina Proyectos Integrados.

Un antecedente de Proyecto Integrado es el Proyecto Virgo y Golf en Soho, del que es responsable el Instituto Astrofísico de Canarias. Esta acción permitirá entrar en un nuevo tipo de proyectos capaces de generar un producto o una instalación y que impliquen nuevas tecnologías o aplicaciones. Otros posibles ejemplos pueden ser la construcción de un satélite, un telescopio, una "beam-line", etc., o un gran proyecto en "banda ancha". Este planteamiento conduce a

considerar el actual Programa IRIS, que es atípico dentro de la estructura del Plan Nacional, como un Proyecto Integrado.

En estos términos, los Programas del área se estructuran de acuerdo con los niveles mencionados: El Programa de Automatización Avanzada y Robótica incluye los objetivos más amplios desde el punto de vista de la modernización de los procesos industriales. Los automatismos, la instrumentación, la informática al servicio de los métodos de producción, las tecnologías de fabricación flexible constituyen líneas de investigación de uso común para todas las industrias. Desde este punto de vista se produce una equivalencia de objetivos con el Programa de Modernización de la Industria Tradicional, siendo sus diferencias más de "nivel" que de "fines".

Varios de los objetivos del Programa Nacional de Investigación Espacial son aplicaciones específicas de las temáticas de otros Programas. La línea de "materiales de alta y media temperatura" constituye una aplicación de los materiales cerámicos al problema del "control térmico" de los vehículos espaciales. Las líneas del Programa relativas a comunicaciones, software, sistemas, automatismos e instrumentación de los vuelos espaciales, son aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones o de la Robótica a la investigación espacial.

Del mismo modo, los objetivos definidos por el Programa de Microelectrónica pueden ser considerados como técnicas de diseño –contempladas en los Programas de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones y de Tecnologías Avanzadas de la Producción– o bien como un aspecto específico de la ciencia de los materiales.

Por otra parte, en estos Programas las tareas de investigación básica en temas no vinculados al sector productivo, parece que se ajustan mejor al Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento que a los Programas Nacionales.

En el caso de los Programas de Microelectrónica y de Investigación Espacial, una vez suministrados al Sistema los elementos básicos para iniciar una labor científica, debe pasarse a la siguiente etapa, la de concentrar el esfuerzo en la aplicación concreta de desarrollos técnicos. Para ello, es adecuado que los aspectos más científicos de dichos Programas se integren en otros de carácter más "horizontal", con objetivos finales más amplios, que puedan ser utilizados como marco de referencia. En el caso del Programa de Investigación Espacial conviene concentrar el esfuerzo en los Proyectos Concertados de desarrollo tecnológico y en algunos Proyectos Integrados de especial interés, manteniendo las Acciones Especiales y la convocatoria de Formación de Personal Investigador en la ESA.

De acuerdo con estos planteamientos se proponen para esta área los siguientes Programas Nacionales:

- Tecnologías Avanzadas de la Producción.
- Materiales.
- Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.
- Investigación Espacial.

También se integra en el área el Programa de Química Fina, incluido en el Plan Nacional a propuesta de Cataluña como Programa de Comunidades Autónomas (Art. 6.2.c de la Ley de la Ciencia).

Esta modificación de los Programas mantiene los objetivos del Plan Nacional en relación con temas específicos como la Microelectrónica, pero sus líneas prioritarias quedan absorbidas en otros Programas de contenido temático más homogéneo.

La concentración de Programas en esta área implica, pues, una ampliación de objetivos en las áreas más horizontales –en las cuales puede generarse una tecnología de usos más universales– y su reorientación en las áreas más especializadas hacia unos objetivos concretos.

#### **4.2.2. Programas en el área de Calidad de Vida y Recursos Naturales**

De acuerdo con las sugerencias efectuadas por las distintas instancias involucradas en el seguimiento y asesoramiento del Plan Nacional para la segunda fase, los Programas Nacionales incluidos en esta área se han agrupado, teniendo siempre presente la concentración deseada, de la forma siguiente:

Un primer Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que engloba los antiguos de Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental y Recursos Geológicos, más algunos aspectos básicos de los Programas de Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales y Recursos Marinos y Acuicultura. Asimismo, se redefinen los objetivos del Programa, respetando, al mismo tiempo, la importancia que día a día están cobrando los problemas medioambientales (en el ámbito nacional, en el de la CE, a nivel mundial), y teniendo en consideración aspectos de detección de agresiones al medio ambiente así como su corrección (en el medio natural y en el urbano).

Un segundo Programa de Ciencias Agrarias, que reúne los aspectos más destacables de los antiguos de Investigación Agrícola, I+D Ganadero, Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales y Recursos Marinos y Acuicultura. Este Programa nace con una vocación integradora de la investigación en relación con la actividad agraria que no sólo ha de llevar a nuestro país a alcanzar niveles más competitivos en la producción (estrictamente considerada) sino que, además, debe intentar sentar las bases de una agricultura que transforme, es decir, que produzca otro valor añadido.

Por su parte, en los nuevos Programas de Biotecnología y Tecnología de Alimentos se ha profundizado en objetivos aplicados de posible interés industrial.

En relación con el Programa de I+D Farmacéuticos, se propone una integración de sus objetivos con los contenidos en investigación sanitaria y tecnologías de la salud, que conformarán un Programa Nacional de Salud y Farmacia. Asimismo, se integra en dicho Programa una parte considerable de los objetivos del actual Programa de Investigaciones sobre el Deporte.

En suma, se ha realizado un esfuerzo integrador, conciliador de diversas posturas científicas y coordinador en el sentido que expresa la Ley de la Ciencia. A la vez, un esfuerzo que se apoya, como se ha dicho al principio, en las ideas aportadas por las diversas instancias responsables así como en la experiencia previa y en la confianza de la que se ha hecho acreedora la comunidad científica que, con su quehacer, avala estos Programas.

El área quedará constituida, en consecuencia, por los cinco Programas Nacionales siguientes:

- Ciencias Agrarias.
- Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Tecnología de Alimentos.
- Biotecnología.
- Salud y Farmacia.

En el Anexo B se exponen los contenidos y objetivos científico-técnicos prioritarios de los diversos Programas, que pueden no ser coincidentes para proyectos de investigación y Proyectos Concertados, ya que estos últimos profundizan en los aspectos más tecnológicos.

#### **4.2.3. Programas en el área de Estudios Sociales, Económicos y Culturales**

La propuesta de concentración de Programas de esta área tiene un aspecto administrativo y de gestión y otro de contenido.

Desde el punto de vista de la gestión se propone agrupar el Programa de Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina, el de Problemas Sociales y Bienestar Social y el de Patrimonio Histórico en un único Programa de Estudios Sociales, Económicos y Culturales.

La importancia socioeconómica que para España puede derivarse de las transformaciones en la Europa del Este o de la crisis del Golfo Pérsico, sugieren la necesidad de ampliar el ámbito territorial del programa a otras áreas geopolíticas.

Por otra parte, con esta modificación se facilitará la labor administrativa y de gestión. Desde el punto de vista de coordinación y seguimiento del Programa, parece adecuado que la misma Comisión contemple la problemática general, lo que le permitirá sugerir modificaciones sobre una perspectiva más amplia.

Uno de los problemas detectados, tal vez más evidente en los Programas de Bienestar Social y de Estudios sobre América Latina, ha sido la excesiva amplitud de sus objetivos científico-técnicos en relación con sus dotaciones presupuestarias. Este problema ha tenido efectos negativos en las pasadas convocatorias, bien por el bajo porcentaje de proyectos aprobados -como es el caso del Programa de Bienestar Social, en el que se ha concedido sólo un 10% de lo solicitado-, hecho que ha producido la natural sensación de "frustración" entre los

investigadores, o bien por la "confusión" que producen unas líneas de investigación teóricamente "orientada", cuyos objetivos apuntan en demasiadas direcciones.

La necesidad de concretar y delimitar los objetivos científico-técnicos sugiere la conveniencia de redefinir en profundidad los contenidos del nuevo Programa, reorientando sus objetivos socioeconómicos hacia aquellos temas relacionados con la problemática socioeconómica de mayor impacto en nuestro país a medio plazo.

El ámbito de los trabajos puede abarcar temas de actualidad política y de evolución institucional, en relación con un desarrollo económico estructural de los países de las diferentes áreas geopolíticas de interés actual, temas específicos de estructura económica y temas de política internacional contemplados desde la perspectiva española.

#### **4.2.4. Otros Programas**

Respecto a los demás Programas, es necesario mencionar la propuesta de continuidad del Programa Nacional de Investigación en la Antártida y la propuesta de tratamiento como Proyecto Integrado del Programa IRIS. El Programa de Física de Altas Energías, que inicialmente continúa como Programa Nacional, puede dar lugar, tras los oportunos estudios, a un tratamiento integrador y diferenciado, dado que en su deseada evolución se ha de producir una mayor relación entre los sectores científico y empresarial. Por lo que se refiere al Programa de Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico, inicialmente continuará como tal, si bien, a la vista de que la mayor demanda de solicitudes corresponde al archivo e informatización de bibliotecas, está previsto estudiar conjuntamente con el Ministerio de Educación y Ciencia su posible transformación en un Programa Sectorial coordinado con actividades propias de este Ministerio.

Se propone la continuidad del Programa de Química Fina como Programa de Comunidades Autónomas a propuesta de Cataluña. El Programa de Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional, que se incluyó en el Plan Nacional a propuesta de la Comunidad Valenciana, ha cumplido ya su papel movilizador, habiendo sido, además, complementado, en lo que a las infraestructuras se refiere, por los fondos comunitarios del Programa FEDER y, en particular, del STRIDE; todo ello ha permitido la creación de las condiciones objetivas para que los sectores a los que iba dirigido –los más tradicionales– puedan participar en los Programas Nacionales más afines y en particular en el de Tecnologías Avanzadas de la Producción, por lo que se propone que sea integrado en éste.

En el cuadro 4.1 se recogen los Programas que formarán parte del Plan Nacional en el periodo 1992-1995.

**CUADRO 4.1: PROGRAMAS DEL PLAN NACIONAL DE I+D (1992-1995)**

**PROGRAMAS NACIONALES**

Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones

- \* Tecnologías Avanzadas de la Producción
- \* Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
- \* Materiales
- \* Investigación Espacial

Calidad de Vida y Recursos Naturales

- \* Biotecnología
- \* Ciencias Agrarias
- \* Medio Ambiente y Recursos Naturales
- \* Salud y Farmacia
- \* Tecnología de Alimentos

Estudios Sociales, Económicos y Culturales

- \* Estudios Sociales, Económicos y Culturales

Programas Horizontales y Especiales

- \* Formación de Personal Investigador
- \* Investigación en la Antártida
- \* Física de Altas Energías
- \* Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico

**PROGRAMAS DE COMUNIDADES AUTONOMAS**

- \* Química Fina (Cataluña)

**PROGRAMAS SECTORIALES**

- \* Promoción General del Conocimiento (Ministerio de Educación y Ciencia)
- \* Formación de Profesorado y Perfeccionamiento de Personal Investigador (Ministerio de Educación y Ciencia)

### **4.3. COORDINACIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y REVISIÓN DEL PLAN NACIONAL DE I+D**

La necesidad de alcanzar mayores cotas de eficiencia en el uso de los recursos públicos destinados a actividades de I+D obliga al desarrollo de esfuerzos tendentes a una mayor articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología; ello permitirá, por otra parte, una mayor movilización de recursos empresariales. A este respecto cabe hacer mención de los Proyectos Concertados y de las acciones orientadas a favorecer la colaboración entre empresas y centros públicos de investigación.

Por lo que se refiere a los Proyectos Concertados, parece pertinente fomentar la coordinación de las ayudas derivadas de los mismos con el conjunto de ayudas públicas existentes para promover la innovación en las empresas, especialmente con las contenidas en el Plan de Actuación Tecnológico Industrial del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Se recomienda al organismo gestor que apoye preferentemente a las empresas que participen en proyectos de I+D europeos, así como que se estimule la incorporación de personal investigador a las empresas mediante la coordinación de estas ayudas con las destinadas al intercambio de personal investigador entre industrias y centros públicos de investigación contenidas en el Programa Nacional de Formación de Personal Investigador. Asimismo, se promoverá el apoyo a proyectos empresariales surgidos como consecuencia de investigaciones del sector público.

En lo relativo a las acciones orientadas a la promoción de la colaboración entre empresas y centros públicos de investigación, se continuará apoyando desde el Plan Nacional el funcionamiento de la red OTRI/OTT, que se ha manifestado como una eficaz estructura de interfase entre los centros públicos y las empresas, tanto económicamente como mediante la difusión de la información necesaria para el desarrollo de su actividad y promoviendo las reuniones periódicas que permiten intercambiar experiencias e ideas a sus integrantes. Inicialmente está previsto continuar financiando parcialmente su funcionamiento durante los años 1992 y 1993, que coinciden con la duración del Programa STRIDE de la CE en cuya propuesta española se ha incluido.

Asimismo, el Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI), en sus primeros resultados, ha mostrado ser un medio eficaz para alcanzar los objetivos que persigue; por tal razón se considera interesante que continúe como eje de actividad del Plan Nacional y ahora, además, como actuación de fomento de la transferencia de los resultados procedentes de los proyectos de investigación financiados con cargo a los Programas integrados en el Plan Nacional.

Finalmente, continuará siendo una actividad preferente dentro del Plan Nacional el fomento de la participación de grupos de investigación y empresas en los programas de I+D internacionales y muy especialmente en las actividades incluidas en el Programa Marco de la CE, dentro de la política de integración del Sistema español de Ciencia y Tecnología en el Comunitario. Para ello, se continuará con la ya iniciada labor de difusión de las convocatorias y oportunidades, tratando de optimizar los circuitos de difusión existentes y de facilitar a los interesados la preparación y elaboración de las correspondientes propuestas y el necesario

asesoramiento en aspectos tales como la firma de contratos, protección de resultados y derechos de propiedad industrial, etc.

#### **4.4. ESCENARIO PRESUPUESTARIO**

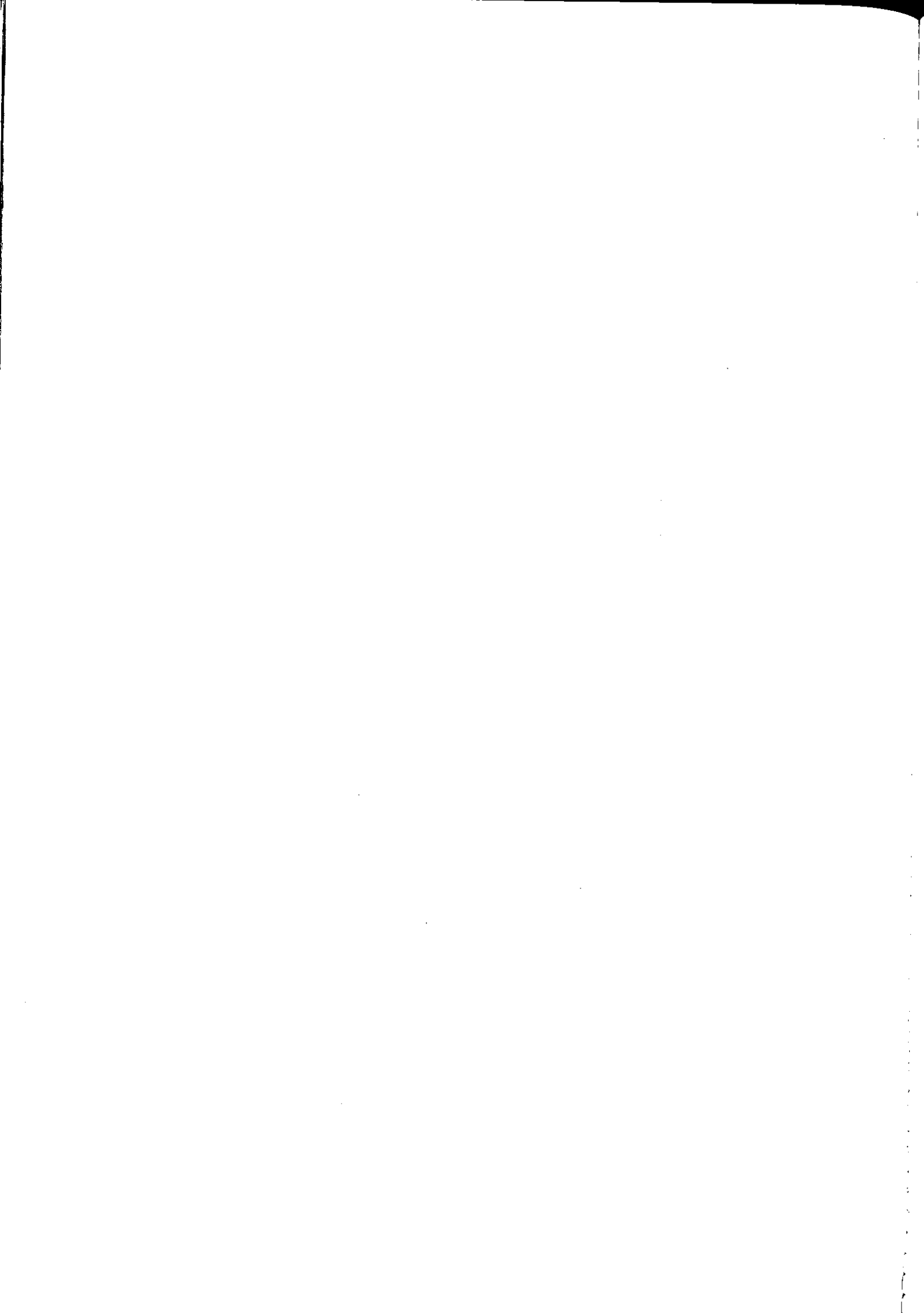
El escenario presupuestario para los cuatro próximos años refleja las prioridades propias del Plan Nacional revisado. Recordemos, a estos efectos, que el aprovechamiento de las economías vinculadas al proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología, la consecución de mayores niveles de concentración finalista de los Programas y un estrechamiento de las relaciones entre los Sistemas de Ciencia y Tecnología español y comunitario, deben dar lugar a una mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos destinados a las actividades de I+D. Ello, junto con la acentuación del esfuerzo tendente a la movilización de recursos privados, puede permitir un crecimiento del Sistema de Ciencia y Tecnología acorde con las necesidades económicas y sociales de nuestro país.

La evolución de la inversión en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, comentada en el epígrafe 1.1, ha registrado en el período 1983–1989 una tasa media acumulativa de crecimiento anual, a precios constantes, próxima al 16%, que prácticamente duplica la registrada en los países desarrollados de nuestro entorno, que partían de un esfuerzo más ajustado a las necesidades del Sistema. En este contexto el Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica ha constituido un importante instrumento presupuestario de coordinación para el desarrollo de los objetivos del Plan Nacional y ha ejercido una profunda acción movilizadora del Sistema Ciencia–Tecnología–Industria. Conviene recordar que, desde la puesta en marcha del Plan Nacional, el Fondo ha sido dotado presupuestariamente con cuantías equivalentes a 13.043, 19.703, 24.224 y 22.000 MPTA en 1988, 1989, 1990 y 1991, respectivamente. Cabe precisar, a este respecto, que la disminución registrada en 1991 será compensada con un incremento de los fondos procedentes de la Comunidad Europea, a través de los programas operativos FEDER I, FEDER II y STRIDE. Con todo, la tasa media acumulativa anual, a precios corrientes, del Fondo en el período considerado asciende a un 19,2%.

Procede en este apartado establecer un escenario para la evolución del presupuesto del Fondo a lo largo de los dos próximos años, en relación con los objetivos e hipótesis establecidos más arriba. El Cuadro 4.2 muestra la propuesta de presupuesto para los dos primeros años, desagregado por Programas, de acuerdo con los objetivos generales del Plan Nacional revisado.

**CUADRO 4.2: DISTRIBUCION POR PROGRAMAS Y ACCIONES DEL FONDO NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA (en millones de pesetas)**

PROGRAMA	Formación Personal Investigador		Proy. Investigación y Acciones Especiales		Proyectos Concertados		Otras Acciones		TOTAL	
	1992	1993	1992	1993	1992	1993	1992	1993	1992	1993
	Ciencias Agrarias	600	630	900	950	390	450	100	100	1.990
Medio Ambiente y Recursos Naturales	530	605	1.000	1.150	210	250	100	150	1.840	2.155
Tecnología de Alimentos	155	175	900	950	200	250	150	200	1.405	1.575
Biotechnología	320	365	1.160	1.200	250	300	150	200	1.880	2.065
Salud y Farmacia	640	730	1.350	1.440	400	450	100	150	2.490	2.770
Tecnologías Avanzadas de Producción	220	250	800	900	700	750	150	250	1.870	2.150
Materiales	545	620	1.450	1.850	700	800	150	200	2.845	3.470
Tecnol. Información y Comunicaciones	420	480	1.500	1.900	800	950	150	250	2.870	3.580
Investigación Espacial	125	130	800	900	250	300	100	100	1.275	1.430
Química Fina	0	0	250	300	0	0	0	0	250	300
Estudios Sociales, Económicos y Culturales	280	275	450	500	0	0	50	50	780	825
Formación de Personal Investigador	1.870	2.230	0	0	0	0	150	200	2.020	2.430
Antártida	10	15	190	210	0	0	50	50	250	275
Física de Altas Energías	60	65	400	450	0	0	50	50	510	565
Información para la ICYT	25	30	250	300	0	0	50	50	325	380
Nuevas acciones	0	0	1.600	2.000	0	0	0	0	1.600	2.000
Otros (OTT/OTRI, Política Científica)	0	0	0	0	0	0	800	900	800	900
<b>TOTAL</b>	<b>5.800</b>	<b>6.600</b>	<b>13.000</b>	<b>15.000</b>	<b>3.900</b>	<b>4.500</b>	<b>2.300</b>	<b>2.900</b>	<b>25.000</b>	<b>29.000</b>



## **ANEXO 4.A. AREA DE TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION Y DE LAS COMUNICACIONES**

### **PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGIAS AVANZADAS DE LA PRODUCCION**

#### **Proyectos de Investigación y Proyectos Concertados**

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

\* ESTRUCTURAS AVANZADAS

- Diseño y cálculo de estructuras avanzadas.

\* MECANISMOS E INSTRUMENTOS

- Eléctricos, electrónicos, neumáticos, hidráulicos.
- Máquinas herramientas.

\* ELEMENTOS DE AUTOMATIZACION

- Servomecanismos.
- Automatismos programables.

\* TECNOLOGIA DE EQUIPOS

- Robots y manipuladores.
- Elementos auxiliares.

\* SISTEMAS SENSORIALES

- Telepresencia.
- Sistemas de visión.
- Sistemas fotónicos de medida.

\* SOFTWARE DE APLICACION A TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION

\* TECNOLOGIAS DE SISTEMAS

- Fabricación.
- Manutención y Almacenaje.
- Inspección y control.

#### **Posibles Proyectos Integrados**

- Telescopio de 8m.
- Aceleradores.
- Instrumentos experimentales de física de alta energía.

### **PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION ESPACIAL**

#### **Proyectos Concertados**

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

\* PROGRAMA CIENTIFICO

- Instrumentos y equipos para misiones científicas.
- \* PROGRAMA DE OBSERVACION DE LA TIERRA
  - Análisis y explotación de los datos obtenidos por satélites de observación.
  - Instrumentos y equipos para misiones de observación.
- \* PROGRAMA DE MICROGRAVEDAD
  - Desarrollo de instrumentos y equipos para experimentos en condiciones de microgravedad.
- \* PROGRAMA DE TELECOMUNICACIONES
  - Desarrollo de elementos constitutivos del segmento vuelo (antenas activas y/o reconfigurables, proceso de a bordo, componentes y equipos de RF).
- \* PROGRAMA DE ESTACION ESPACIAL Y PLATAFORMAS
  - Sistemas y subsistemas de estaciones espaciales (esclusas, atraque, simuladores, etc.)
  - Desarrollo de elementos relacionados con la actividad extravehicular (EVA, ECLSS, sensores biológicos).
- \* PROGRAMA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE ESPACIAL
  - Estudio de sistemas y subsistemas de transporte espacial.
- \* PROGRAMA DE TECNOLOGIAS DE APLICACION ESPACIAL
  - Mejora de la infraestructura de ensayos.
  - Estudio de desarrollo de subsistemas y equipos integrantes del módulo de servicios de vehículos espaciales.
  - Subsistema de propulsión (componentes, materiales y conceptos).
  - Subsistema de generación, almacenamiento y distribución de potencia (nuevos conceptos en células y paneles fotovoltaicos y en sistemas de almacenamiento y distribución de potencia a bordo).
  - Subsistema de control de altitud y órbita (sensores, actuadores, electrónica asociada y software).
  - Preparación de los ensayos de demostración de tecnologías en órbita.

#### Posibles Proyectos Integrados

- Virgo y Golf en Soho.
- Minisatélites.

### **PROGRAMA NACIONAL DE MATERIALES**

#### Proyectos de Investigación y Proyectos Concertados

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

- \* RELACIONES ENTRE MICROESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL MATERIAL.
- \* PROCESOS DE FABRICACION QUE MEJOREN LA CALIDAD Y COMPETITIVIDAD DEL MATERIAL.

- \* PROCESOS DE DEGRADACION; RECUPERACION Y REUTILIZACION DE MATERIALES.
- \* NANOTECNOLOGIAS.

Aplicados a:

### **Materiales para usos estructurales:**

#### Metales y aleaciones:

- Aleaciones ligeras (Al, Mg y Ti), superplásticas y resistentes a altas temperaturas.
- Aceros especiales: nuevos y mejorados.
- Fundiciones mejoradas.
- Procesos en pulvimetalurgia, en solidificación rápida, en prensado isostático en caliente, de conformado superplástico, de recubrimiento y tratamiento de superficies, de mejora de la pureza de los constituyentes, de soldadura por difusión y por láser, de tratamiento de superficies (con énfasis en tratamiento por láser e implantación iónica).
- Respuesta de los materiales frente a la corrosión.
- Nuevos métodos de ensayo no destructivos.

#### Materiales cerámicos y vítreos:

- Desarrollo de materiales resistentes a altas temperaturas y alta tenacidad y con gran resistencia mecánica, a la corrosión y a la erosión.
- Desarrollo de materiales con elevada resistencia al choque térmico, a la deformación bajo carga constante, a la corrosión y oxidación a altas temperaturas. Además, deberían ser buenos aislantes térmicos.
- Desarrollo de nuevos tratamientos superficiales que permitan mejor fabricación y mayor uso de estos materiales.
- Desarrollo de procesos que permitan optimizar los materiales de partida.
- Desarrollo de fibras.

#### Materiales poliméricos:

- Desarrollo de nuevos materiales poliméricos de altas prestaciones.
- Desarrollo de cristales líquidos, de fibras obtenidas de disoluciones y de adhesivos.
- Desarrollo de procesos que permitan modificar la estructura y optimizar las propiedades. Procesos de cristalización, deformación, etc.
- Desarrollo de materiales poliméricos para aplicaciones específicas: dieléctricos, fotosensibles y de aplicación en microelectrónica.
- Procesos de modificación de interfases: fenómenos de adhesión.

#### Materiales compuestos:

- Desarrollo de materiales compuestos de matriz metálica e intermetálicos, con propiedades específicas (en particular aleaciones ligeras).
- Desarrollo de materiales compuestos de matriz cerámica con refuerzo de fibras y whiskers, de cerámicas reforzadas frente a la tensión, al impacto mecánico y al térmico.
- Desarrollo de materiales avanzados con base cemento.
- Desarrollo de materiales de matriz vítrea, amorfa y elástica.
- Desarrollo de materiales a base de fibras.
- Procesos de moldeo, contacto, proyección, inyección, enrollado, curado, corte, inspección, etc.

#### Biomateriales:

- Desarrollo de materiales metálicos, cerámicos, vítreos, poliméricos, compuestos que presenten propiedades biofuncionales para ser implantados en el cuerpo humano.
- Desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento de superficies de biomateriales, para evitar su erosión, corrosión y degradación una vez implantados.

#### **Materiales para usos no estructurales:**

##### Materiales electrónicos:

- Semiconductores cristalinos y amorfos
- Superredes
- Superconductores
- Tecnologías asociadas.

##### Materiales fotónicos:

- Materiales láser para configuraciones de óptica integrada
- Materiales para fibras ópticas
- Procesado de materiales con láser.

##### Materiales magnéticos:

- Películas magnéticas y materiales magneto-ópticos
- Imanes permanentes y magnéticos blandos.

##### Otros materiales avanzados:

- Membranas biológicamente activas; membranas de permeabilidad selectiva.
- Conductores iónicos: sensores.
- Materiales de aplicación textil.
- Materiales de aplicación en la construcción.
- Catalizadores de alta especificidad, activadores de especies inertes, altamente porosos, etc.
- Materiales, productos y especialidades químicas de alto valor añadido.

## **PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y DE LAS COMUNICACIONES**

### Proyectos de Investigación y Proyectos Concertados

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

#### \* TECNOLOGIA DE RADIOFRECUENCIA

- Dispositivos de estado sólido y circuitos activos y pasivos de microondas. Antenas de microondas y ondas milimétricas. Herramientas de diseño asistido por ordenador.

#### \* TECNOLOGIA Y DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS

- Circuitos MOS y CMOS de aplicación a las telecomunicaciones, automatización, el espacio, defensa e informática.
- Dispositivos de potencia.

#### \* TECNOLOGIAS DE RADIACIONES OPTICAS

- Propagación de señales ópticas en medios guiados.
- Dispositivos y circuitos pasivos y activos fotónicos.

#### \* ARQUITECTURA DE SISTEMAS

- Modelos, entornos y herramientas de simulación.
- Análisis modelado y simulación de sistemas de comunicaciones. Planificación de redes y servicios.
- Aceleradores para cálculo numérico y tratamiento simbólico.
- Estructuras para procesado de señal. Sistemas multiprocesadores.

#### \* APLICACIONES INFORMATICAS

- Software: Ingeniería y metodologías. Técnicas formales. Lenguajes. Ayudas a la producción de Software.
- Técnicas de diseño asistido. CAD/CAM.
- Inteligencia artificial: Desarrollo de metodologías y herramientas de programación de sistemas expertos. Interfaces. Estrategias de decisión.

#### \* TECNOLOGIAS DE COMUNICACIONES

- Redes locales.
- Comunicaciones en el espacio.
- Comunicaciones móviles.
- Nuevos servicios telemáticos. Integración de servicios.
- Radar y vigilancia electrónica.
- Análisis y procesado de señal.
- Sistemas ópticos de generación, transmisión, recepción, procesado y almacenaje de información.
- Ofimática y domótica.
- Aviónica. Electrónica naval y de automoción.
- TV de Alta Definición.

#### Posibles Proyectos Integrados

#### \* COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA

- Tecnologías de radiofrecuencia.
- Tecnología de radiaciones ópticas.
- Codificación y procesado de señal.
- Modelos de referencia para RDSI.

#### \* INTERCONEXION DE RECURSOS INFORMATICOS

- Infraestructura de redes.
- Equipamiento de nodos.
- Software de comunicación.

## **ANEXO 4B. AREA DE CALIDAD DE VIDA Y RECURSOS NATURALES**

### **PROGRAMA NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

#### **Proyectos de Investigación y Proyectos Concertados**

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

#### **\* MEDIO AMBIENTE**

- Degradación ambiental: procesos, identificación y evaluación de impactos (emisión de efluentes líquidos y gaseosos, residuos urbanos, contaminación agrícola, erosión, fuego, riesgos naturales y cambio climático).
- Conservación del Medio Ambiente: Conservación de sistemas terrestres: suelos y vegetación. Preservación y mejora de aguas continentales y marinas.
- Tecnologías medioambientales: Tecnologías para la medida y reducción de residuos y contaminantes; recuperación y reciclado de residuos, tecnologías para el desarrollo de sistemas productivos alternativos no contaminantes.

#### **\* RECURSOS NATURALES**

- Funcionamiento y dinámica de ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Utilización de recursos geológicos: exploración de minerales y recursos energéticos.
- Utilización de recursos marinos: procesos de reclutamiento, nuevos métodos de evaluación de poblaciones explotadas, desarrollo de nuevas técnicas de detección.

### **PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS**

#### **Proyectos de Investigación y Proyectos Concertados**

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

#### **\* AGRICULTURA Y SILVICULTURA**

- Mejora genética : mejora de la productividad, de la calidad y de la resistencia a plagas y enfermedades.
- Control de plagas, enfermedades y malas hierbas: determinación de umbrales de daño, resistencia a plaguicidas, sistemas de control alternativos al control químico.
- Tecnologías para la producción agrícola y forestal: horticultura y fruticultura, tecnologías para la mejora y conservación de bosques.
- Manejo de suelos y aguas en agricultura y silvicultura.

#### **\* GANADERÍA Y ACUICULTURA**

- Mejora genética y reproducción: Bancos genéticos, mejora de especies domésticas, métodos de evaluación de reproductores, resistencia genética a enfermedades.
- Mejora genética de especies acuáticas cultivadas a escala industrial.
- Reproducción: Incremento de la eficacia reproductiva, mejora de técnicas de inseminación artificial y de transferencia de embriones.
- Alimentación animal: nuevas fuentes de proteínas; aditivos en la alimentación (eficacia y toxicidad). Eficacia en la conversión de nutrientes en relación con el sistema de producción.
- Sanidad animal: Nuevos métodos de diagnóstico, de prevención y tratamiento de la patología infecciosa y parasitaria.

## **PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

### Proyectos de Investigación y proyectos concertados

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

**\* MODIFICACIONES QUIMICAS Y BIOQUIMICAS DE LOS CONSTITUYENTES DE LOS ALIMENTOS EN RELACION CON LA OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS.**

- Fisiología y bioquímica de la maduración y conservación de alimentos, en especial frutas y hortalizas.
- Bioquímica de los procesos fermentativos de los alimentos, especialmente productos cárnicos, lácteos y de vinificación.

**\* TRANSFORMACION DE ALIMENTOS POR PROCESOS BIOTECNOLOGICOS.**

- Estudio de la flora autóctona y desarrollo de cultivos iniciadores para mejorar los productos fermentados tradicionales.
- Obtención de nutrientes y aditivos alimentarios por vía microbiana o cultivo celular.

**\* PROCESOS DE TRANSFORMACION DE ALIMENTOS.**

- Revalorización de productos infravalorados, en especial pescados grasos y productos derivados de procesos en la industria cárnica.
- Investigación y desarrollo de nuevos productos, tales como alimentos para regímenes especiales, bajos en grasas, bajos en calorías y otros de alto valor añadido.
- Nuevas alternativas a los procesos tradicionales que mejoren la calidad y seguridad de los alimentos, especialmente tratamientos con atmósfera modificadas.
- Desarrollo de nuevos prototipos de maquinaria para la industria alimentaria, especialmente de congelación, procesos asépticos de transformación y envasado.

**\* EVALUACION DE LA CALIDAD DE ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS.**

- Evaluación sensorial de los alimentos y su relación con calidad.
- Desarrollo de técnicas analíticas para evaluar procesos de conservación de alimentos especialmente tratamientos con atmósferas modificadas, térmicos e irradiación.

**\* TOXICOLOGIA ALIMENTARIA**

- Estudios para predecir factores de toxicidad en alimentos.
- Desarrollo de métodos rápidos y seguros aplicables en la industria para la detección de sustancias tóxicas en los alimentos.
- Evaluación de la relación entre constituyentes de los alimentos y alergias alimentarias. Métodos para la detección de alérgenos en alimentos.
- Modelos para predecir desarrollos bacterianos y supervivencia de los mismos en alimentos.

**\* NUTRICION**

- Estudio de las características nutritivas de alimentos, con especial atención a aquéllos cuyos constituyentes han sido modificados.
- Nuevas tecnologías que aumenten el valor nutritivo y la salubridad de los alimentos.
- Formulaciones de nuevos productos destinados a grupos de población con requerimientos especiales (niños, ancianos, atletas, embarazadas, y enfermos).

## **PROGRAMA NACIONAL DE BIOTECNOLOGIA**

### Proyectos de Investigación

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

#### **\* AGRICULTURA Y ALIMENTACION.**

- Ingeniería genética de plantas y de microorganismos asociados (simbióticos, patógenos y de interés para el control biológico).
- Ingeniería genética de microorganismos implicados en procesos agroalimentarios.
- Sistemas de diagnóstico molecular en fitopatología.

#### **\* SANIDAD ANIMAL Y HUMANA**

- Antibióticos de nueva generación.
- Desarrollo de nuevas vacunas.
- Desarrollo de nuevos procedimientos diagnósticos.

#### **\* INDUSTRIA**

- Biotransformaciones.
- Desarrollo, operación y control de biorreactores avanzados.
- Desarrollo de nuevos procesos de separación y purificación.
- Aplicaciones de la informática avanzada a la biotecnología.

#### **\* MEDIO AMBIENTE**

- Tratamientos avanzados de aguas residuales.
- Biodegradación de sustancias tóxicas en residuos industriales.
- Desarrollo y evaluación de modelos para la diseminación de organismos vivos.

### Proyectos Concertados

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

#### **\* AGRICULTURA Y ALIMENTACION**

- Ingeniería genética de plantas y de microorganismos asociados (simbióticos, patógenos y de interés para el control biológico).
- Ingeniería genética de animales de agrario.
- Ingeniería genética de microorganismos implicados en procesos agroalimentarios.
- Sistemas de diagnóstico molecular en fitopatología.

#### **\* SANIDAD ANIMAL Y HUMANA**

- Antibióticos de nueva generación.
- Desarrollo de nuevas vacunas.
- Desarrollo de nuevos procedimientos diagnósticos.
- Producción de proteínas de interés terapéutico.

#### **\* INDUSTRIA**

- Biotransformaciones.
- Desarrollo, operación y control de biorreactores avanzados.
- Desarrollo de nuevos procesos de separación y purificación.
- Aplicaciones de la informática avanzada a la biotecnología.

**\* MEDIO AMBIENTE**

- Tratamientos avanzados de aguas residuales.
- Biodegradación de sustancias tóxicas en residuos industriales.

**PROGRAMA NACIONAL DE SALUD Y FARMACIA**

Proyectos de investigación

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

**\* SALUD**

Mecanismos fundamentales patogénicos y terapéuticos susceptibles de aplicaciones posteriores y de desarrollos tecnológicos en:

- Cáncer: Activación celular y del crecimiento y diseminación tumoral.
- SIDA y otros virus y agentes relacionados: Mecanismos de patogenicidad a nivel celular y molecular.
- Fracaso celular. Autoinmunidad.
- Problemas relacionados con el medio ambiente y estilos de vida:
  - Respuesta cardiovascular
  - Mecanismos de toxicidad
  - Salud laboral
  - Drogodependencias
  - Neurobiología de la adaptación humana y envejecimiento
- Genoma humano. Epidemiología genética y molecular

**\* DEPORTE**

- Fisiología y medicina del deporte
- Entrenamiento deportivo
- Detección de sustancias ilegales
- Deporte como medio de recuperación y rehabilitación
- Factores sociales y práctica deportiva

**\* FARMACIA**

- Desarrollo de técnicas de diseño de fármacos
- Síntesis de fármacos diseñados por interacciones con receptores específicos.
- Farmacología experimental y clínica.
- Búsqueda de nuevos compuestos "cabeza de serie" de interés terapéutico.
- Nuevas técnicas de interés en el control de calidad y detección de fármacos.
- Desarrollo de sistemas de evaluación diagnóstica, terapéutica y toxicológica.
- Nuevas formulaciones farmacéuticas y modulación farmacocinética.
- Nuevas síntesis de productos genéricos de alto interés comercial.
- Mejora de procesos productivos.

Proyectos Concertados

**\* SALUD**

Mecanismos fundamentales patogénicos y terapéuticos susceptibles de aplicaciones posteriores y de desarrollos tecnológicos en:

- Cáncer: Activación celular y del crecimiento y diseminación tumoral.
- SIDA y otros virus y agentes relacionados: Mecanismos de patogenicidad a nivel celular y molecular.
- Fracaso celular. Autoinmunidad.
- Problemas relacionados con el medio ambiente y estilos de vida:
  - Respuesta cardiovascular
  - Mecanismos de toxicidad
  - Salud laboral
  - Drogodependencias
  - Neurobiología de la adaptación humana y envejecimiento
- Genoma humano. Epidemiología genética y molecular
- Desarrollo tecnológico para el sistema de salud

#### \* FARMACIA

- Diseño de fármacos por interacción con receptores específicos.
- Farmacología experimental y clínica.
- Aplicaciones de la informática a la investigación sobre fármacos.
- Nuevos principios activos farmacéuticos.
- Nuevas síntesis de productos genéricos de alto interés comercial.
- Diseño y mejora de nuevas fórmulas de liberación de medicamentos.
- Mejora de procesos productivos.

## **ANEXO 4C. AREA DE ESTUDIOS SOCIALES, ECONOMICOS Y CULTURALES**

### **PROGRAMA NACIONAL DE ESTUDIOS SOCIALES, ECONOMICOS Y CULTURALES**

#### **Proyectos de Investigación**

Objetivos científico-técnicos prioritarios:

\* PROCESOS MIGRATORIOS EN ESPAÑA Y EN LA COMUNIDAD EUROPEA EN LA DECADA DE LOS NOVENTA.

- Consecuencias sociales y evolución demográfica.
- Integración social y asimilación cultural.

\* LA INNOVACION TECNOLOGICA EN EL SECTOR PRODUCTIVO.

- Sector Industrial.
- Sector Agroalimentario.
- Sector Electrónico.
- Sector Informático y de las Telecomunicaciones.
- Procesos biotecnológicos y perspectivas de mercado.

\* EL TRABAJO COMO FACTOR DE PRODUCCION.

- Análisis de oferta y demanda.
- Movilidad laboral y cambios en las condiciones de trabajo.
- La incidencia de la innovación tecnológica.
- Consecuencias de la integración en el Mercado Unico Europeo.

\* MODELO DE PREDICCIÓN MACROECONOMICA A PARTIR DE LAS CONDICIONES DEL ENTORNO NATURAL.

- Efectos económicos del deterioro medioambiental y del agotamiento de los recursos naturales.

\* NUEVAS TENDENCIAS DEL ENTORNO ECONOMICO INTERNACIONAL.

- Ampliación e integración de mercados.
- El Mercado Unico Europeo.
- Transición a la economía de mercado de la Europa del Este.

\* ORDENACION DEL TERRITORIO

- Territorialización y regionalización de la actividad económica.
- Ejes de crecimiento geoespacial.
- Reestructuración y especialización del sistema productivo y financiero.

\* REFORMAS INSTITUCIONALES EN ESPAÑA, AMERICA LATINA Y PAISES DEL ESTE.

- Modelos de transición y consolidación democrática.
- Descentralización e integración regional.
- Análisis y evaluación de políticas: Política económica. Política de bienestar social. Política científica y tecnológica.

**\* NUEVAS PERSPECTIVAS DE CONCERTACION Y COOPERACION INTERNACIONAL CON AMERICA LATINA.**

- Evaluación de recursos humanos.
- Análisis de políticas y estrategias de inversiones.
- Análisis de sistemas productivos y de flujos comerciales.
- Sistemas financieros y deuda exterior.

**\* EL PAPEL DE LOS PAISES DEL MEDITERRANEO EN EL CONTEXTO EUROPEO.**

- Modelos de desarrollo.
- Evolución demográfica y movimientos migratorios.
- Estructura productiva.
- Gestión del medio ambiente.
- Estrategias internacionales en las relaciones con los países del Sur y el Este.

**\* CONSERVACION Y RESTAURACION DEL PATRIMONIO CULTURAL.**

- Técnicas de diagnóstico y tratamiento de materiales utilizados en el patrimonio artístico (piedra, maderas, materiales cerámicos, materiales textiles, pinturas, ...).
- Métodos de conservación de museos, archivos, y bibliotecas: Procesos de desinfección y desinsectación. Sistemas ambientales adecuados a la conservación.

## LISTA DE ENTIDADES Y PROGRAMAS

- AIM – Informática Avanzada en Medicina
- ANEP – Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva
- BAP – Programa de Acción en Biotecnología
- BRIDGE – Investigación Biotecnológica para la Innovación, el Desarrollo y el Crecimiento en Europa
- BRITE/  
EURAM – Investigación Básica en Tecnologías Industriales para Europa – Investigación Europea en Materiales Avanzados
- CDTI – Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
- CE – Comunidad Europea
- CECA – Comunidad Europea del Carbón y del Acero
- CEPE – Comisión Económica Para Europa
- CERN – Organización Europea para la Investigación Nuclear
- CICYT – Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología
- CIEHAM – Centro Internacional de Estudios Agronómicos Avanzados del Mediterráneo
- CIEMAT – Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
- CIP – Capitalización de Investigadores del Plan Nacional
- CIRIT – Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica
- COINCIDENTE – Cooperación de Investigación Científica y Desarrollo Nacional en Tecnologías Estratégicas
- COST – Programa de Cooperación Científica y Técnica entre las Comunidades Europeas y Países Terceros Europeos
- CPI – Centro Público de Investigación
- CSIC – Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- CYTED-D – Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – Quinto Centenario

DATRI –	Base de Datos de Transferencia de Resultados de Investigación
DELTA –	Desarrollo del Aprendizaje Europeo a través del Avance Tecnológico
DGICYT –	Dirección General de Investigación Científica y Técnica
DRIVE –	Infraestructura Dedicada a la Carretera para la Seguridad de los Vehículos en Europa
ECLAIR –	Enlace de Colaboración Europea entre la Agricultura y la Industria
EDP –	Equivalente a Dedicación Plena
EFA –	Avión Europeo de Combate
EMBL –	Laboratorio Europeo de Biología Molecular
EMBO –	Organización Europea de Biología Molecular
EPO –	Oficina Europea de Patentes
EPOFH –	Programa Europeo sobre Climatología y Riesgos Naturales
ESA –	Agencia Europea del Espacio
ESF –	Fundación Europea de la Ciencia
ESPRIT –	Programa Estratégico Europeo de Investigación en Tecnología de la Información
ESRF –	Fundación Europea de Radiación Sincrotrón
EUREKA –	Agencia de Coordinación de la Investigación Europea
EUROTRA –	Traducción Europea
FEDER –	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
FIS –	Fondo de Investigaciones Sanitarias
FLAIR –	Investigación Agroindustrial Relacionada con los Alimentos
GAME –	Grupo Activador de la Microelectrónica en España
I+D –	Investigación y Desarrollo
IEO –	Instituto Español de Oceanografía
ILL –	Instituto Max Von Lave–Paul Langevin

INIA –	Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
INTA –	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
IRIS –	Interconexión de Recursos Informáticos
ISI –	Institute for Scientific Information
ITGE –	Instituto Tecnológico Geominero de España
JOULE –	Oportunidades Conjuntas para el Suministro de Energía No Convencional o a Largo Plazo
LEST –	Programa Large Earth-based Solar Telescope
LRU –	Ley de Reforma Universitaria
MAPA –	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MEC –	Ministerio de Educación y Ciencia
MAST –	Ciencia y Tecnología Marinas
MERCURIO –	Programa Hispano-francés de intercambio de investigadores
MIDAS –	Movilización de la Investigación, el Desarrollo y las Aplicaciones de los Superconductores
MINER –	Ministerio de Industria y Energía
ODP –	Programa de Perforación del Océano
OPI –	Organismo Público de Investigación
ORFEUS –	Observatorio y Medios de Investigación para la Sismología Europea
OTC –	Centro Oficial de Ensayos
OTRI –	Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación
OTT –	Oficina de Transferencia de Tecnología
PETRI –	Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación
PGC –	Promoción General del Conocimiento
PIB –	Producto Interior Bruto

PNB –	Producto Nacional Bruto
RACE –	Investigación de Tecnologías Avanzadas de Comunicaciones en Europa
SCIENCE –	Fomento de la Cooperación Internacional y de los Intercambios Necesarios a los Investigadores en Europa
SCTI –	Sistema Ciencia–Tecnología–Industria
SGPN –	Secretaría General del Plan Nacional
SPES –	Programa de Fomento para las Ciencias Económicas
SPRINT –	Programa Estratégico para la Innovación y Transferencia de Tecnología
STD –	Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
STEP –	Ciencia y Tecnología para la Protección del Medio Ambiente
STRIDE –	Ciencia y Tecnología para la Investigación y el Desarrollo Regional
TELEMAN –	Telemanipulación en ambientes nucleares peligrosos y alterados
UNESCO –	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
VALUE –	Valorización y Utilización de la I+D Europea
WIPO –	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual





Secretaría General del

**Plan Nacional de I+D**

COMISION INTERMINISTERIAL  
DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Rosario Pino, 14-16  
Teléf. 572 00 98  
Telefax 571 57 81 - Télex 49692 POLCI E  
28020 MADRID