



Plan Nacional de I+D

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



COMISION INTERMINISTERIAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

R/058:001

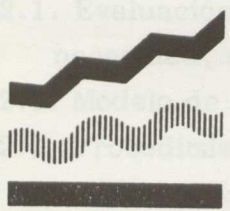
ESP

R-14721

R/058:001
ESP

INDICE

	<u>Página</u>
1. Política de Ciencia y Tecnología: Consideraciones teóricas y evolución del Sistema Internacional de Ciencia, Tecnología e Industria.....	1
1.1. Bienestar económico, Ciencia y Tecnología.....	2
1.2. Naturaleza de la Política Científica y Tecnológica.....	6
1.3. Evolución del Sistema de Ciencia y Tecnología.....	9
1.4. Marco Comunitario de la Política Científica y Tecnológica.....	15
1.4.1. El entorno económico y político de la investigación en la CE.....	23
1.4.2. Los Programas Marco de I+D.....	31
2. Sistema de Evaluación del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.....	47



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

MEMORIA APROBADA POR EL CONSEJO DE MINISTROS EN SU REUNION DE 12 DE JULIO DE 1991

R-78.050



100:001
929

100:001



R. 6844

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: 176-91-117-0

ISBN: 84-369-2003-1 (Obra completa)

ISBN: 84-369-2001-5 (Tomo I)

Depósito Legal: M-27028-1991

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



100:001

INDICE

	<u>Página</u>
1. Política de Ciencia y Tecnología: Consideraciones teóricas y evolución del Sistema internacional de Ciencia, Tecnología e Industria.....	1
1.1. Bienestar económico, Ciencia y Tecnología.....	2
1.2. Naturaleza de la Política Científica y Tecnológica.....	6
1.3. Evolución del Sistema de Ciencia y Tecnología.....	9
1.4. Marco Comunitario de la Política Científica y Tecnológica.....	15
1.4.1. El entorno económico y político de la investigación en la CE.....	15
1.4.2. Los Programas Marco de I+D.....	21
2. Sistema de Evaluación del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.....	27
2.1. Evaluación de la Política Científica y Tecnológica: necesidad, dificultades y opciones.....	27
2.2. Modelo de evaluación del Plan Nacional de I+D.....	29
2.3. Procedimiento de evaluación.....	34
3. Evolución reciente del Sistema español de Ciencia y Tecnología.....	37
3.1. Gasto y financiación de las actividades de I+D.....	39
3.2. Investigadores y personal de I+D.....	44

3.3. Producción científica y tecnológica.....	49
3.4. Efectos económicos globales del Sistema de Ciencia y Tecnología.....	63
INDICE	
4. Desarrollo del Plan Nacional de I+D en 1988-1990.....	69
4.1. Origen y naturaleza del Plan Nacional de I+D.....	69
4.1.1. Deficiencias históricas del Sistema de Ciencia y Tecnología.....	69
4.1.2. Antecedentes históricos.....	72
4.1.3. Plan Nacional de I+D: oportunidad, objetivos y estructura.....	75
4.1.4. Plan Nacional de I+D y Fondo Nacional de I+D (1988-1990).....	80
4.2. Fomento del Desarrollo Científico y Tecnológico: ejes de actividad.....	83
4.2.1. Proyectos de investigación.....	83
4.2.2. Acciones especiales.....	87
4.2.3. Infraestructura científico-técnica.....	87
4.2.4. Formación de Personal Investigador.....	88
4.2.5. Proyectos concertados: fomento de las activi- dades de I+D en las empresas.....	97
4.3. Planificación del Desarrollo Científico y Tecnoló- gico: los Programas del Plan Nacional.....	101
4.3.1. Programas Nacionales.....	103
4.3.1.1. Area de Calidad de Vida y Recursos Naturales.....	103
4.3.1.2. Area de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones.....	131
4.3.1.3. Area de Programas Socioculturales.....	152
4.3.1.4. Area de Programas Especiales y Hori- zontales.....	156

4.3.2. Plan Nacional de I+D y Comunidades Autónomas.....	164
4.3.3. Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento.....	169
4.4. Actuaciones en el ámbito de la coordinación.....	178
4.4.1. Ejes de actividad del Plan Nacional y coordi- nación sectorial.....	180
4.4.2. Articulación del Sistema Ciencia-Tecnología- Industria.....	184
* Red OTRI/OTT.....	187
* PETRI.....	196
* Proyectos concertados.....	201
* Ayudas para el intercambio de personal in- vestigador industrias-CPI.....	206
* Otras actuaciones de coordinación.....	208
4.4.3. Coordinación de fondos comunitarios con ac- tuaciones de ámbito nacional.....	212
4.5. Actuaciones de la CICYT en el ámbito internacional.....	221
4.5.1. Participación en la definición del Programa Marco.....	223
4.5.2. Promoción y seguimiento de la participación española en Programas Comunitarios.....	230
4.5.3. Otros Programas Internacionales.....	235
4.5.4. Programa de Ciencia y Tecnología para el De- sarrollo Quinto Centenario (CYTED-D).....	241
4.5.5. Relaciones científicas bilaterales.....	245
5. Evaluación global: una primera aproximación.....	249
5.1. Crecimiento y equilibrio del Sistema de Ciencia y Tecnología.....	250
5.2. Cobertura, concentración y articulación del Plan: aspectos generales.....	252

5.3. Capitalización del Sistema de Ciencia y Tecnología y Plan Nacional.....	255
5.4. Movilización del Sistema de Ciencia y Tecnología y Plan Nacional.....	257
5.5. Articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología y Plan Nacional.....	258
6. Revisión de los Programas del Plan Nacional de I+D para 1992-1995.....	269
6.1. Fomento del Sistema de Ciencia y Tecnología y revisión del Plan Nacional.....	272
6.2. Planificación del Sistema de Ciencia y Tecnología y revisión del Plan Nacional.....	273
6.2.1. Programas en el área de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones.....	274
6.2.2. Programas en el área de Calidad de Vida y Recursos Naturales.....	277
6.2.3. Programas en el área de Estudios Sociales, Económicos y Culturales.....	278
6.2.4. Otros Programas.....	279
6.3. Coordinación del Sistema de Ciencia y Tecnología y revisión del Plan Nacional de I+D.....	282
6.4. Escenario presupuestario.....	283
ANEXO 6.A Area de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones.....	289
ANEXO 6.B Area de Calidad de Vida y Recursos Naturales.....	297
ANEXO 6.C Area de Estudios Sociales, Económicos y Culturales....	305
GLOSARIO DE SIGLAS	

1. POLITICA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA: CONSIDERACIONES TEORICAS Y EVOLUCION DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INDUSTRIA

El sentido y magnitud de los efectos del Sistema de Ciencia y Tecnología sobre el bienestar económico y social legítima, en última instancia, la atención y recursos prestados por las autoridades públicas al diseño y ejecución de la Política Científica y Tecnológica. Aun cuando parece indudable que el cambio técnico es uno de los factores determinantes del desarrollo económico, sólo recientemente se ha procedido a estudiar con profundidad su naturaleza y efectos. Las evidencias reveladas por los estudios realizados -juntamente con la consideración de las relaciones entre el Sistema de Ciencia y Tecnología y el entorno económico y social-, permiten enmarcar el análisis de los efectos del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (Plan Nacional de I+D) dentro de los indicadores de bienestar económico de nuestro país. A este respecto, no cabe ignorar la vertiente extraeconómica del bienestar general. En efecto, los rendimientos del Sistema de Ciencia y Tecnología pueden tener efectos notables sobre el medio ambiente, la salud pública o, simplemente, el conocimiento que la comunidad tiene acerca de su pasado y presente. La dificultad de estimar el impacto del Sistema de Ciencia y Tecnología sobre los argumentos extraeconómicos del bienestar general no debe conducir a su olvido.

Al igual que cualquier otra política económica, la Política de Ciencia y Tecnología, en tanto que guía de la actividad pública en el Sistema, requiere una justificación que va más allá de la simple constatación de los efectos beneficiosos de las actividades de I+D. Es pertinente, por tanto, valorar el Plan Nacional desde la perspectiva de los argumentos que legitimaron su aprobación.

Finalmente, y como criterio general adicional de contraste, parece conveniente examinar la evolución reciente del Sistema de Ciencia y Tecnología en los países de nuestro entorno, con el objeto de juzgar la adecuación del Plan a las trayectorias observadas en la tecnología en esos países.

La evaluación de la racionalidad y eficacia de las acciones públicas desarrolladas en el marco del Plan Nacional de I+D tropieza con algunas dificultades que, sin embargo, no eximen de la obligación de proceder a tal tipo de ejercicio. En definitiva, el análisis sobre el funcionamiento real del Sistema de Ciencia y Tecnología a lo largo de los tres últimos años debe permitir una mejor fundamentación de las decisiones sobre la materia, que han de ser necesariamente adoptadas en los próximos años. Considérese, pues, la evaluación del Plan como el resultado de una reflexión precisa acerca de los problemas, dificultades y resultados de la Política Científica y Tecnológica española.

1.1. Bienestar económico, Ciencia y Tecnología

Si tenemos en cuenta las alteraciones que en el campo político y económico se han producido en los últimos dos años, hoy más que nunca es difícil pronosticar la evolución a corto y medio plazo de la economía mundial. A este factor de incertidumbre hay que añadir las modificaciones de los flujos económicos internacionales y de la propia estructura productiva mundial que pueden derivarse de la nueva articulación de los bloques políticos internacionales. En todo caso, tales acontecimientos obligan a examinar detalladamente las enseñanzas extraídas de crisis económicas recientes y del papel desempeñado por el Sistema de Ciencia y Tecnología en la recuperación de la economía mundial.

Por lo que se refiere a España, durante el período de vigencia del Plan se ha llevado a cabo el proceso de integración de la economía española en la Comunidad Europea, así como la profundización de la unión económica y monetaria de ésta a través del desarrollo normativo del Acta Unica Europea. La apertura de la economía española a un mercado cada vez más sujeto a la lógica competitiva ha dado sus frutos. Sin querer establecer relaciones de causalidad, cabe constatar en el período de vigencia del Plan un crecimiento de la economía española solamente comparable al registrado en los años sesenta, una modernización profunda de sus estructuras productivas, y una contención de los niveles inflacionarios. La contrapartida de estos dos últimos hechos, cuya raíz común ha estado en la apertura de los mercados españoles a la competencia de los países comunitarios, ha sido el empeoramiento del saldo de la balanza comercial hasta límites preocupantes.

En estos momentos, existe cierta incertidumbre acerca del plazo en que deben materializarse los efectos del proceso de modernización y de

saneamiento financiero observado en las empresas españolas sobre su nivel de competitividad; tales efectos permitirían la inflexión de la trayectoria registrada por el déficit de la balanza comercial. Este factor de incertidumbre se añade a las posibles implicaciones de la crisis del Golfo Pérsico sobre el signo de la política económica española.

En este contexto, conviene mirar hacia atrás para aprovechar las enseñanzas derivadas de la crisis económica de los años 70 y 80. Es una opinión unánimemente compartida que tal crisis, cuyo detonante fue también el incremento súbito de los precios del petróleo, respondió a algo más que a las simples alteraciones de los precios relativos, a las rigideces de los mercados y a la aparición de nuevos países competidores. Por una parte, estudios recientes revelan el carácter microeconómico de aquella crisis; por otra, las nuevas aportaciones de la teoría de los ciclos económicos indican que el período comprendido entre finales de los años 60 y el momento actual es la culminación de un ciclo económico de larga duración y se caracteriza por el agotamiento de las oportunidades brindadas por la tecnología disponible y por la caída del ritmo de innovación de producto, en beneficio de la incorporación de progreso técnico sustitutivo de trabajo.

En el mismo sentido, algunos estudios empíricos recientes que se desprenden de la teoría citada, vinculan los ritmos de los ciclos largos de la economía con la intensidad de las innovaciones. Así, cabe conjeturar que en el último estadio de la fase depresiva de los ciclos económicos largos es cuando, por razones distintas, tiende a concentrarse temporalmente la constitución de la base tecnológica propia del ciclo siguiente; en definitiva, parece cierto que la introducción de las innovaciones de producto y de proceso parece haberse intensificado en los últimos años - como ya ocurrió en el último tercio del siglo pasado -, período que coincidió con el ciclo largo correspondiente a las tecnologías del acero y del ferrocarril.

En resumen, el período de vigencia del Plan Nacional de I+D coincide temporalmente con la reconstitución de la base tecnológica de la actividad económica. Este hecho, y no los más coyunturales del precio del petróleo, el saldo de la balanza comercial y el déficit presupuestario, es el que debe enmarcar la valoración de los esfuerzos públicos y privados en materia de I+D. En definitiva, el potencial de crecimiento a largo plazo de la economía española dependerá fundamentalmente del ritmo de incorporación de la nueva base tecnológica a las actividades económicas.

Tradicionalmente, en el análisis económico se ha prestado escasa atención al proceso de generación y efectos económicos del cambio técnico. Tales efectos han sido tratados como un residuo, una vez descontados los efectos de la evolución de los factores productivos convencionales sobre las magnitudes de producto. La constatación de la caída del crecimiento de la productividad de los factores convencionales, registrada en los últimos años en una buena parte de los países occidentales, como muestra el Cuadro 1.1, ha inducido a algunos estudiosos a ocuparse del proceso de generación del cambio técnico y de sus efectos sobre la productividad.

En este contexto, estudios recientes muestran que los efectos económicos de las actividades de I+D están ligados fundamentalmente a fenómenos de difusión de los conocimientos y de la tecnología. Así, se comprueba que la rentabilidad social de estas inversiones supera ampliamente las estimaciones referentes a la rentabilidad apropiable por los agentes privados ejecutores de la inversión. La diferencia entre ambas rentabilidades responde, en última instancia, a las características económicas de la tecnología, bien sujeto a externalidades y a problemas de apropiabilidad. En todo caso, no cabe duda alguna acerca de la importancia de los efectos de dichas inversiones sobre las magnitudes de producto y también acerca de que tales efectos se derivan esencialmente de la difusión de la tecnología. Cuanto más permeable a la transmisión de conocimientos es un sistema productivo, más rentable es socialmente la inversión en I+D, y mayor el crecimiento económico.

Siendo tan relevantes los efectos del fenómeno de difusión, parece conveniente desentrañar su naturaleza. Los efectos excedentarios de la inversión en I+D por parte de un agente privado están ligados a dos tipos de procesos. En primer lugar, la I+D realizada en un sector tiene, junto con los efectos sobre la productividad del sector derivados de la disminución de los costes en el caso de las innovaciones de proceso o de la apertura de mercados en el de las innovaciones de producto, repercusiones sobre otros sectores. Así, si la industria innovadora suministra inputs empleados por sectores situados "aguas abajo", las innovaciones en aquélla darán lugar a un incremento del valor económico de esos inputs sin una contrapartida exacta en la variación de los precios correspondientes.

En segundo lugar, el desarrollo de una innovación en un sector puede dar lugar a nuevas ideas, impulsar líneas de investigación u

CUADRO 1.1: EVOLUCION DE LA PRODUCTIVIDAD. TASAS ACUMULATIVAS ANUALES

	Productividad Global (a)			Productividad del Trabajo(b)			Productividad del Capital		
	1960-73	1973-79	1979-88	1960-73	1973-79	1979-88	1960-73	1973-79	1979-88
Estados Unidos	1,6	-0,4	0,4	2,2	0,0	0,8	0,2	-1,1	-0,4
Japón	6,0	1,5	2,0	8,6	3,0	3,2	-2,5	-3,1	-1,7
Alemania	2,6	1,7	0,7	4,5	3,1	1,6	-1,4	-1,1	-1,1
Francia	4,0	1,7	1,6	5,4	3,0	2,6	0,9	-1,0	-0,5
Italia	4,6	2,2	1,0	6,3	3,0	1,6	0,3	0,3	-0,6
Reino Unido	2,3	0,6	1,8	3,6	1,5	2,4	-0,6	-1,5	0,4
Canadá	2,0	0,7	0,3	2,8	1,5	1,5	0,5	-0,7	-2,0
Austria	3,4	1,3	0,9	5,8	3,2	2,0	-2,3	-3,2	-1,8
Bélgica	3,8	1,4	1,2	5,3	2,8	2,3	0,4	-1,9	-1,3
Dinamarca	2,8	1,2	1,0	4,3	2,6	1,7	-1,0	-2,2	-0,9
Finlandia	3,4	1,7	2,3	5,0	3,4	3,2	0,1	-1,8	0,3
Grecia	5,8	1,5	-0,7	8,8	3,4	0,1	-1,0	-2,7	-2,6
Irlanda	4,1	2,6	2,5	5,0	3,6	3,9	2,0	0,2	-0,9
Holanda	3,0	1,4	0,8	4,8	2,7	1,6	-0,6	-1,3	-0,9
Noruega	3,6	-0,4	1,4	4,1	0,1	2,0	0,9	-2,9	-1,6
España	4,1	1,5	2,1	6,0	3,5	3,4	-1,8	-4,9	-1,9
Suecia	2,9	0,5	1,2	4,1	1,5	1,8	0,0	-1,9	-0,6
Suiza	1,9	-0,4	0,8	3,2	0,8	1,6	-1,9	-3,8	-1,2
Australia	1,7	0,8	0,5	2,7	2,2	1,1	-0,4	-1,8	-0,6
Nueva Zelanda	1,1	-2,1	0,7	1,8	-1,5	1,4	-0,5	-3,4	-0,7
OCDE Europa	3,3	1,4	1,2	5,0	2,6	2,1	-0,4	-1,4	-0,7
OCDE	2,9	0,6	0,9	4,1	1,4	1,6	-0,4	-1,5	-0,8

a) El crecimiento de la productividad global es una medida ponderada de los crecimientos de las productividades de los factores capital y trabajo. Las ponderaciones se ajustan sobre medias simples de las partes de salarios y excedentes en cada periodo.

b) Productividad por personas empleadas.

Fuente: OCDE



orientar nuevos desarrollos en otros sectores. Por ejemplo, la invención de fibras sintéticas en la industria química dio lugar a nuevos desarrollos en la industria textil; los descubrimientos realizados en el contexto de la exploración del espacio están dando lugar a mejoras tecnológicas relevantes en la industria del automóvil, de la microinformática o de la conservación de alimentos; etc. Este segundo canal de difusión de la tecnología se sustenta en un cierto número de mecanismos. En gran medida, la difusión de la información responde a complejos procesos de interacción social, publicaciones, conferencias, seminarios, etc., pero probablemente el mecanismo más eficaz es el relacionado con la movilidad del capital humano. No en vano, los conocimientos son una forma de proceso técnico incorporado a este factor de producción.

De lo dicho anteriormente debe deducirse que la valoración de los esfuerzos públicos en materia de I+D, sobre todo desde el punto de vista del establecimiento del marco institucional, debe prestar atención primordial a la configuración de mecanismos de difusión de conocimientos tecnológicos. Tal es un criterio de valoración adicional del Plan Nacional de I+D.

1.2. Naturaleza de la Política Científica y Tecnológica

Tradicionalmente, la Política Científica y Tecnológica ha adquirido justificación -en tanto que orientación y estímulo del cambio técnico- en la naturaleza del proceso de investigación y desarrollo y, más concretamente, en las características económicas del bien denominado tecnología. Recientemente, se ha sumado a este género de argumentaciones otro vinculado con la naturaleza de los mercados modernos y con los efectos dinámicos del cambio técnico. El Plan Nacional de I+D, en tanto que programación a largo plazo de los esfuerzos públicos en materia de Ciencia y Tecnología, debe ser valorado a la luz de la evolución de los hechos relacionados con las justificaciones mencionadas, durante su período de vigencia.

Es sabido que la generación de tecnología, así como su difusión, están sujetas a problemas de incertidumbre, apropiabilidad e indivisibilidad. La dificultad de predecir los resultados económicos de un proyecto de I+D resta incentivos a los agentes privados para su realización y financiación. Aunque la incertidumbre afecta a todas las decisiones empresariales, es juicio unánimemente compartido que es superior en las decisiones vinculadas a la generación de tecnología. En este sentido,

conviene recordar lo señalado más arriba: el período de vigencia del Plan se ha caracterizado por la aparición de cambios profundos en el horizonte económico de las empresas españolas. La apertura de éstas a la competencia internacional y las modificaciones de este entorno han incrementado sustancialmente el nivel de incertidumbre sufrido por las empresas españolas.

En este contexto, el Plan Nacional debía, como así ha sido, compensar con un mayor esfuerzo público en I+D los efectos negativos que la incertidumbre de los mercados podía provocar en el esfuerzo privado. Sin embargo, conviene constatar que las empresas españolas son cada vez más sensibles a la necesidad de fundamentar sus posiciones competitivas en el factor tecnológico. Algunas evidencias empíricas procedentes de encuestas realizadas en las empresas industriales españolas en los últimos años revelan que para éstas la adaptación de sus estrategias al nuevo marco competitivo estriba, en primer lugar, en el desarrollo de un mayor esfuerzo en materia de tecnología.

La contrapartida del fenómeno de difusión de la tecnología es el problema de apropiabilidad del output del proceso de Investigación y Desarrollo. Es bien sabido que el coste de reproducción de la información es muy bajo, siendo difícil establecer mecanismos de uso excluyente de la misma. Este problema resta incentivos a la ejecución y financiación de proyectos de I+D por parte de los agentes privados y justifica la existencia de una iniciativa pública en materia de ejecución de proyectos tecnológicos.

La tercera justificación de carácter tradicional está relacionada con la masa crítica precisa para el desarrollo de proyectos de I+D. Así, cabe constatar que un número limitado de empresas españolas realizan actividades de I+D de carácter formal, es decir, computables a efectos estadísticos. La iniciativa privada carece, en general, de incentivos para asumir los costes de coordinación de equipos aislados encaminados a superar los umbrales de masa crítica; de ahí que, en ausencia de intervención pública, el nivel de esfuerzo global en materia de generación y difusión de tecnología sea inferior al socialmente deseable. No es preciso señalar a este respecto, como se ha apuntado más arriba, que la estructura empresarial española se apoya fundamentalmente en pequeñas y medianas empresas.

El Plan Nacional tenía que prestar atención a este hecho y también a que, por razones distintas, empieza a ser un fenómeno de carácter

general la articulación de las tareas investigadoras sobre la base del establecimiento de redes más o menos formales de cooperación. A este respecto, cabe señalar que este mecanismo no solamente permite alcanzar las citadas masas críticas, sino que constituye una solución eficiente al problema de concentración de riesgos económicos derivados de la incertidumbre de los resultados comerciales de la investigación. Así, es bien conocido que en los últimos años se viene produciendo un incremento considerable de los costes de generación y desarrollo de las innovaciones tecnológicas. La fórmula de la cooperación precompetitiva en materia de investigación puede resolver satisfactoriamente este problema.

De todo lo anterior debe concluirse que el escenario económico del Plan Nacional requeriría la participación directa de las Administraciones Públicas -mediante centros públicos de investigación- en la realización de actividades de I+D, sobre todo en aquellas fases del proceso -investigación básica y aplicada- en las que los problemas de incertidumbre, inapropiabilidad e indivisibilidad se presentan con una mayor intensidad. Ello a su vez acompañado del desarrollo del marco institucional que permite asegurar la difusión de los resultados del proceso de I+D y fomentar su aplicación a las actividades económicas.

Además de los argumentos tradicionales, conviene traer a colación justificaciones de la Política Científica y Tecnológica planteados en los últimos años. En primer lugar, uno de los problemas más relevantes que afectan a la intensidad del esfuerzo privado en materia de I+D es el de su financiación. La dificultad de valorar a priori los resultados económicos de un proyecto de I+D reduce el interés de las entidades financieras a la hora de suministrar fondos a las empresas privadas. Se producen así situaciones de asimetría de información entre el promotor del proyecto y la entidad financiera, que reducen la probabilidad de que el proyecto sea realizado; estas situaciones son de diversos tipos tales como, por ejemplo, de azar moral o de selección adversa. Este problema económico tiene una solución de carácter institucional, que consiste en la existencia de intermediarios cuya función primordial sea la valoración económica y tecnológica de los proyectos. El carácter público de aquéllos asegura la ausencia de incentivos para la adopción de conductas oportunistas que impliquen una valoración de los proyectos no ajustada a las señales. La creación y eficacia de mecanismos de intermediación y de evaluación de proyectos es precisamente un criterio complementario para valorar las iniciativas públicas desarrolladas al amparo del Plan Nacional.

Un último argumento a favor de la intervención pública en el proceso de I+D, que hunde sus raíces en la estructura y funcionamiento de los mercados modernos, está vinculado a la política industrial estratégica. Al igual que las empresas, las autoridades públicas deben formular políticas estratégicas que permitan afianzar las posiciones competitivas de sus empresas en mercados generalmente oligopolistas. Siendo la tecnología una fuente primordial de ventajas competitivas, parece obvia la necesidad de que las autoridades públicas orienten sus políticas estratégicas sobre la base de la generación y adopción de innovaciones tecnológicas por parte de las empresas. Con independencia del carácter de tal intervención, es indudable que una política estratégica activa exige la coordinación en torno al vector tecnológico de las actuaciones sectoriales tendentes al fortalecimiento de las ventajas competitivas de las empresas. Este planteamiento obliga a valorar las iniciativas desarrolladas al amparo del Plan Nacional en tanto hayan permitido establecer un marco único de actuación.

El examen de los argumentos justificativos de la Política Científica y Tecnológica sugiere un conjunto de criterios de evaluación del Plan Nacional de I+D. Así, es preciso prestar atención a cuatro funciones primordiales de la Política Científica y Tecnológica: primero, el esfuerzo público, ejecutor y financiador, en materia de I+D; segundo, los efectos de las actuaciones públicas sobre la difusión de los conocimientos técnicos y sobre el propio esfuerzo privado en materia de ejecución y financiación de proyectos de I+D; tercero, el ritmo de acumulación de capital humano conectado con la actividad tecnológica; y cuarto, el desarrollo de un marco institucional orientado a la adopción de una Política Científica y Tecnológica única y debidamente armonizada con las políticas microeconómicas de orden sectorial.

1.3. Evolución del Sistema de Ciencia y Tecnología

Las evidencias teóricas y empíricas de la teoría de los ciclos largos sugieren que la base tecnológica del ciclo económico apenas iniciado se constituirá a partir de un número reducido de avances clave. Entre ellos, presentan especial importancia tres familias tecnológicas: Tecnologías de la Información, Biotecnología, y Tecnologías de Nuevos Materiales. De entrada conviene señalar la dificultad para delimitar de manera precisa el ámbito tecnológico y de aplicación de cada una de estas familias.

El hecho de que las familias tecnológicas citadas tengan un impacto intersectorial desigual debe ser tenido en cuenta a la hora de establecer prioridades acerca del destino de los esfuerzos públicos, presupuestarios e institucionales, con el objeto de multiplicar su impacto sobre el bienestar económico. Evidentemente, las prioridades de las políticas nacionales de ciencia y tecnología no deben derivarse mecánicamente de la magnitud del impacto intersectorial registrado a escala internacional. No es necesario señalar que la orientación de tales políticas debe responder también al perfil de especialización de la economía nacional y a la naturaleza de los recursos investigadores disponibles.

Son características comunes de las familias tecnológicas reseñadas su polivalencia y su conexión con la infraestructura científica. La primera constituye un rasgo que las diferencia de avances tecnológicos anteriores. Así, la OCDE insiste en el carácter "sistémico" de las nuevas tecnologías, entendiendo por tal que las innovaciones técnicas correspondientes tienen una incidencia intersectorial, que está estrechamente relacionada con las acepciones del fenómeno de difusión establecidas más arriba. En definitiva, la explotación social de las oportunidades tecnológicas vía fenómenos de difusión se sustenta en el proceso de generación y difusión de las familias tecnológicas mencionadas. Así, cabe señalar que no deben identificarse nuevas tecnologías con nuevos sectores de actividad, al menos en el sentido estadístico de las clasificaciones sectoriales al uso. En efecto, las nuevas tecnologías dan lugar a nuevos productos, pero su impacto fundamental está asociado a modificaciones de procesos y productos en sectores tradicionales. Tal como indica un estudio reciente de la Comisión de las Comunidades Europeas, el 60% del output asociado a la actividad fabril de los sectores "productores" de nuevas tecnologías está destinado al consumo intermedio y a las inversiones en sectores tradicionales.

Junto a esta polivalencia intersectorial cabe precisar que, en gran medida, la evolución del Sistema de Ciencia y Tecnología está ligada a fenómenos de fertilización cruzada entre las familias tecnológicas emergentes. La principal implicación de este hecho es que no cabe, sin perjuicio del resultado final, especializar absolutamente un sistema tecnológico determinado en torno a un único vector de avance técnico.

La segunda característica indica que el avance técnico en tales familias tecnológicas, así como su aplicación, requiere una amplia infraestructura científica. Así, se puede comprobar la coincidencia entre la geografía de la dominación de los avances en las tres tecnologías

reseñadas y la distribución espacial del soporte científico correspondiente. No cabe, por tanto, disociar la Política Tecnológica de la Científica.

Volviendo al carácter polivalente de las familias tecnológicas reseñadas, algunos estudios realizados en el ámbito de la CE, fundamentados en un enfoque cross-section (transversal) de la estructura industrial, muestran que las tecnologías mencionadas afectarán a los procesos productivos de una gran parte de las ramas analizadas, que cubren todo el espectro de actividades productivas. Su desarrollo implicará la aparición de innovaciones de producto en aproximadamente la mitad de las ramas y sectores.

Los resultados de dichos estudios corroboran evidencias empíricas anteriores acerca de la importancia económica de las distintas familias tecnológicas. El Gráfico 1.1 muestra la evolución en la economía estadounidense de la población activa por sector de actividad: más de la mitad de la población activa está empleada en sectores de actividad relacionados con la información y las comunicaciones; se espera que tal proporción alcance dos tercios en el año 2000. Por otra parte, parece existir una relación entre la importancia del impacto intersectorial de las familias tecnológicas, que está vinculado a la rentabilidad social de la inversión en ellas, y el grado de atractivo para los agentes privados de las mismas. El Gráfico 1.2 evidencia este extremo, pues muestra que el interés para las empresas estadounidenses de capital riesgo se concentra en las familias tecnológicas contempladas.

Estas deben constituir, pues, los focos de atención de la Política Científica y Tecnológica. La importancia de tal extremo obliga a delimitar de forma precisa las familias tecnológicas mencionadas.

Las Tecnologías de la Información comprenden tres niveles tecnológicos diferentes que, dispuestos de acuerdo con su tipo de incidencia, agrupan tres entornos de actividad distintos. El primero, de carácter horizontal, lo constituyen las tecnologías soporte que engloban la Microelectrónica y la Fotónica. El segundo, de carácter vertical, se refiere a la Informática y tecnologías relativas a su uso y aplicaciones, entre las que puede señalarse por su importancia la Automatización Avanzada. El tercero, también vertical, incide sobre las Comunicaciones, abarcando transmisión, recepción y procesamiento de señales portadoras de información, tanto por medios guiados como no guiados.

GRAFICO 1.1: POBLACION ACTIVA POR TIPO DE ACTIVIDAD (%)

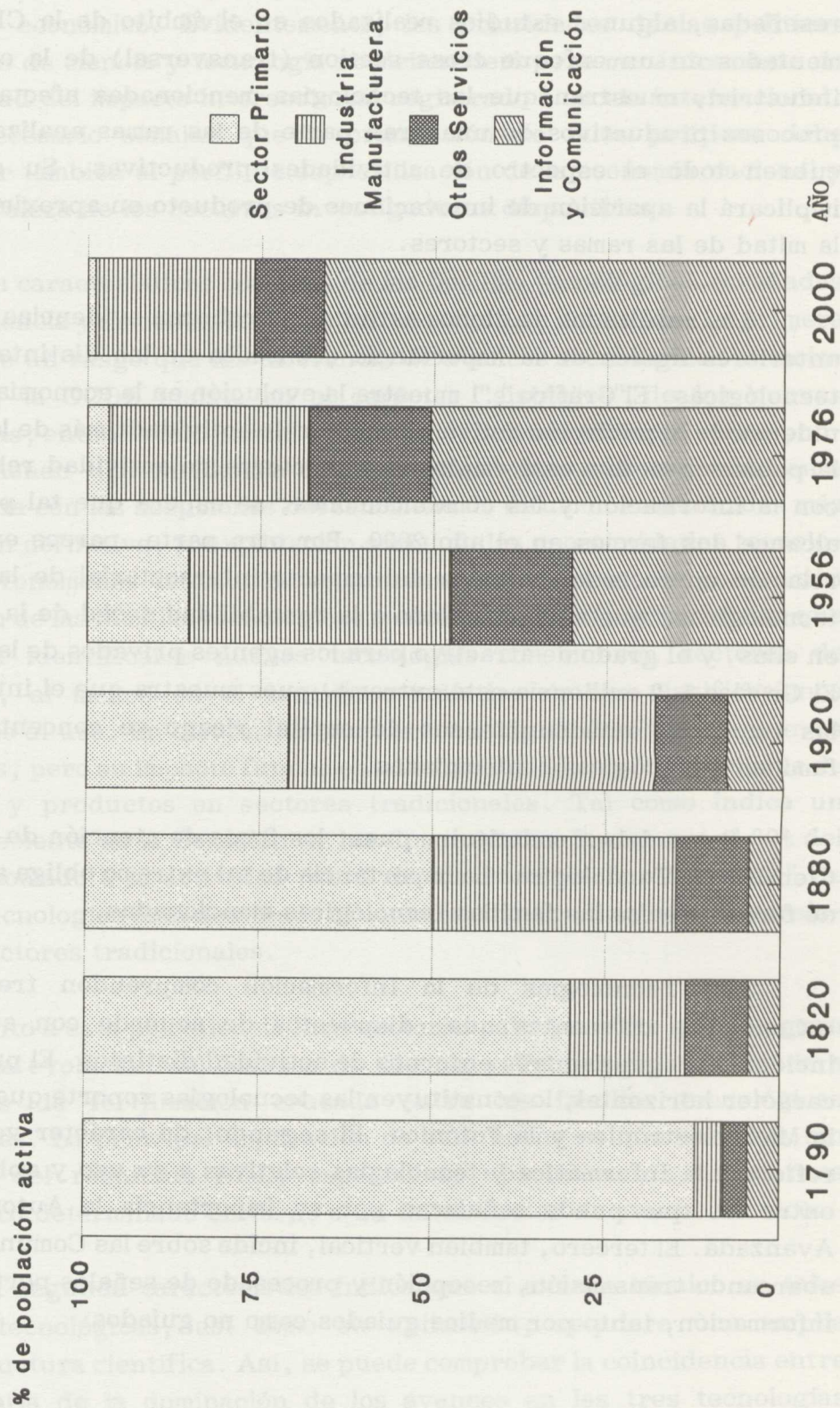
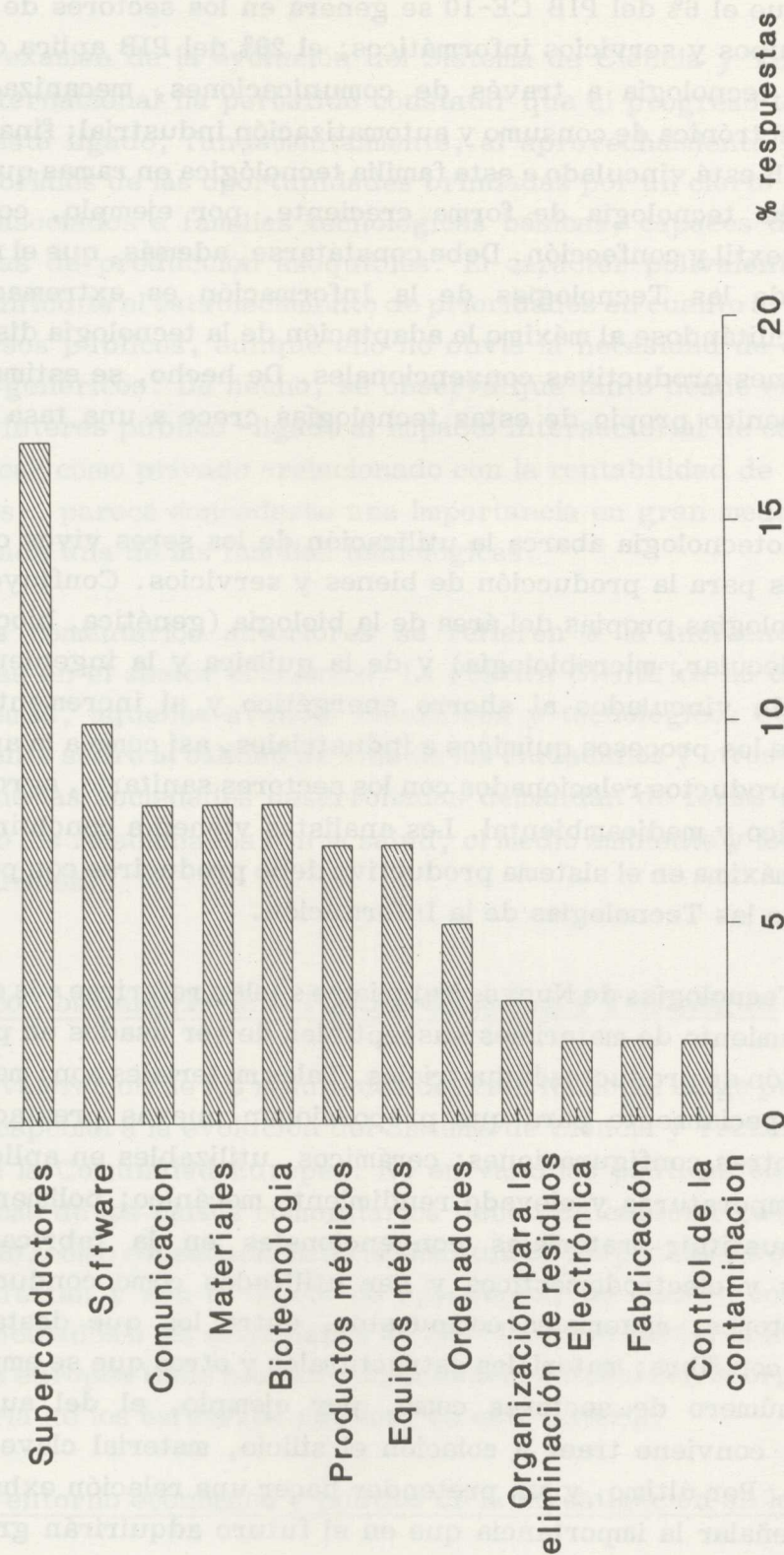


GRAFICO 1.2: CAMPOS DE PARTICULAR INTERES PARA LAS EMPRESAS ESTADOUNIDENSES DE CAPITAL RIESGO EN 1988 (*)



(*) Sectores más frecuentemente mencionados de una selección de 40. Encuesta de 200 empresas estadounidenses de capital riesgo llevada a cabo por 'High Technology Business Research', marzo 1988



La importancia económica de esta familia tecnológica es obvia si se considera que el 6% del PIB CE-10 se genera en los sectores de componentes, equipos y servicios informáticos; el 29% del PIB aplica directamente esta tecnología a través de comunicaciones, mecanización de oficinas, electrónica de consumo y automatización industrial; finalmente, el 20% del PIB está vinculado a esta familia tecnológica en ramas que hacen uso de dicha tecnología de forma creciente, por ejemplo, comercio, automóvil, textil y confección. Debe constatar,se, además, que el ritmo de desarrollo de las Tecnologías de la Información es extremadamente elevado, facilitándose al máximo la adaptación de la tecnología disponible a las funciones productivas convencionales. De hecho, se estima que el progreso técnico propio de estas tecnologías crece a una tasa del 20% anual.

La Biotecnología abarca la utilización de los seres vivos o de sus componentes para la producción de bienes y servicios. Confluyen en la familia tecnologías propias del área de la biología (genética, bioquímica, biología molecular, microbiología) y de la química y la ingeniería. Sus efectos están vinculados al ahorro energético y al incremento de la eficiencia de los procesos químicos e industriales, así como a la aparición de nuevos productos relacionados con los sectores sanitario, agroalimentario, químico y medioambiental. Los analistas vienen a concluir que su incidencia máxima en el sistema productivo debe producirse con posterioridad a la de las Tecnologías de la Información.

Las Tecnologías de Nuevos Materiales suelen referirse a la elaboración y tratamiento de materiales susceptibles de ser usados en procesos de fabricación de productos industriales. Tales materiales son: metálicos, tratados especialmente para que proporcionen nuevas prestaciones y adquieran otras configuraciones; cerámicos, utilizables en aplicaciones de altas temperaturas y elevado rendimiento mecánico; polímeros, que permiten sustituir materiales convencionales en la fabricación de automóviles y electrodomésticos y ser utilizados como conductores y semiconductores; materiales compuestos, entre los que destacan los reforzados con fibra; materiales estructurales y otros que se emplean en un buen número de sectores como, por ejemplo, el del automóvil; finalmente, conviene traer a colación el silicio, material clave para la informática. Por último, y sin pretender hacer una relación exhaustiva, conviene señalar la importancia que en el futuro adquirirán grupos de materiales como los biomateriales, por su importancia en el sector sanitario, y otros de carácter orgánico, como los cristales líquidos, cuya

incidencia en futuras líneas de la Microelectrónica o la Fotónica puede alterar las actuales configuraciones.

El examen de la evolución del Sistema de Ciencia y Tecnología a escala internacional ha permitido constatar que el progreso tecnológico general está ligado, fundamentalmente, al aprovechamiento y difusión intersectoriales de las oportunidades brindadas por un cierto número de avances asociados a familias tecnológicas básicas, capaces de generar tecnologías de producción asequibles. El carácter polivalente de esos avances dificulta el establecimiento de prioridades en cuanto al destino de los recursos públicos, aunque ello no obvia la necesidad de establecer criterios genéricos. De hecho, se observa que tanto desde el punto de vista del interés público -ligado al impacto intersectorial de cada familia tecnológica- como privado -relacionado con la rentabilidad de los fondos invertidos-, parece concederse una importancia en gran medida coincidente a cada una de las familias tecnológicas.

Los comentarios anteriores se refieren a la incidencia de las tecnologías en el sector económico. La Política Científica ha de contemplar, además, aquellos avances científicos y tecnológicos que inciden directamente sobre la calidad de vida de los ciudadanos y otros de interés social, que las sociedades desarrolladas demandan de forma creciente, tales como los relacionados con la salud, el medio ambiente y los aspectos socioculturales.

1.4. Marco Comunitario de la Política Científica y Tecnológica

La valoración de los resultados del Plan Nacional exige prestar una atención especial a la evolución del Sistema de Ciencia y Tecnología en el ámbito de la Comunidad Europea. No en vano las políticas científicas y tecnológicas de los países comunitarios tienen un carácter cada vez más concertado, como consecuencia de la similitud de los problemas económicos que les afectan y con el objeto de aprovechar de manera conjunta los logros vinculados a las actividades de I+D. Por otra parte, la integración económica europea tiene una correspondencia natural con la organización comunitaria de los esfuerzos públicos en esta materia.

1.4.1. El entorno económico y político de la investigación en la CE

La Comunidad representa el mayor mercado potencial del mundo industrializado en cuanto a población (323 millones de habitantes en 1987,

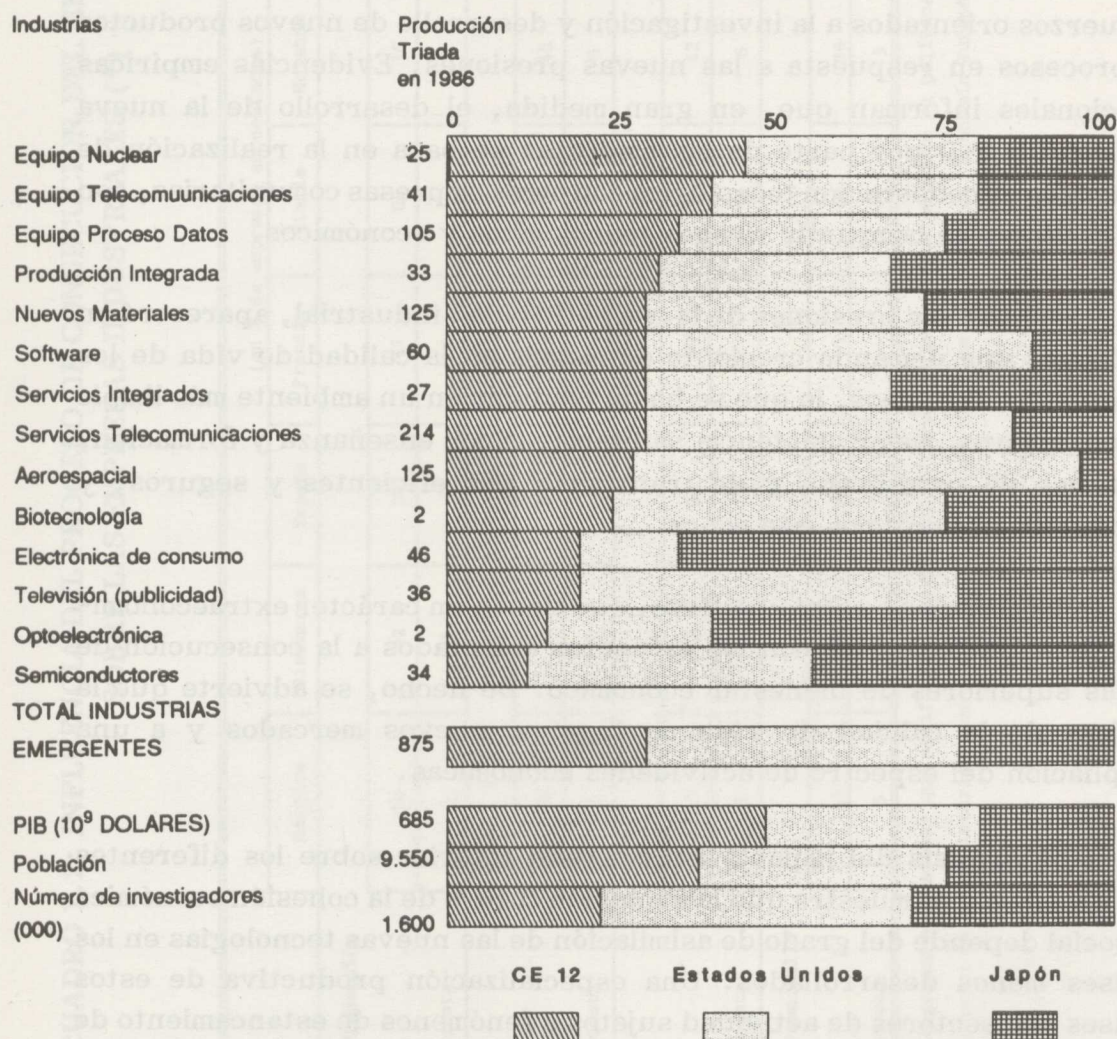


frente a 244 en EEUU y 122 en Japón). Su Producto Nacional Bruto (PNB) (4,2 billones de ECU en 1988) se acerca al de EEUU (4,3) y supera ampliamente el de Japón (2,6). En cuanto a la producción industrial, ocurre lo mismo: la Comunidad sólo es superada por EEUU. La participación comunitaria en el comercio mundial equivale a 1,2 veces la de EEUU, y es el doble de la de Japón.

Sin embargo, y como es sabido, el crecimiento del PIB de la CE en la última década ha sido inferior al registrado por los principales bloques económicos competidores, es decir, Estados Unidos y Japón. Igualmente, Europa experimenta un cierto retraso en la evolución del nuevo Sistema de Ciencia y Tecnología. De hecho, la contribución de los sectores de actividad de tecnología avanzada al PIB global registra cotas inferiores en Europa. Con todo, algunas evidencias empíricas parecen indicar que la situación de la Comunidad puede cambiar a lo largo de la próxima década. Así, las industrias más avanzadas de Estados Unidos están sufriendo un cierto retroceso, según indica la evolución negativa del saldo de la balanza de comercio exterior de alta tecnología. Ello, juntamente con las perspectivas de estancamiento a causa de la magnitud de los déficits exterior y presupuestario, puede perjudicar la posición competitiva de la economía americana en los próximos años. Siendo importantes las perspectivas de crecimiento de la economía europea, ésta tiene la oportunidad de paliar la brecha que la aparta de los otros dos bloques económicos. En todo caso, tal y como muestra el Gráfico 1.3, la participación de la CE en la producción de bienes y servicios ligados a las nuevas tecnologías, que está en torno al 30% del total producido por los bloques mencionados, es inferior a su contribución al PIB total, que alcanza una cota próxima al 35%.

Los resultados alcanzados por la economía europea en términos de crecimiento y de situación competitiva en sectores de actividad vinculados a las nuevas tecnologías responden, por una parte, al nivel relativo de recursos asignados a las actividades de I+D y, por otra, a la propia organización de éstas en el ámbito comunitario. Es cierto que, en relación con los bloques competidores, Europa dedica una parte más reducida de su PIB a I+D. Con independencia de la relevancia económica de este hecho, es opinión general que los recursos destinados en Europa a la financiación de la I+D registran rendimientos también inferiores. Ello se debe a la ausencia de mecanismos de coordinación suficientes entre las políticas científicas y tecnológicas nacionales, lo cual da lugar a duplicidades, y también es debido a la brecha existente entre la consecución de innovaciones técnicas y su explotación productiva.

GRAFICO 1.3: PRODUCCION Y ESTRUCTURA DE ALGUNAS NUEVAS INDUSTRIAS DE LA TRIADA (CE, ESTADOS UNIDOS Y JAPON)



Las orientaciones actuales y futuras de la Política Científica y Tecnológica de las Comunidades Europeas están estrechamente vinculadas, por otra parte, al proceso de adaptación de la estructura industrial comunitaria a las nuevas condiciones derivadas del establecimiento del Mercado Unico. Un estudio reciente de la Comisión de las Comunidades Europeas sobre el impacto sectorial del Mercado Unico, muestra que el ajuste de las estructuras industriales debe asentarse sobre la base de la modificación de las estrategias empresariales; no es previsible, en este sentido, que se produzcan variaciones considerables de las actividades industriales en la geografía europea. El mismo estudio revela que una parte importante de las empresas comunitarias ha alterado sus estrategias. A este respecto, cabe señalar, como muestra el Cuadro 1.2, que el 55% de las empresas encuestadas tiene la intención de acentuar los esfuerzos orientados a la investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos en respuesta a las nuevas presiones. Evidencias empíricas adicionales informan que, en gran medida, el desarrollo de la nueva política de I+D por parte de las empresas se basa en la realización de acuerdos de cooperación tecnológica con otras empresas comunitarias, con el fin último de compartir riesgos tecnológicos y económicos.

Junto a las presiones de la competitividad industrial, aparecerá en el futuro una demanda creciente de mejora en la calidad de vida de los ciudadanos europeos, lo que se ha de traducir en un ambiente más limpio y más seguro, mejor asistencia sanitaria, mejor enseñanza y formación, sistemas de producción y de transporte más eficientes y seguros, y productos alimenticios más sanos.

La atención a estos objetivos, que tienen un carácter extraeconómico, no es incompatible con los esfuerzos orientados a la consecución de cotas superiores de bienestar económico. De hecho, se advierte que la mejora de la calidad de vida da lugar a nuevos mercados y a una ampliación del espectro de actividades económicas.

El análisis del impacto del Mercado Interior sobre los diferentes países miembros muestra que la evolución futura de la cohesión económica y social depende del grado de asimilación de las nuevas tecnologías en los países menos desarrollados. Una especialización productiva de estos países -en sectores de actividad sujetos a fenómenos de estancamiento de la demanda internacional- puede condenarlos a un crecimiento del nivel de bienestar inferior al registrado en los países comunitarios más avanzados. Así pues, la consecución del objetivo de cohesión exige también una definición de la Política Científica y Tecnológica comunitaria

**CUADRO 1.2: INFLUENCIA DEL PROCESO DE CONSECUION DEL MERCADO INTERIOR
SOBRE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES (*)**

(en % de empresas encuestadas)									
	Bélgica	Dinamarca	España	Francia	Italia	Holanda	Portugal	Reino Unido	CE
Equipamiento de Producción									
Efecto	50	82	25	73	62	36	52	43	61
Sin respuesta	1	3	6	14	--	3	--	10	6
Producción									
Efecto	70	64	61	77	55	45	18	66	63
Sin respuesta	1	3	8	--	--	5	--	7	3
Distribución									
Efecto	57	64	53	58	53	42	28	53	56
Sin respuesta	3	0	10	--	--	6	--	10	5
Investigación y Desarrollo									
Efecto	53	50	56	73	49	36	18	61	55
Sin respuesta	5	6	9	--	--	3	--	7	4

(*) Porcentajes de empresas encuestadas que manifiestan que el Mercado Interior tendrá efectos sobre su política.

Fuente: L'impact sectoriel du marché intérieur sur l'industrie: les enjeux pour les Etats membres. Economie Européenne. Commission des Communautés Européennes 1990.

acorde con los intereses de los países menos desarrollados. A este respecto conviene señalar que, según el citado estudio, la industria española, a diferencia de la de los otros países mediterráneos, está en condiciones de lograr ventajas competitivas sólidas en sectores de contenido tecnológico elevado. Ello exige, sin embargo, la integración del Sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria (SCTI) en el Sistema comunitario.

Como se ha puesto de manifiesto anteriormente, la I+D desempeñará un papel preponderante en el desarrollo social y económico de Europa, por lo que no es de extrañar que, en el Acta Unica Europea, la política de I+D se sitúe en pie de igualdad con otras políticas comunitarias. En dicha Acta se establecen los mecanismos precisos para poner en práctica el artículo 130F del Tratado constitutivo de la CE: fortalecer las bases científicas y tecnológicas de la industria europea y estimularla para que llegue a ser más competitiva a nivel internacional. Los mecanismos fundamentales son el Programa Marco plurianual y los Programas específicos que lo desarrollan.

Existen varios criterios que determinan la actuación comunitaria. Con el fin de evitar la duplicación de esfuerzos y para optimizar los rendimientos de los grupos de investigación, es fundamental la coordinación de las políticas nacionales de I+D (artículo 130H). Esta necesidad de optimización hace que la CE actúe siguiendo el principio de subsidiariedad, es decir, sólo en aquellos casos en los que el marco comunitario produzca un cierto valor añadido; no participan, en cambio, en aquellas acciones que sea posible desarrollar -con igual o mayor efectividad- a escala nacional o regional. Entre los criterios para decidir actuaciones de interés comunitario pueden mencionarse:

- la importancia estratégica del campo elegido para la sociedad y la economía europeas;
- el riesgo de que los Programas Nacionales o bilaterales sean subcríticos en tamaño e impacto, especialmente en los países pequeños o en las regiones menos desarrolladas;
- la relación con otras políticas comunitarias (Mercado Unico, competencia, medio ambiente, etc.);
- la posibilidad de que un gran número de Estados miembros se beneficien de los resultados de los Programas y de sus repercusiones;
- el efecto sinérgico sobre otras actividades de la CE.

Existe la conciencia de que no es posible construir una Europa fuerte si se mantienen grandes disparidades socio-económicas entre los distintos países miembros. Esta preocupación, recogida en el artículo 130A del Tratado constitutivo de la CE, ha de tener un reflejo claro en la política de I+D comunitaria, puesto que la eliminación de tales disparidades sólo será posible gracias a la activación de la política de I+D a estos efectos. Por consiguiente, la contribución de las actividades de I+D a la cohesión económica y social es uno de los principios directores de la política comunitaria de I+D; en este sentido, conviene subrayar que la acumulación de capital humano y su movilidad son factores de importancia fundamental para conseguir dicha cohesión.

1.4.2. Los Programas Marco de I+D

Como ya se ha dicho, el instrumento básico para conseguir los objetivos comunitarios de I+D es el Programa Marco (PM); en él se incluyen las líneas de investigación prioritarias, los fondos que se van a aplicar en cada una de ellas y las actuaciones mediante las cuales se van a desarrollar que, en general, adoptan la forma de Programas Específicos de I+D.

El I Programa Marco, que planificó las actividades comunitarias de I+D para el período 1984-1987, fue aprobado por el Consejo el 25 de julio de 1983. En él se definió la estrategia común en materia de Ciencia y Tecnología, se expusieron los objetivos que cabía abordar en el ámbito de la Comunidad y se expresaron los criterios de selección para las medidas comunitarias.

El II Programa Marco, aún en vigor, comprende el período 1987-1991 (si bien algunos Programas específicos se prolongarán hasta 1992) y fue adoptado por el Consejo del 28 de septiembre de 1987 con un montante total estimado de 5.396 MECU. Mientras que el I Programa Marco se concibió como una planificación estricta de los Programas comunitarios, determinando para cada uno de ellos su duración, la dotación financiera y su escalonamiento en el tiempo, el II Programa Marco determina ocho grandes áreas de actuación que se desarrollan en un conjunto de Programas específicos. De la estructura del II Programa Marco cabe deducir una mayor preocupación por los problemas socio-económicos mencionados anteriormente, así como un esfuerzo notable en el apoyo a la I+D en el sector energético, dada la dependencia energética de Europa.

En su sesión del 14 de marzo de 1989, el Consejo llegó a un acuerdo general sobre la conveniencia de una revisión sustancial del II Programa Marco. Las orientaciones generales de esta revisión, encaminadas a la elaboración del III Programa Marco, han sido:

- a) Prestar mayor atención a la precompetitividad, de forma que sea posible incorporar aquellas actividades que se juzguen necesarias para el desarrollo y explotación de las tecnologías emergentes, y propiciar la creciente interacción entre la investigación básica y la aplicada.
- b) Elegir más selectivamente los temas de investigación, hacer más hincapié en las tecnologías difusoras y de formación de personal investigador y plantear la I+D con un marcado carácter horizontal, de manera que un mismo esfuerzo económico pueda ser aprovechado por el mayor número posible de sectores industriales.
- c) Integrar mejor los esfuerzos nacionales y los de los diferentes Programas europeos, desarrollando en lo posible el artículo 130H del Acta Unica Europea.
- d) Establecer una actividad más sistemática en investigación prenormativa, con el fin de satisfacer las necesidades planteadas por el Mercado Unico, así como las que de forma más general asigna a la Comunidad el Artículo 7 de su Tratado constitutivo.
- e) Incrementar la movilidad de los investigadores y facilitar la formación de redes europeas de formación, cooperación e intercambio de información; ello aumentará el rendimiento del esfuerzo comunitario en I+D, favorecerá la cohesión económico-social y disminuirá la "fuga de cerebros". Asimismo, permitirá obtener un mayor rendimiento de las grandes instalaciones científicas y tecnológicas, facilitando su uso a toda la comunidad científica europea.
- f) Establecer una metodología gestora más eficaz, de manera que se reduzca el esfuerzo financiero dedicado a la gestión de I+D, y aumente su flexibilidad y agilidad; para ello sería conveniente una cierta descentralización de la misma.

Con la experiencia del II Programa Marco y las directrices generales anteriores, se ha elaborado el III Programa Marco (1990-1994),

aprobado por el Consejo el 23 de abril de 1990 con un montante total estimado de 5.700 MECU (Cuadro 1.3). Este Programa Marco se solapa con el II Programa Marco durante los años 1990 a 1992, por lo que al importe antes citado hay que añadir 3.125 MECU restantes del II Programa Marco, lo que supone 8.825 MECU para los cinco años. En 1990 los fondos dedicados al Capítulo 73 ("gastos de investigación e inversiones") del presupuesto comunitario, se elevan a 1.600 MECU, frente a los 720 millones en 1987; en 1992 esta cifra sobrepasará los 2.000 MECU, lo que supone un aumento sólo comparable al previsto para los fondos estructurales.

Al establecer la comparación entre el II Programa Marco y el III Programa Marco se observa una reducción notable del número de líneas de actuación y, por tanto, de los Programas específicos, aunque no se modifica sustancialmente el conjunto de las actividades de investigación que se contemplan. Lo que sí cambia es el presupuesto dedicado a las distintas líneas de investigación y, por consiguiente, su peso específico en el Programa Marco, en el que se incrementan las tecnologías difusoras y se reducen esfuerzos en el campo de la energía nuclear. Sin embargo, se va a desarrollar una actividad importante en Fusión Nuclear debido a la enorme importancia económica que dicha actividad puede tener en el futuro (se prevé que el primer reactor termonuclear comercial podría funcionar en la primera mitad del próximo siglo), y también porque -debido a las cuantiosas inversiones que se precisan para desarrollar dicha investigación- puede ser un factor de cohesión política entre Europa, EEUU, Japón y URSS.

Por otra parte, es digna de mención la cooperación interempresarial desarrollada en el marco del Programa EUREKA, que debe permitir a la industria europea incrementar su potencialidad. De hecho, los proyectos EUREKA mantienen una correspondencia estrecha con el Sistema de Ciencia y Tecnología emergente, como muestra el Gráfico 1.4.

El análisis de las iniciativas desarrolladas en el ámbito comunitario sugiere un conjunto de criterios de valoración de las iniciativas públicas y tecnológicas programadas en nuestro país dentro del Plan Nacional de I+D. La participación en los Programas comunitarios y el impulso para que empresas españolas contribuyan al desarrollo de proyectos EUREKA son condiciones necesarias para la integración del Sistema Científico y Tecnológico español con el comunitario, respondiendo, en última instan-

**CUADRO 1.3: III PROGRAMA MARCO. DISTRIBUCION DE
FONDOS POR LINEAS DE INVESTIGACION**

LINEAS	1990-92	1993-94	TOTAL
I. TECNOLOGIAS DE DIFUSION			
1. Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	974	1.247	2.221
- Tecnologías de la Información	1.352		
- Tecnologías de las Comunicaciones	489		
- Desarrollo de los sistemas telemáticos de interés general	380		
2. Tecnologías industriales y de los materiales	390	498	888
- Tecnologías industriales y de los materiales	748		
- Medidas y pruebas	140		
II. GESTION DE LOS RECURSOS NATURALES			
3. Medio ambiente	227	291	518
- Medio ambiente	414		
- Ciencias y tecnologías marinas	104		
4. Ciencias y tecnologías de los seres vivos	325	416	741
- Biotecnología	164		
- Investigación agraria y agroindustrial (1)	333		
- Investigación biomédica y salud	133		
- Ciencias y tecnologías de los seres vivos para los países en desarrollo	111		
5. Energía	357	457	814
- Energías no nucleares	157		
- Seguridad de la fisión nuclear	199		
- Fusión termonuclear controlada	458		
III. APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS INTELECTUALES			
6. Capital humano y movilidad	227	291	518
- Capital humano y movilidad	518		
TOTAL (MECU)	2.500	3.200	5.700 (2) (3)

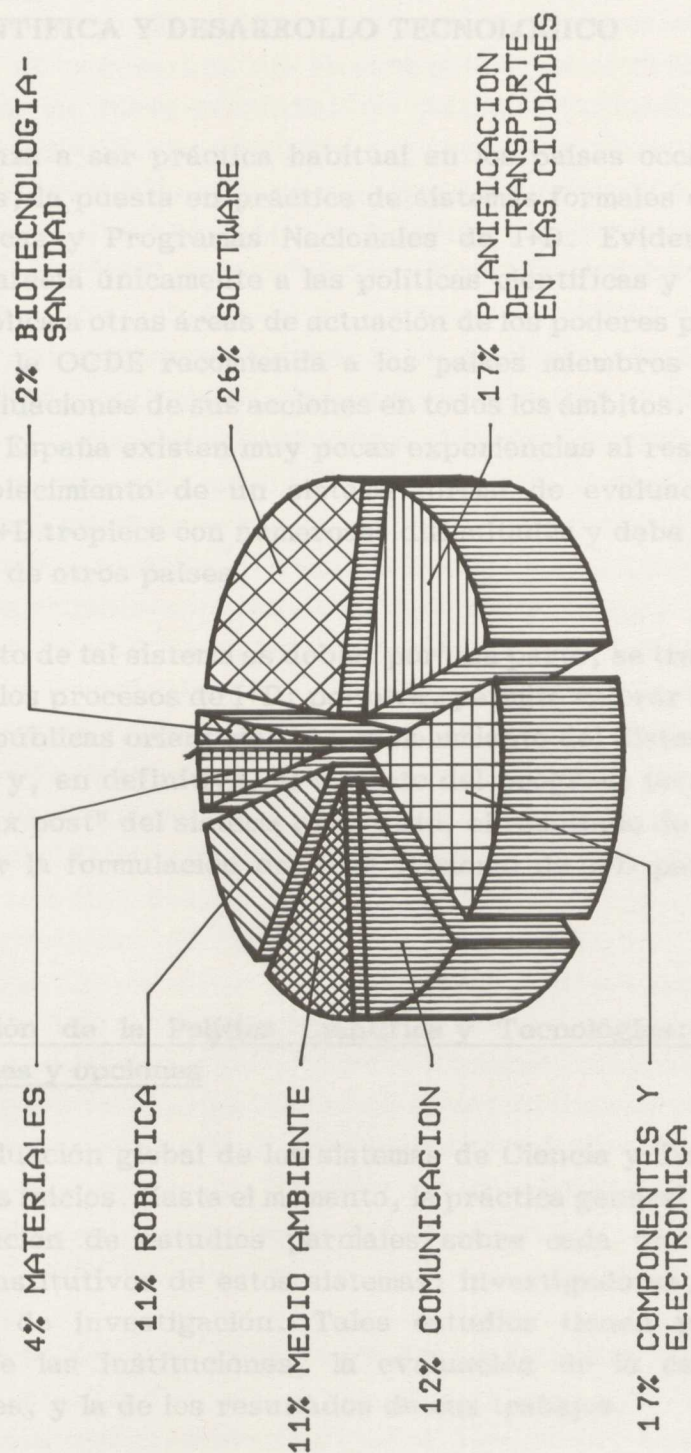
(1) Incluida la pesca.

(2) Incluidos 57 MECU para la acción centralizada de la difusión y el aprovechamiento contemplada en el artículo 4, y que se deducirán proporcionalmente de cada una de las acciones.

(3) Incluidos 180 MECU para 1990-1992 y 370 MECU para 1993-1994 destinados al Centro de Investigación conjunta.

Fuente: Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

GRAFICO 1.4: DISTRIBUCION POR CAMPOS DE LOS 25 PRINCIPALES PROYECTOS DE EUREKA
(en función del presupuesto)



Fuente: BIPE. Basado en datos publicados por el Secretariado de Eureka.

2. SISTEMA DE EVALUACION DEL PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Comienza a ser práctica habitual en los países occidentales más desarrollados, la puesta en práctica de sistemas formales de evaluación de las políticas y Programas Nacionales de I+D. Evidentemente, tal esfuerzo no afecta únicamente a las políticas científicas y tecnológicas; también se aplica a otras áreas de actuación de los poderes públicos. Así, por ejemplo, la OCDE recomienda a los países miembros el desarrollo formal de evaluaciones de sus acciones en todos los ámbitos. No es preciso decir que en España existen muy pocas experiencias al respecto; de ahí que el establecimiento de un sistema formal de evaluación del Plan Nacional de I+D tropiece con numerosas dificultades y deba inspirarse en las prácticas de otros países.

El objeto de tal sistema es doble: por una parte, se trata de mejorar la gestión de los procesos de I+D; por otra, permite valorar los efectos de las acciones públicas orientadas al fortalecimiento del Sistema de Ciencia y Tecnología y, en definitiva, al fomento del progreso técnico. Dada la naturaleza "ex post" del sistema propuesto, el resultado de la evaluación debe orientar la formulación del Plan Nacional de I+D para el período 1992-1995.

2.1. Evaluación de la Política Científica y Tecnológica: necesidad, dificultades y opciones

La evaluación global de los sistemas de Ciencia y Tecnología está todavía en sus inicios. Hasta el momento, la práctica general ha consistido en la realización de estudios parciales sobre cada uno de los tres elementos constitutivos de estos sistemas: investigadores, proyectos e instituciones de investigación. Tales estudios tienen por objeto la evaluación de las instituciones, la evaluación de la calidad de los investigadores, y la de los resultados de sus trabajos.

El objeto del sistema formal de evaluación del Plan Nacional aquí propuesto no puede ser, evidentemente, la evaluación de las unidades de

investigación, puesto que ello debe ser realizado en el marco que la Administración prevé para el control de sus instituciones. Por otra parte, la evaluación detallada de la calidad de los investigadores del Sistema dependientes del Ministerio de Educación y Ciencia es objeto de una evaluación específica. Descartadas las vertientes administrativa y científica, parece evidente que el objeto primordial del sistema propuesto consiste en determinar el impacto de las actividades de I+D sobre el bienestar económico y social y en valorar el grado de adaptación del Sistema de Ciencia y Tecnología a las necesidades nacionales en la materia. Todo ello con el objeto de asegurar la eficiencia de los recursos destinados a este tipo de actividades. Tal debe ser la razón del sistema de evaluación global del Plan Nacional.

La puesta en marcha de un sistema de estas características tropieza con tres clases de dificultades. En primer lugar, las limitaciones propias del sistema estadístico español en materia de actividades de I+D restringe considerablemente la elección de indicadores apropiados. En segundo lugar, los resultados económicos y sociales vinculados al progreso técnico y, por lo tanto, a las actividades de I+D, dependen también de un conjunto muy amplio de acciones públicas, que difícilmente se pueden enmarcar en la Política Científica y Tecnológica: fiscalidad empresarial, compras públicas, política comercial, infraestructura vinculada a la información, evolución de los mercados financieros, políticas regionales, empresa pública, etc. Ello impide establecer relaciones directas entre los indicadores de bienestar económico y social vinculados al progreso técnico con los esfuerzos públicos y privados en materia de I+D. La tercera clase de dificultades tiene un origen teórico. La teoría económica del cambio técnico está insuficientemente desarrollada, de tal suerte que apenas existen indicadores que vinculen la evolución de las magnitudes del bienestar económico con las inversiones en I+D. Así, por ejemplo, la medición del progreso técnico a través del índice de productividad global (total factor productivity) y de su relación con la evolución del capital tecnológico está sometida a debate tanto teórico como econométrico. En todo caso, los resultados de tal medición son tan dispares que impiden hacer uso solamente de este indicador para evaluar las acciones públicas en materia de I+D.

Con todo, tales dificultades no impiden la necesidad de proceder a una evaluación global del Sistema de Ciencia y Tecnología. Las referencias internacionales informan de la existencia de cuatro grandes modelos de evaluación. El primero, de carácter microeconómico, consiste en estimar para cada sector de actividad las mejoras derivadas de las

innovaciones de producto y de proceso y su vinculación con las acciones públicas desarrolladas al efecto. El segundo, denominado de difusión, trata de determinar en qué medida las innovaciones derivadas de un Programa han sido difundidas en todos los sectores potencialmente interesados; así, se examinan todos los sectores de actividad que han participado en un determinado Programa, estimando las mejoras derivadas del mismo. El tercero, de naturaleza macroeconómica, valora globalmente los efectos de las inversiones en I+D en los diferentes sectores de actividad. Tal modelo es asimilable a la medida y análisis del citado indicador de productividad global. Dichos modelos han sido utilizados de forma distinta por la NASA a partir de 1970, con resultados no siempre satisfactorios. El cuarto modelo fue utilizado en la República Federal de Alemania para evaluar el impacto de las ayudas públicas a la I+D en el sector industrial. Se trata de evaluar el grado de adaptación de las acciones públicas al entorno en el que éstas se desenvuelven con el objeto de incrementar la eficiencia de los mecanismos de actuación.

Las dificultades mencionadas más arriba obligan a diseñar un sistema propio de evaluación del Plan Nacional, que integre algunos de los elementos de los modelos empleados hasta la fecha en otros países.

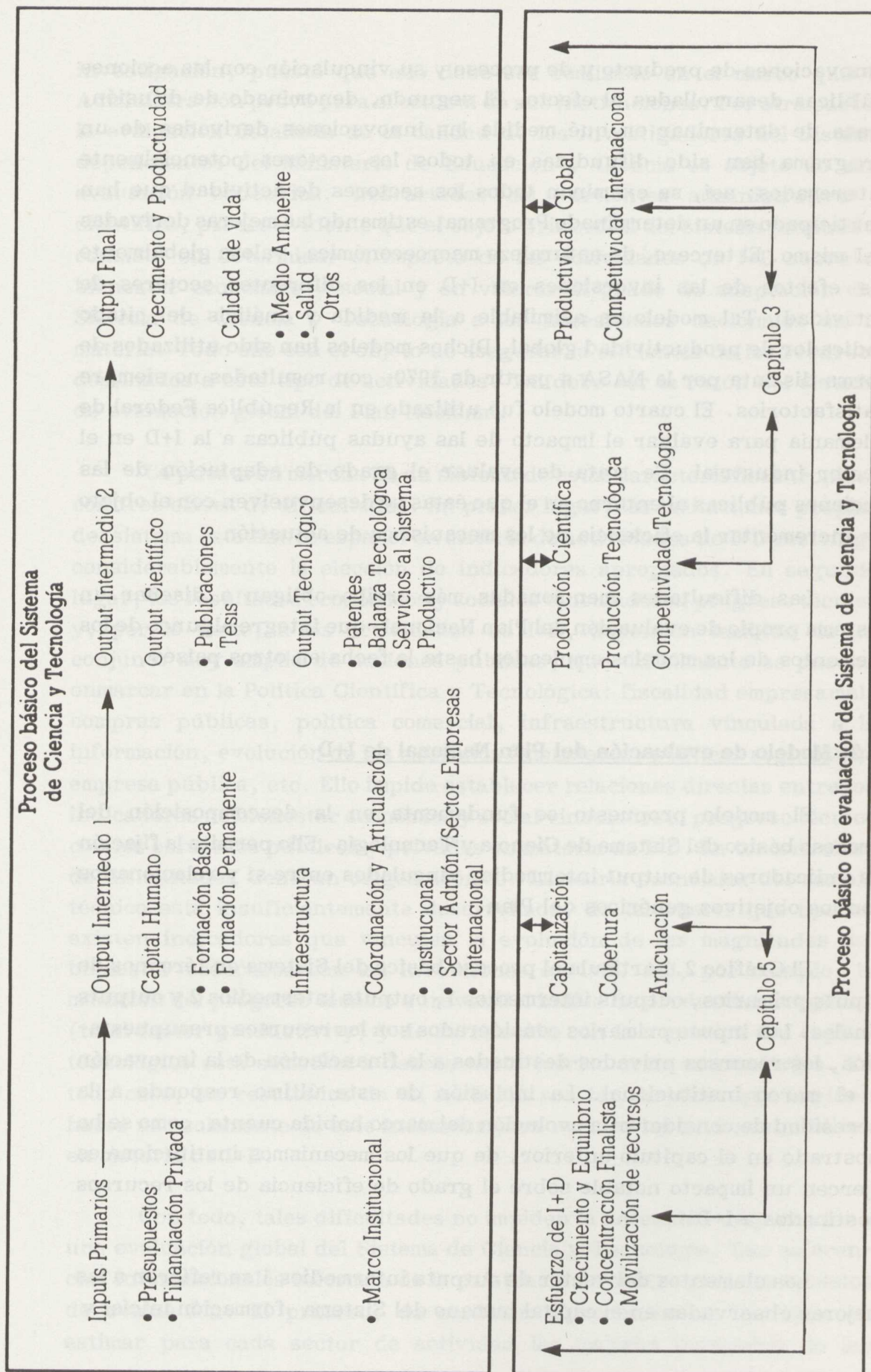
2.2. Modelo de evaluación del Plan Nacional de I+D

El modelo propuesto se fundamenta en la descomposición del proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología. Ello permite la fijación de indicadores de output intermedio, vinculados entre sí y relacionados con los objetivos genéricos del Plan.

El Gráfico 2.1 articula el proceso básico del Sistema en términos de inputs primarios, outputs intermedios 1, outputs intermedios 2 y outputs finales. Los inputs primarios considerados son los recursos presupuestarios, los recursos privados destinados a la financiación de la innovación y el marco institucional. La inclusión de este último responde a la necesidad de considerar la evolución del marco habida cuenta, como se ha mostrado en el capítulo anterior, de que los mecanismos institucionales ejercen un impacto notable sobre el grado de eficiencia de los recursos destinados a I+D.

Los elementos del vector de outputs intermedios 1 se refieren a las mejoras observadas en el capital humano del Sistema -formación inicial y

GRAFICO 2.1.: MODELO GENERAL DE EVALUACION



permanente de personal investigador-, a la evolución de su infraestructura y al nivel de coordinación y articulación de los agentes participantes en el Sistema. Evidentemente, existe una relación de dependencia entre este vector y el de inputs primarios. Su estudio permite dar cuenta de las ganancias básicas en eficiencia imputables al Plan Nacional.

El vector de outputs intermedios 2 es de naturaleza científica y tecnológica e integra variables de outputs vinculadas a la producción en estos dos órdenes. Por supuesto, es preciso analizar la relación de dependencia de este vector con el de inputs primarios y con el de outputs intermedios 1.

Finalmente, el output final integra elementos de bienestar económico y social, tales como el crecimiento y productividad de la economía nacional y la calidad de vida. La evaluación del Plan Nacional exige, dentro de las limitaciones planteadas más arriba, el análisis de la dependencia de este output respecto a las variables de actuación de los poderes públicos, integradas en los dos primeros vectores de la secuencia.

La descripción del proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología permite estructurar el proceso de evaluación del mismo sobre la base de un conjunto de indicadores que reflejan el nivel de eficiencia en cada una de las fases de la secuencia básica. El mismo Gráfico 2.1 muestra los puntos de control que corresponden al proceso de evaluación.

Productividad global

Se define por el ritmo de progreso técnico no incorporado y se mide por el crecimiento de las magnitudes de producto -nacionales y sectoriales- una vez descontados los efectos de la evolución de los factores productivos convencionales, capital y trabajo, sobre esas magnitudes.

Competitividad internacional

Se apoya en el análisis de las ventajas competitivas de los sectores de contenido tecnológico elevado y de su impacto sobre la posición competitiva general del sector económico abierto a la competencia internacional.

Producción científica y tecnológica

Refleja el output científico y tecnológico del Sistema a través de indicadores cuantitativos y cualitativos de publicaciones y tesis (output científico) y de indicadores relativos a la producción tecnológica, tales como patentes y servicios tecnológicos prestados por el Sistema al sector productivo.

Competitividad tecnológica

Indica el grado de competitividad de la tecnología generada en el país frente al exterior, tanto en el mercado doméstico como en los mercados internacionales. Los indicadores correspondientes se derivan del análisis de la balanza tecnológica.

Capitalización

El criterio de capitalización pretende dar cuenta del esfuerzo inversor del Sistema de Ciencia y Tecnología tanto en capital humano como en capital físico. Su consideración está vinculada al hecho de que el output científico y tecnológico a largo plazo depende de la capitalización actual. El criterio se realiza a través de indicadores relativos a becas de formación de personal investigador y a dotaciones de infraestructura.

Cobertura

El criterio de cobertura pretende medir la parte del Sistema de Ciencia y Tecnología que es objeto de coordinación a través del Plan Nacional de I+D. En definitiva, se trata de valorar, en términos relativos, el campo de actuación de las iniciativas coordinadoras desarrolladas al amparo del Plan. Obviamente, cuanto mayor sea tal cobertura, más elevadas pueden ser las cotas de articulación entre los intereses concurrentes en el Sistema. Los indicadores correspondientes están relacionados con la medida de los inputs vinculados al Plan respecto al total de los inputs.

Articulación

Este criterio muestra el grado de articulación entre los intereses concurrentes en el Sistema y su relación con los esfuerzos coordinadores desarrollados en el marco del Plan. Se trata de valorar en

qué medida se produce una interacción efectiva entre los agentes integrantes del Sistema de Ciencia y Tecnología.

Crecimiento y equilibrio

Tal criterio permite, por una parte, valorar el crecimiento del Sistema de Ciencia y Tecnología en relación al observado en los países de nuestro entorno. Por otra parte, el criterio muestra o debe mostrar el grado de equilibrio de la senda de crecimiento, tanto en lo que se refiere a la financiación del mismo como en lo relativo a la combinación de inputs básicos, es decir, financiación y recursos humanos.

Concentración finalista

Los indicadores correspondientes pretenden valorar el nivel de concentración de esfuerzos investigadores en la consecución de resultados, de acuerdo con Programas y proyectos definidos previamente. Este criterio está relacionado con la vocación finalista del Sistema, es decir, con su orientación a la obtención de resultados utilizables de forma inmediata en el proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología.

Movilización de recursos

El criterio de movilización evalúa el Plan de acuerdo con el incremento de la demanda de recursos por parte de los agentes ejecutores para la realización de actividades de I+D. El indicador correspondiente relaciona tal demanda con los recursos presupuestarios disponibles con el objeto de neutralizar el efecto de ajuste de la demanda a la oferta de recursos.

Así pues, la articulación del modelo básico de evaluación del Plan Nacional de I+D sobre la base del Sistema de Ciencia y Tecnología permite establecer unos criterios de control y evaluación. El mencionado Gráfico 2.1 muestra, en su parte inferior, la relación de criterios de evaluación y su encaje en el proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología. El mismo gráfico indica los capítulos en los que se da cuenta de la valoración de los criterios establecidos previamente.

2.3. Procedimiento de evaluación

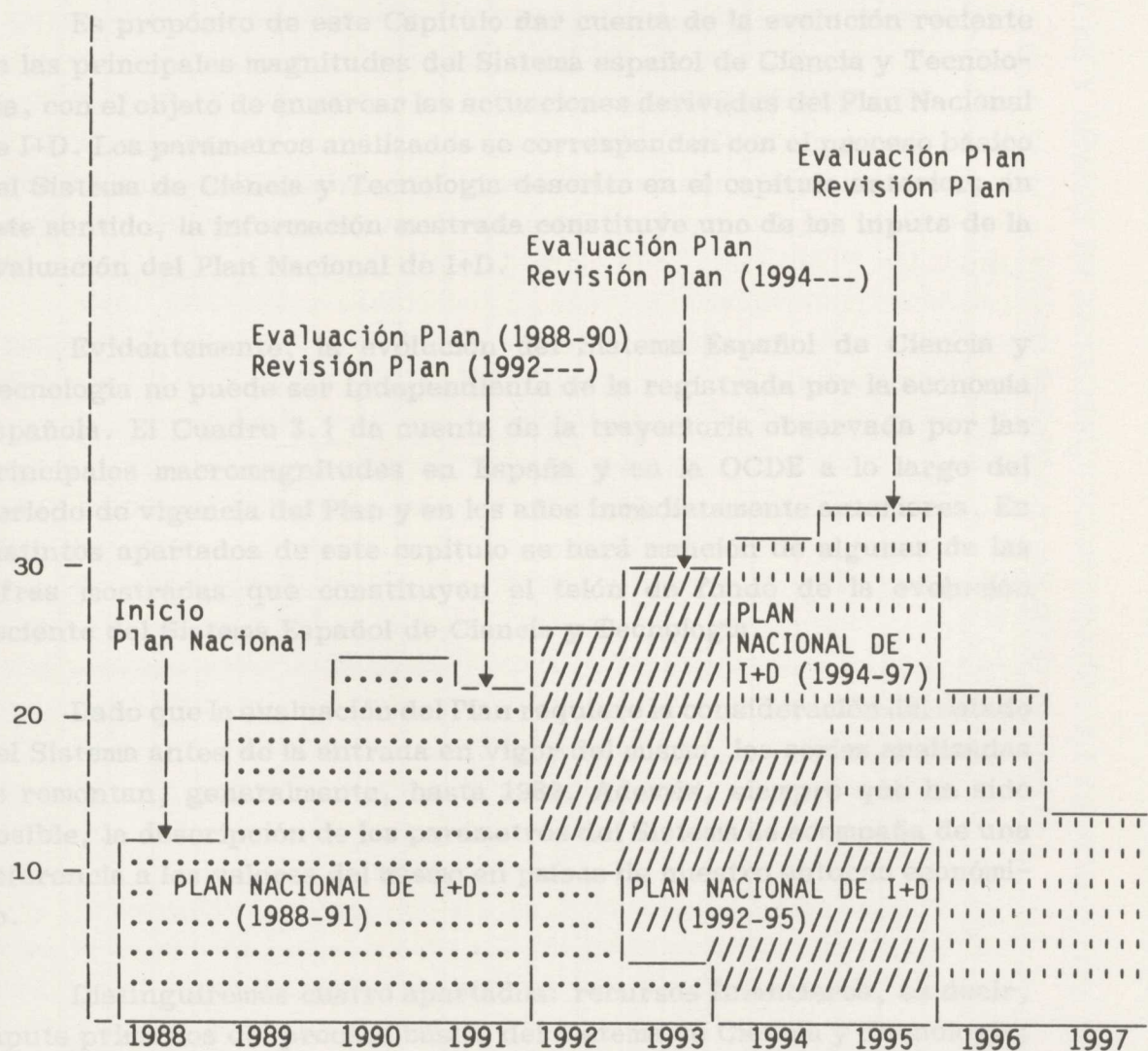
De acuerdo con lo establecido en la regulación vigente, el Plan Nacional de I+D tiene un carácter deslizando, es decir, debe procederse a la revisión de los objetivos y recursos presupuestarios en función de los resultados derivados de evaluaciones periódicas.

El esquema propuesto para la articulación del deslizamiento, que aparece de forma sintética en el Gráfico 2.2, prevé para 1991 la evaluación del desarrollo del Plan a lo largo del período 1988-1990 y la elaboración de los contenidos de una nueva fase del mismo para el período 1992-1995. Tal propuesta debe definir con precisión las acciones a desarrollar y los presupuestos correspondientes a lo largo de los dos primeros años (1992-1993), finalizados los cuales se efectuará una evaluación de las actividades realizadas, que dará lugar a una nueva propuesta de actuación con un horizonte temporal de cuatro años (1994-1997), con previsiones presupuestarias para los dos primeros, al objeto de financiar las nuevas acciones previstas y los compromisos adquiridos en la fase anterior.

Tal es el esquema propuesto de evaluación y deslizamiento del Plan, que incluye una programación temporal de las actividades de evaluación y programación y su correspondiente reflejo presupuestario.

GRAFICO 2.2.: DESLIZAMIENTO DEL PLAN NACIONAL DE I+D

Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica
(miles de millones de pesetas)



3. EVOLUCION RECIENTE DEL SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Es propósito de este Capítulo dar cuenta de la evolución reciente de las principales magnitudes del Sistema español de Ciencia y Tecnología, con el objeto de enmarcar las actuaciones derivadas del Plan Nacional de I+D. Los parámetros analizados se corresponden con el proceso básico del Sistema de Ciencia y Tecnología descrito en el capítulo anterior; en este sentido, la información mostrada constituye uno de los inputs de la evaluación del Plan Nacional de I+D.

Evidentemente, la evolución del Sistema Español de Ciencia y Tecnología no puede ser independiente de la registrada por la economía española. El Cuadro 3.1 da cuenta de la trayectoria observada por las principales macromagnitudes en España y en la OCDE a lo largo del periodo de vigencia del Plan y en los años inmediatamente anteriores. En distintos apartados de este capítulo se hará mención de algunas de las cifras mostradas que constituyen el telón de fondo de la evolución reciente del Sistema Español de Ciencia y Tecnología.

Dado que la evaluación del Plan requiere la consideración del estado del Sistema antes de la entrada en vigor del mismo, las series analizadas se remontan, generalmente, hasta 1982. Además, siempre que ha sido posible, la descripción de los parámetros del Sistema se acompaña de una referencia a los valores del mismo en países de nuestro entorno económico.

Distinguiremos cuatro apartados: recursos financieros, 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.

CUADRO 3.1: 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)
E S P A Ñ A							
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
P R E C I O S							
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
O C D E							
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.

3.1. Gasto y financiación 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 por los esfuerzos realizados, en este sentido, por distintos organismos internacionales, fundamentalmente la 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. Así, como muestra el Cuadro 3.2, el indicador relativo al PIB al coste de los factores ha pasado de un 0,48% en 1983 a un 0,90% en 1990. 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 del

CUADRO 3.2: ESFUERZO EN ACTIVIDADES DE I+D POR PAISES

P A I S E S	(Gasto en I+D/PIB) 100									Tasa media acumulativa anual de los Gastos en I+D (%) (1983-90) (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 30.4.91

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

gasto en I+D a precios constantes. El mismo Cuadro 3.2 revela que la tasa media acumulativa anual de crecimiento en España del gasto en 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 del 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. Así, frente al 0,90% en España (1990) (0,82% respecto al PIB a precios de mercado), la economía italiana dedicó a I+D en 1989 un 1,29% de su PIB. El hecho de que el Sistema español de Ciencia y Tecnología haya podido absorber el incremento de recursos puestos a su disposición parece sugerir que debe mantenerse el ritmo de crecimiento del gasto registrado en los últimos años.

Las estimaciones correspondientes a 1990 reflejan un fuerte incremento del gasto con respecto al ejercicio anterior: el gasto total alcanza la cifra de 410.000 MPTA frente a 340.000 MPTA en 1989. El desglose de la ejecución y financiación del gasto por agentes económicos, así como su evolución desde 1980, se muestra en el Cuadro 3.3.

El análisis comparativo de la estructura de gastos ejecutados y de financiación -por agentes ejecutores- con respecto a la estructura observada en los países industriales más avanzados de nuestro entorno económico, revela que el crecimiento del gasto en I+D no ha perjudicado el proceso de homologación internacional de su estructura de ejecución y financiación. Por una parte, en lo que se refiere a los gastos, su desglose por agentes ejecutores se asemeja al del resto de países comunitarios según los datos de la OCDE reflejados en el Cuadro 3.4. Así, el sector empresas ejecuta aproximadamente el 58% del gasto total, frente al 60% en Francia o al 58% en Italia. El sector enseñanza superior ejecuta en España, en términos de gasto, el 16% registrando el porcentaje correspondiente valores muy similares en el resto de países considerados. Finalmente, el porcentaje de ejecución del gasto en el sector público español es relativamente similar al correspondiente a los casos italiano y francés que, además, registran niveles de esfuerzo similares.

Por otra parte, y por lo que se refiere a la financiación del gasto, el porcentaje relativo a la contribución de las empresas (el 39,7%), es ligeramente inferior a la media de los países de la OCDE, mientras que la financiación de origen público es algo superior. 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

CUADRO 3.3: 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
TOTAL	61	68	90	101	119	149	190	221	288	340	410
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
TOTAL	61	68	90	101	119	149	190	221	288	340	410

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.RA. + 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 3.4: 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)
GASTOS (*)						
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
FINANCIACION (*)						
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.

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.

En este contexto, el Gráfico 3.1 muestra que en los últimos años se está produciendo en España una evolución hacia la mayor participación del sector público en la financiación de actividades de I+D, particularmente en 1990, si bien se ha mantenido la proporción de los gastos ejecutados por el sector público y el sector empresa, lo que ha dado lugar, en términos presupuestarios, a un aumento de las transferencias públicas al sector empresa. Tales modificaciones de la estructura de gastos y de financiación son particularmente perceptibles desde la entrada en vigor del Plan Nacional 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. Ello, sin mencionar la dificultad que se plantea a la hora de predecir el comportamiento de nuestra economía en el contexto del Mercado Unico.

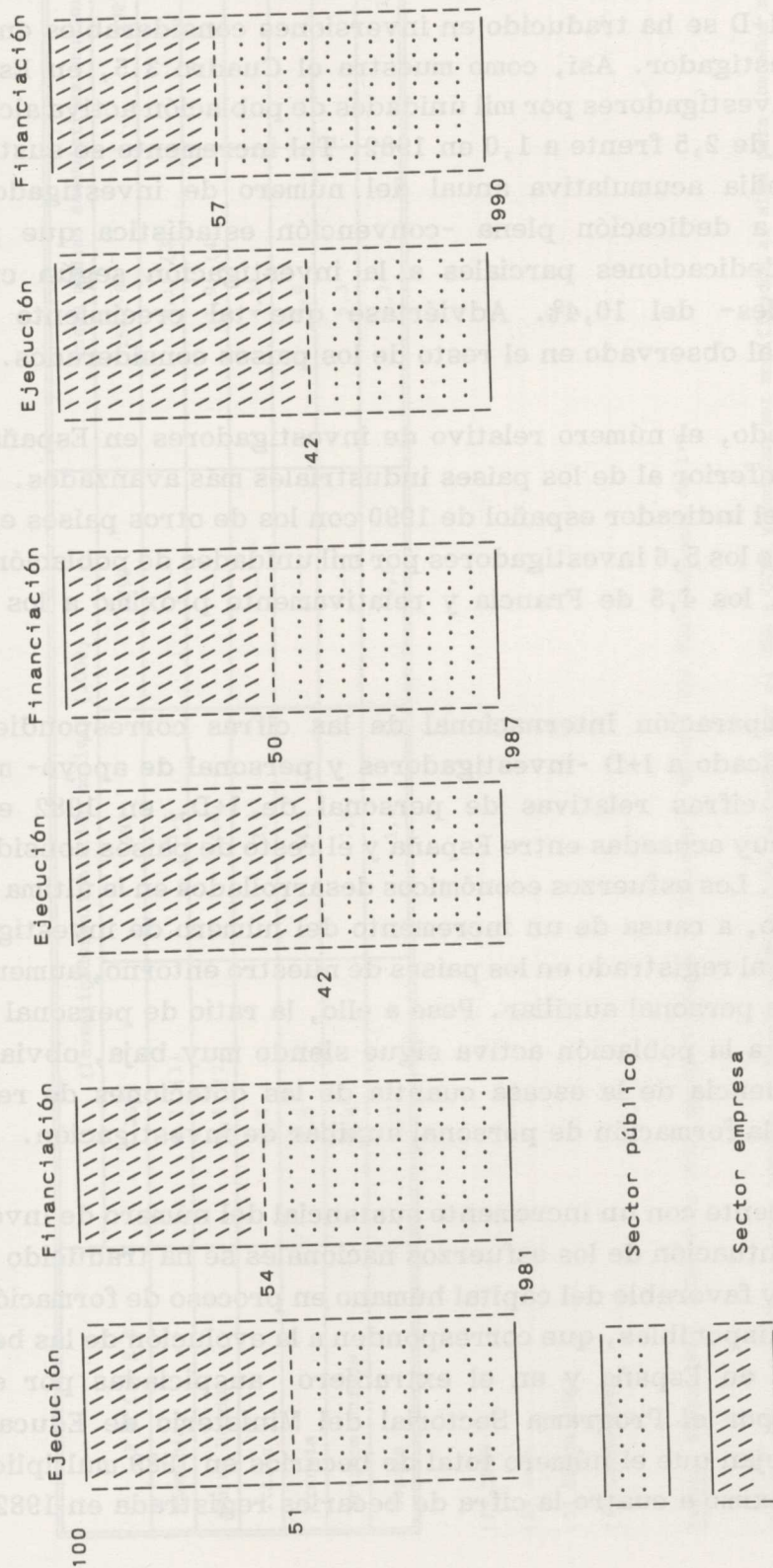
El incremento del gasto ejecutado por el sector empresas en relación con el gasto total reviste particular interés. Esta evolución parece indicar que las empresas españolas tienen un interés cada vez más acentuado en la incorporación de los avances tecnológicos al desarrollo de nuevos productos y procesos.

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.

3.2. 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

GRAFICO 3.1: BALANCE DE LA EJECUCION Y FINANCIACION DEL GASTO DE I+D



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

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 avanzado 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 3.5, 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 en equivalente a dedicación plena -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. Incluso comparando el indicador español de 1990 con los de otros países en 1987, 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.

La comparación 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 3.6). Los esfuerzos económicos desarrollados en la última década han permitido, a causa de un incremento del número de investigadores 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.

Juntamente con un incremento sustancial del número de investigadores, la acentuación de los esfuerzos nacionales 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 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.

CUADRO 3.5: INVESTIGADORES EN DEDICACION PLENA POR PAISES

P A I S E S	(Investigadores/Población activa) (1000)			Tasas medias acumulativas anuales (%)	
	1982	1987	1990	1982-87	1988-90
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.

CUADRO 3.6: PERSONAL DE I+D EN DEDICACION PLENA POR PAISES

PAISES	(Personal de I+D/Población activa) (1000)			Tasas medias acumulativas anuales (%)	
	1982	1987	1990	1982-87	1988-90
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.

El Cuadro 3.7 muestra que a partir de 1987 se registra un crecimiento importante de las series de becas de investigación, en España y en el extranjero. Así, la tasa media acumulativa anual de becarios en el período 1987-1990 duplica la tasa observada en el período 1982-1987; por su parte la tasa media de crecimiento de los becarios en el extranjero en el primer período citado multiplica por cuatro la tasa registrada en los años 1982-1987. Conviene señalar a este respecto que el crecimiento del número de becarios responde fundamentalmente a la evolución de las convocatorias de becas articuladas en torno al Plan Nacional, esencialmente el Programa Nacional de Formación de Personal Investigador y el Programa Sectorial de Profesorado y Formación de Personal Investigador del Ministerio de Educación y Ciencia integrado en el Plan Nacional. También merece particular mención el esfuerzo desarrollado en el mismo sentido por las Comunidades Autónomas. 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.

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.

3.3. Producción científica y tecnológica

La producción científica y tecnológica debe ser una consecuencia 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.

CUADRO 3.7: EVOLUCION DEL NUMERO DE BECARIOS EN PROCESO DE FORMACION (FINANCIACION PUBLICA)

ORIGEN DE LA FINANCIACION	A Ñ O			Tasas de crecimiento acumulativas anuales (%)	
	1982	1987	1990	1982-87	1987-90
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.

Por lo que se refiere a la producción científica, el indicador habitualmente utilizado -y también empleado aquí- es el número de publicaciones realizadas por investigadores del país, de acuerdo con la información suministrada por la base de datos del Institute Scientific for Information (ISI).

Las evidencias empíricas (Cuadros 3.8A y 3.8B) indican 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, es cierto, registraban en el año base 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% en 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 3.8B, 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.

En consonancia con los estudios realizados en la Secretaría General del Plan Nacional de I+D, la situación referida a 1990 consolida nuestro crecimiento ya que ocupamos el lugar duodécimo en cuota porcentual de producción científica, tras Estados Unidos (37,2), Unión Soviética (8,3), Japón y Reino Unido (7,8), Alemania (6,8), Francia (5,3), Canadá (4,3), Italia (2,8), India (2,1) y Holanda-España (1,6), que suman casi el 85% de la producción científica circulante, y estamos por encima de países de la Comunidad Europea como Bélgica (1), Dinamarca (0,8), Grecia (0,3), Irlanda (0,2) y Portugal (0,1).

Este hecho responde, evidentemente, a la evolución en nuestro país de los recursos destinados a investigación y desarrollo, así como al nivel

CUADRO 3.8.A: 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 (1982-90) (%) (*)	Rendimientos científicos	
	1982	1990		Investigadores (**)	Gastos 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:

$$I = [((PE/PX)t/(PE/PX)O) - 1] \times 100$$

donde PE y PX indican, respectivamente, la producción científica (número de publicaciones) de España (E) y del país (X) en el año base (O) 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 3.8.B: PRODUCCION CIENTIFICA RELATIVA DE ESPAÑA/PAISES DEL ENTORNO DURANTE EL PERIODO 1982-90 (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

Fuente: Base de datos del Institute for Scientific Information (ISI). Datos a 30.04.91

de los rendimientos científicos de nuestro Sistema. Del Cuadro 3.8A se desprende que el rendimiento científico de los investigadores españoles -medido a través del número de publicaciones anuales por investigadores- es elevado en relación con los sistemas científicos de los países de nuestro entorno. Igualmente, la eficiencia científica del Sistema español, medida de manera inversa a través de la relación entre gastos de I+D y número de publicaciones, es superior a la registrada en el resto de países considerados. Así pues, el incremento de competitividad científica del Sistema español no responde solamente a la evolución reciente de los inputs primarios. Tal hecho podría justificar una aceleración del ritmo de crecimiento de los recursos destinados a las actividades de I+D.

El examen de la evolución de la producción científica por grandes áreas (Cuadro 3.9) 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 ha experimentado en el período 1982-1990 que se analiza un incremento de su competitividad superior al 170%.

El análisis de la trayectoria observada por el indicador de competitividad científica de cada una de las áreas con respecto a cada uno de los países permite constatar que, sin excepción alguna, la oferta científica española ha incrementado su competitividad en todas las áreas en relación a todos los países considerados.

Es importante matizar los datos cuantitativos con indicadores de calidad. Un indicador utilizado habitualmente para el análisis científico de la calidad de las publicaciones es el orden que ocupa cada revista en su materia de especialidad, usualmente denominado factor de impacto relativo o restringido a las revistas correspondientes a la materia analizada.

El análisis temporal de la clasificación de las revistas por áreas e índice de impacto pone de manifiesto que mientras en 1983 el 30% de los artículos españoles publicados en dicho año correspondía a revistas de índice de calidad en el intervalo 1-20, en 1989 el 30% de los artículos se encontraba ya en revistas del intervalo 1-10. Del mismo modo, en 1983 el 60% de los artículos españoles se situaba en revistas del intervalo 1-75, mientras que en 1989 ese porcentaje se situó en el intervalo 1-30.

En definitiva, y con carácter general, se puede afirmar que el esfuerzo económico realizado en los últimos años se ha traducido en una

CUADRO 3.9: PRODUCCION CIENTIFICA DE ESPAÑA POR AREAS CIENTIFICAS

AREAS	Tasas medias acumulativas anuales (%) (1982-1990)	Ganancias de competitividad científica de España con respecto a otros países en el período 1982-90 (%) (*)			
		Alemania	Reino Unido	Italia	Francia
Ciencias Agrarias	13,4	137	136	167	161
Ciencias Clínicas	6,6	100	34	52	84
Ingenierías	13,2	150	175	101	131
Ciencias de la Vida	9,2	97	84	55	89
Ciencias Físicas y Químicas	12,9	85	135	77	107
Total Publicaciones Distintas	9,6	95	86	64	93
					107

(*) El indicador de ganancias en competitividad científica está definido en el cuadro 3.8.A.

Fuente: Base de datos del Institute for Scientific Information (ISI). Datos a 30.04.91

oferta científica no sólo en cantidad sino en calidad mucho más competitiva internacionalmente que la existente a comienzos de la década.

Otro indicador habitualmente empleado para la valoración de la producción científica de un país es el número de tesis doctorales leídas por período. Su naturaleza implica algunas desventajas respecto a los indicadores de publicaciones, ya que su consideración exige realizar el supuesto de estabilidad de la calidad de las tesis doctorales; la formulación de tal hipótesis es más débil que en el caso de las publicaciones, por cuanto éstas están sujetas a sistemas de evaluación formal y anónima, que tienen por objeto el control permanente de su calidad.

Del examen de la evolución del indicador desde 1976 cabe concluir que a partir de 1984 se registra una aceleración considerable del ritmo de crecimiento del número de tesis doctorales leídas en las universidades españolas. En efecto, la tasa media acumulativa anual del indicador alcanza una cota próxima al 37% en el período 1985-89, frente a una tasa negativa del 0,9% anual en el período 1977-1985. Adviértase que, como muestra el Cuadro 3.10, las tasas de crecimiento más elevadas se registran en los últimos años en las áreas de ciencia y técnica que, por otra parte, son las áreas donde se observa una mejora más acentuada de la competitividad internacional de la producción científica española medida a través de publicaciones.

El cambio de tendencia observado está claramente vinculado a la reforma del marco institucional de la universidad española. Sin duda, la Ley de Reforma Universitaria ha contribuido muy favorablemente a la movilización de los recursos investigadores del sector universitario.

El vector de outputs intermedios 2 está integrado, como se ha mencionado repetidas veces, por los indicadores de producción científica y de producción tecnológica. Respecto a estos últimos consideraremos los datos correspondientes a 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 a considerar 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

CUADRO 3.10: EVOLUCION DEL NUMERO DE TESIS DOCTORALES LEIDAS EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS

AREAS	AÑO				Tasas de crecimiento acumulativo anual (%)	
	1977	1985	1989	1989	1977-1985	1985-1989
Ciencias Médicas y de la Vida	314	361	1.244		1,7	36,2
Ciencia y Técnica	373	199	1.021		-7,5	50,5
Ciencias Humanas	427	462	1.087		1,0	23,8
TOTAL (1)	1.077	966	3.475		-0,9	36,7

(1) Los totales no se corresponden exactamente con la suma de Tesis leídas en las diferentes áreas, puesto que algunas Tesis son compartidas en más de un área.

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



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 3.11 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.

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.

CUADRO 3.11: EVOLUCION DE LAS PATENTES POR PAISES

PAISES	Tasa de penetración de Patentes extranjeras (*)		Tasa media acumulativa anual (1982-88) (%) (**) 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.

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 que tuvo lugar un crecimiento de los ingresos del orden del 66% respecto al año anterior mientras que los pagos sólo crecieron un 24%, situándose la tasa 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, según muestra el Cuadro 3.12, 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 3.13) muestra la existencia de una fuerte concentración de las transacciones en los conceptos de Asistencia Técnica y Patentes, Diseños, Marcas e Inventos. Tales son las rúbricas que definen los procesos de transferencia de progreso técnico no incorporado.

CUADRO 3.12: BALANZA TECNOLÓGICA POR PAISES

PAISES	Tasas de cobertura		Tasas medias acumulativas anuales (%)	
	1982	1988	Ingresos	Pagos
Alemania	0,50	0,84	30,3	19,7
Reino Unido	1,21	0,92	13	18,4
Italia	0,27	0,54	27,1	11,3
Francia	0,86	0,80	7,8	9,2
Estados Unidos	8,39	5,29	13,1	22,2
España	0,20	0,13	5,2	12,6

Tasa de cobertura es la relación entre ingresos y pagos.

Fuente: OCDE y elaboración propia.

CUADRO 3.13: 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
	100	100	

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

3.4. Efectos económicos globales del Sistema de Ciencia y Tecnología

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 esta inversión, 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 utilizan metodologías 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, conviene exponer algunos de los resultados más seguros de estos trabajos. Así, 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. Existe una relación entre el ciclo económico español y el ritmo de acumulación de capital tecnológico no incorporado a los factores productivos convencionales. Esta evidencia apoya la proposición establecida en un apartado anterior, que relacionaba el crecimiento económico a largo plazo de la economía española con la constitución de una base tecnológica y, en definitiva, con la acentuación del esfuerzo desarrollado en materia de I+D.

Se ha dicho, con razón, que un factor de estrangulamiento del crecimiento económico español puede ser la competitividad de nuestra economía frente al exterior. La evolución del déficit comercial exterior en los últimos años ha hecho de la competitividad algo más que un objetivo instrumental de la política económica. Las evidencias empíricas establecidas anteriormente parecen indicar que el déficit de competitividad de la economía española puede responder a que, en un pasado más o menos reciente, los agentes económicos españoles no acertaron a entender la importancia de la relación a largo plazo entre crecimiento económico y asignación de recursos destinados a Investigación y Desarrollo.

En todo caso, conviene examinarla evolución reciente de la balanza comercial en lo que se refiere a flujos relativos a sectores de contenido tecnológico elevado, de acuerdo con la categorización establecida al efecto por la OCDE. Adviértase, sin embargo, que la evolución del déficit en estos sectores es, además de un indicador de competitividad tecnológica frente al exterior, un índice de incorporación al aparato productivo nacional de progreso técnico procedente del exterior, incorporación deseable en sí misma en un contexto de apertura de los mercados domésticos a la competencia internacional.

El Cuadro 3.14 muestra las tasas de cobertura del comercio exterior en los sectores mencionados más arriba. En términos generales, puede comprobarse que en estos sectores la competitividad de la industria española frente al exterior es muy inferior a la de los países de nuestro entorno. Las diferencias son menores si se considera el conjunto de la industria manufacturera, lo que parece indicar que la industria española es, en términos relativos, más competitiva en los sectores con un contenido tecnológico menor.

Tal estado de cosas es, como muestra el Cuadro 3.15, el resultado de una caída continua -desde 1985- de las tasas de cobertura del comercio exterior en esos sectores. Recordemos una vez más que el período contemplado coincide con el desarme arancelario frente a las Comunidades Europeas y con crecimiento extremadamente rápido de la demanda nacional. En todo caso, cabe advertir que los sectores más afectados por tal fenómeno son la base de la formación bruta en capital fijo, por ejemplo el sector de maquinaria eléctrica y electrónica. Curiosamente, en este sector la penetración de la producción extranjera en los mercados domésticos se ve acompañada de un crecimiento nominal de las exportaciones muy superior al del total de la industria. De ello se puede deducir que la industria nacional disfruta frente al exterior de ventajas competitivas en algunas líneas de producto de los sectores de contenido tecnológico elevado.

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.

**CUADRO 3.14: TASAS DE COBERTURA DE COMERCIO EXTERIOR EN SECTORES INTENSIVOS EN TECNOLOGIA
POR PAISES (1987)**

PAISES	Aeronáutica	Eléctrica y Elec- trónica	Maquinaria de ofi- cina y ordenadores	Industria Farmacéu- tica	Otras industrias manufactureras	Industria manufac- turera
Alemania	0,86	1,37	0,87	1,73	1,54	1,48
Reino Unido	1,73	0,71	0,83	2,01	0,81	0,83
Italia	1,19	0,82	0,70	0,78	1,22	1,15
Francia	1,62	0,93	0,71	1,80	0,94	0,95
Estados Unidos	2,89	0,45	1,04	1,23	0,47	0,55
España	0,70	0,35	0,38	0,90	0,89	0,81

Fuentes: OCDE; para España, Dirección General de Aduanas y Ministerio de Industria y Energía.

CUADRO 3.15: EVOLUCION DEL COMERCIO EXTERIOR EN SECTORES INTENSIVOS EN TECNOLOGIA
(precios corrientes)

SECTORES	TASA DE COBERTURA						TASA MEDIA ACUMULATIVA ANUAL DE CRECIMIENTO (1985-1989)	
	1985	1986	1987	1988	1989		Exportación	Importación
Químicas	0,75	0,55	0,53	0,55	0,52		7,0	17,7
•Productos farmacéuticos	0,92	0,91	0,84	0,83	0,65		11,2	21,9
Maquinaria de oficina y ordenadores	0,44	0,40	0,36	0,29	0,28		0,5	12,2
Maquinaria eléctrica y electrónica	0,65	0,50	0,41	0,34	0,32		14,3	34,4
•Maquinaria y material eléctrico	0,90	0,99	0,62	0,60	0,78		10,9	15,3
•Material electrónico	0,23	0,19	0,14	0,14	0,13		27,2	46,2
Otro material de Transporte	2,02	1,38	0,96	0,69	0,65		15,7	54,5
•Aeronaves	0,66	0,71	0,67	0,68	0,53		53,1	60,5
Instrumentos de precisión	0,18	0,17	0,27	0,15	0,15		13,8	18,8
Industria manufacturera	1,34	0,95	0,79	0,70	0,65		5,9	26,8
TOTAL INDUSTRIA	0,82	0,77	0,68	0,63	0,59		4,7	13,4

Fuentes: Ministerio de Industria y Energía. Dirección General de Aduanas. Y elaboración propia.

4. DESARROLLO DEL PLAN NACIONAL DE I+D EN 1988-1990

4.1 Origen y naturaleza del Plan Nacional de I+D

Tres años después de la entrada en vigor del Plan Nacional de I+D es preciso proceder a una valoración de sus efectos sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología de nuestro país y de su contribución al bienestar general. Es cierto, como se ha señalado anteriormente, que un ejercicio de estas características entraña dificultades considerables; no lo es menos que, al igual que cualquier otra política, las actuaciones públicas en materia de Ciencia y Tecnología exigen un examen permanente, con el objeto de hacer máxima la adaptación de las acciones a los objetivos pretendidos.

A este respecto conviene recordar, en primer término, la situación del Sistema español de Ciencia y Tecnología antes de la entrada en vigor del Plan. En segundo, cabe exponer los antecedentes históricos del mismo: la elaboración, aprobación y ejecución del Plan Nacional de I+D son, en gran medida, la consolidación de una serie de iniciativas desarrolladas con carácter previo. La experiencia adquirida ha permitido orientar una buena parte de las acciones realizadas al amparo del Plan. Finalmente, es preciso recordar los objetivos a él asignados por la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (comúnmente conocida como Ley de la Ciencia), con objeto de enmarcar las acciones realizadas y de establecer los criterios generales de evaluación de las mismas.

4.1.1. Deficiencias históricas del Sistema de Ciencia y Tecnología

La precaria situación del Sistema de Ciencia y Tecnología en España llevó a las autoridades públicas al convencimiento de que era precisa su revisión. Tal necesidad fue asumida por el Gobierno, el cual tomó la iniciativa de presentar en el Parlamento la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (Ley 13/1986, de 14 de abril), que estableció un nuevo marco normativo e instrumental. Tal marco debía hacer posible el desarrollo de una Política Científica y Tecnológica capaz de orientar el crecimiento del Sistema de Ciencia y

Tecnología, de suerte que pudieran ser resueltas, de manera eficaz, las deficiencias históricas de nuestro Sistema.

El nuevo marco normativo hace del Plan Nacional el instrumento fundamental de aplicación de la Ley, en tanto que soporte de la Política Científica y Tecnológica. El examen de los objetivos de la Ley y del Plan, como instrumento de la misma, ha permitido definir la metodología de análisis de la evolución del Sistema español de Ciencia y Tecnología.

Habría que citar razones históricas de índole muy diversa, entre las cuales cabría recordar la escasa atención que el pensamiento español ha prestado tradicionalmente a la Ciencia y a la Tecnología, para explicar la escasa cuantía de recursos económicos destinados en nuestro país a estas actividades. Lo cierto es que, por poner una fecha de referencia, en 1983 los gastos de I+D no alcanzaban el 0,5% del PIB, siendo tal esfuerzo una sexta parte del registrado en los países occidentales más desarrollados. En definitiva, la inversión en generación de tecnología no correspondía al nivel de desarrollo económico de nuestro país. No es extraño, en este sentido, que la Ley encomendara al Plan Nacional el fomento ordenado de las actividades de I+D, tanto en el sector público como en el privado. Será preciso, en definitiva, valorar el Plan en tanto que instrumento de inversión pública en materia de I+D y, también, como movilizador de iniciativas privadas. Tales son las acepciones que, a nuestros efectos, tiene el objetivo de fomento.

Junto a la mencionada escasez de recursos, una de las deficiencias tradicionales de nuestro Sistema ha sido la ausencia de transparencia y, en definitiva, de información acerca de las actividades desarrolladas por los distintos agentes, privados y públicos. Así, concurrían en el Sistema iniciativas públicas carentes de coordinación, lo que daba lugar a actuaciones redundantes e incluso contradictorias. Obviamente, ello restaba eficacia a los (escasos) recursos económicos puestos a disposición del Sistema.

La atomización de las iniciativas públicas coincidía con un cierto aislamiento del Sistema -en tanto que oferente de nuevos conocimientos y prácticas- con respecto a la industria, en tanto que demandante potencial de innovaciones tecnológicas. Tal separación obedecía, por una parte, a tradiciones muy arraigadas en las universidades y en los organismos públicos de investigación y, por otra, a la ausencia de presiones competitivas que obligaran a las empresas a introducir permanentemente de innovaciones de producto y de proceso.

En este mismo sentido, el carácter proteccionista de las políticas comerciales desarrolladas en nuestro país y el propio aislamiento cultural son factores explicativos de la ausencia de vinculaciones entre el Sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria y el exterior. Carencia ésta apenas resuelta por prácticas, en muchos casos miopes, de importación de tecnología generada en otros países.

Quiso el legislador encomendar al Plan Nacional la superación de tales deficiencias, otorgándole la responsabilidad de coordinar las acciones desarrolladas por las diferentes Administraciones Públicas y haciendo especial hincapié en la articulación de los intereses concurrentes en el Sistema, esto es, los propios de la investigación y los derivados de su aplicación. Convendrá, en consecuencia, apreciar los logros alcanzados en esta materia en los últimos tres años.

La Ley mencionada establece que el Plan Nacional es el mecanismo básico de programación con el que cuenta el Sistema científico y técnico. Se integran en el Plan Nacional los Programas Nacionales, Sectoriales, de Formación de Personal Investigador y los acordados con las Comunidades Autónomas. A este respecto, cabe subrayar algunos de los Programas citados. Sin duda, el legislador era consciente de una de las deficiencias históricas de nuestro Sistema, es decir, la carencia de personal investigador plenamente dedicado a tal tarea. En este sentido, el crecimiento del Sistema debía apoyarse en una ampliación ordenada de la plantilla nacional de investigadores, tanto en el ámbito privado como en el público. Para ello se precisaba acometer, en primer término, la formación de este personal dentro del sector público para, más adelante, hacer viable el incremento del personal investigador.

La ordenación de la investigación en torno a Programas Nacionales tenía para el legislador un sentido preciso: la consecución de resultados de investigación valorables y útiles exige dar una orientación finalista al proceso de investigación, siendo la heurística del mismo un elemento inevitable que, sin embargo, no debe ordenar las decisiones de asignación de recursos a las actividades de I+D. Precisamente, una de las deficiencias tradicionales del Sistema español de Ciencia y Tecnología ha sido la ausencia de concentración finalista de los recursos asignados a la investigación, sobre todo en el ámbito público. De ahí la necesidad de articular sobre la base de grandes Programas la planificación de la investigación.

4.1.2. Antecedentes históricos

El origen de las primeras actuaciones públicas de promoción y organización de la Política Científica española se remonta, como en el resto de los países occidentales, a las primeras décadas de este siglo con la creación de la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907). Con su patrimonio y el de la Fundación para la Investigación Científica y Ensayos de Reforma -creada en 1931-, se fundó en 1939 el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Posteriormente, se constituyeron dos órganos destinados a la planificación de la Ciencia y la Técnica: la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) (1958), que inicialmente dependió del Ministerio de la Presidencia, y la Comisión Delegada del Gobierno de Política Científica (1963), integrada por los Ministerios de Hacienda, Gobernación, Obras Públicas, Agricultura, Industria, Comercio y Educación y Ciencia. A las citadas iniciativas se sumaron otras, entre las que cabe señalar, por su importancia, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), dependiente del Ministerio de Industria, creado en 1978.

A partir de 1979, la CAICYT inició una política de prioridades temáticas en la asignación de los recursos del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación que administraba; ello constituyó uno de los primeros esfuerzos de planificación que se llevaron a cabo en España en materia de fomento de la investigación. Desde entonces, la CAICYT, que a partir de 1981 fue presidida por el Ministro de Educación y Ciencia, desarrolló su actividad fundamentalmente en tres direcciones.

La primera, financiando proyectos de investigación seleccionados por ponencias de expertos, con una metodología similar a la de instituciones como la National Science Foundation de EEUU, es decir, atendiendo fundamentalmente a la calidad de los proyectos. Esta actividad, desarrollada en el Gabinete de Estudios de la CAICYT, constituyó el embrión de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva, que desempeña un papel fundamental en el actual Sistema de Ciencia y Tecnología.

La segunda actividad de la CAICYT correspondía a los denominados Planes Concertados, ayudas financieras a las empresas en forma de créditos sin interés, orientados a promover la articulación del Sistema, al contemplar, por primera vez en nuestro país, la colaboración de grupos de investigación públicos y privados. Su seguimiento se realizaba mediante una Comisión Gestora en la que estaban representados diferentes estamentos de la Administración y en la que participaban expertos en

la materia objeto del proyecto y de la empresa beneficiaria. La figura de los Planes Concertados, que se creó en 1968, incidió muy favorablemente en el desarrollo tecnológico de algunos sectores industriales, que encontraron en esta financiación blanda una ayuda para llevar a cabo su renovación tecnológica. Puede citarse como ejemplo el sector de máquina herramienta que, apoyado en buena medida por esta financiación inició la incorporación a sus productos de tecnologías como el control numérico o la inteligencia artificial.

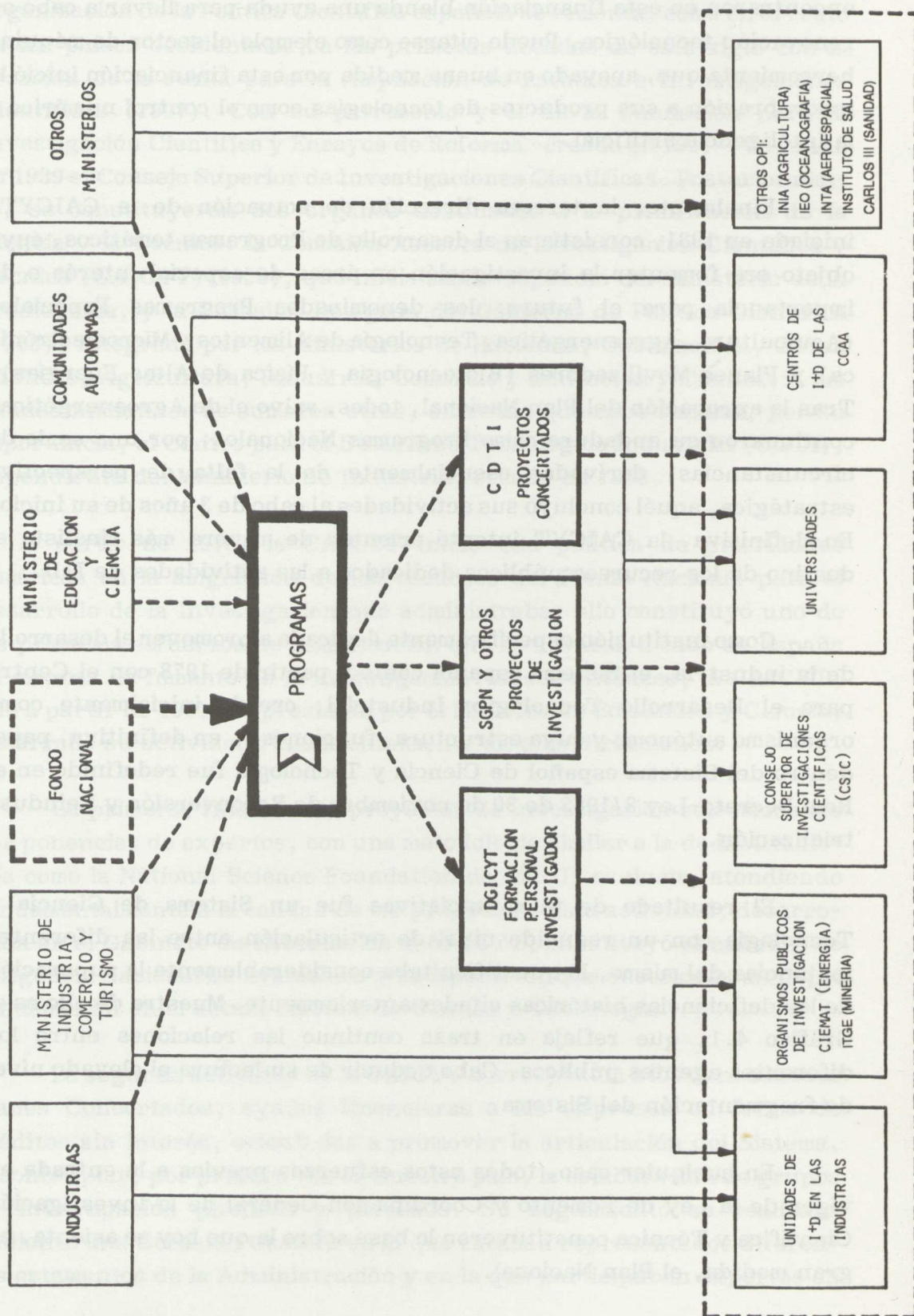
Finalmente, la tercera dirección de actuación de la CAICYT, iniciada en 1981, consistía en el desarrollo de Programas temáticos, cuyo objeto era fomentar la investigación en áreas de especial interés o de importancia para el futuro: los denominados Programas Especiales (Acuicultura, Agroenergética, Tecnología de Alimentos y Microelectrónica) y Planes Movilizadores (Biotecnología y Física de Altas Energías). Tras la aprobación del Plan Nacional, todos, salvo el de Agroenergética, continuaron su andadura como Programas Nacionales; por una serie de circunstancias, derivadas esencialmente de la falta de perspectiva estratégica, aquél concluyó sus actividades al cabo de 3 años de su inicio. En definitiva, la CAICYT intentó orientar de manera más finalista el destino de los recursos públicos dedicados a las actividades de I+D.

Como institución específicamente dedicada a promover el desarrollo de la industria, el Sistema español contó a partir de 1978 con el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, creado inicialmente como organismo autónomo y cuya estructura, funciones y, en definitiva, papel dentro del Sistema español de Ciencia y Tecnología fue redefinido en el Real Decreto-Ley 8/1983 de 30 de noviembre de Reconversión y Reindustrialización.

El resultado de tales iniciativas fue un Sistema de Ciencia y Tecnología con un reducido nivel de articulación entre las diferentes instancias del mismo, lo que dificultaba considerablemente la superación de las deficiencias históricas citadas anteriormente. Muestra de ello es el Gráfico 4.1, que refleja en trazo continuo las relaciones entre los diferentes agentes públicos. Cabe deducir de su lectura el elevado nivel de fragmentación del Sistema.

En cualquier caso, todos estos esfuerzos previos a la entrada en vigor de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica constituyeron la base sobre la que hoy se asienta, en gran medida, el Plan Nacional.

GRAFICO 4.1: SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA



Al mismo tiempo que se emprendieron las tareas de redacción de la mencionada Ley, se acometió la labor de establecer líneas prioritarias en atención al desarrollo tecnológico de nuestro país. Estas prioridades deberían constituir la base para la futura estructuración del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

El resultado de tal esfuerzo se plasmó en un amplio documento, que recogía un conjunto de líneas prioritarias junto con una serie de actuaciones que facilitarían su consecución. En gran medida, la elaboración del documento en cuestión dio lugar a un know-how del cual es deudor el Plan. A estos efectos basta recordar los criterios de oportunidad barajados en el documento. Se entendía que la consideración prioritaria de una línea tecnológica exigía: contar con un capital humano investigador previo; los desarrollos tecnológicos resultantes de la inversión debían ser competitivos a escala europea; se precisaba una estructura industrial que pudiera asimilar la innovación tecnológica resultante; y, finalmente, los efectos económicos y tecnológicos de innovación debían contribuir positivamente al bienestar general. No es preciso señalar que tales criterios eran una respuesta acertada a una asignación de recursos públicos a las actividades de I+D que superara las deficiencias tradicionales del Sistema español de Ciencia y Tecnología.

4.1.3. Plan Nacional de I+D: oportunidad, objetivos y estructura

La ya comentada situación del Sistema de Ciencia y Tecnología en España llevó al Gobierno al convencimiento de que era necesario proceder a su reforma, lo que dio lugar a la citada Ley de Fomento de Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, de 14 de abril de 1986, que estableció un nuevo marco normativo para la definición y ejecución de la Política Científica y Tecnológica. Por otra parte, el 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, 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

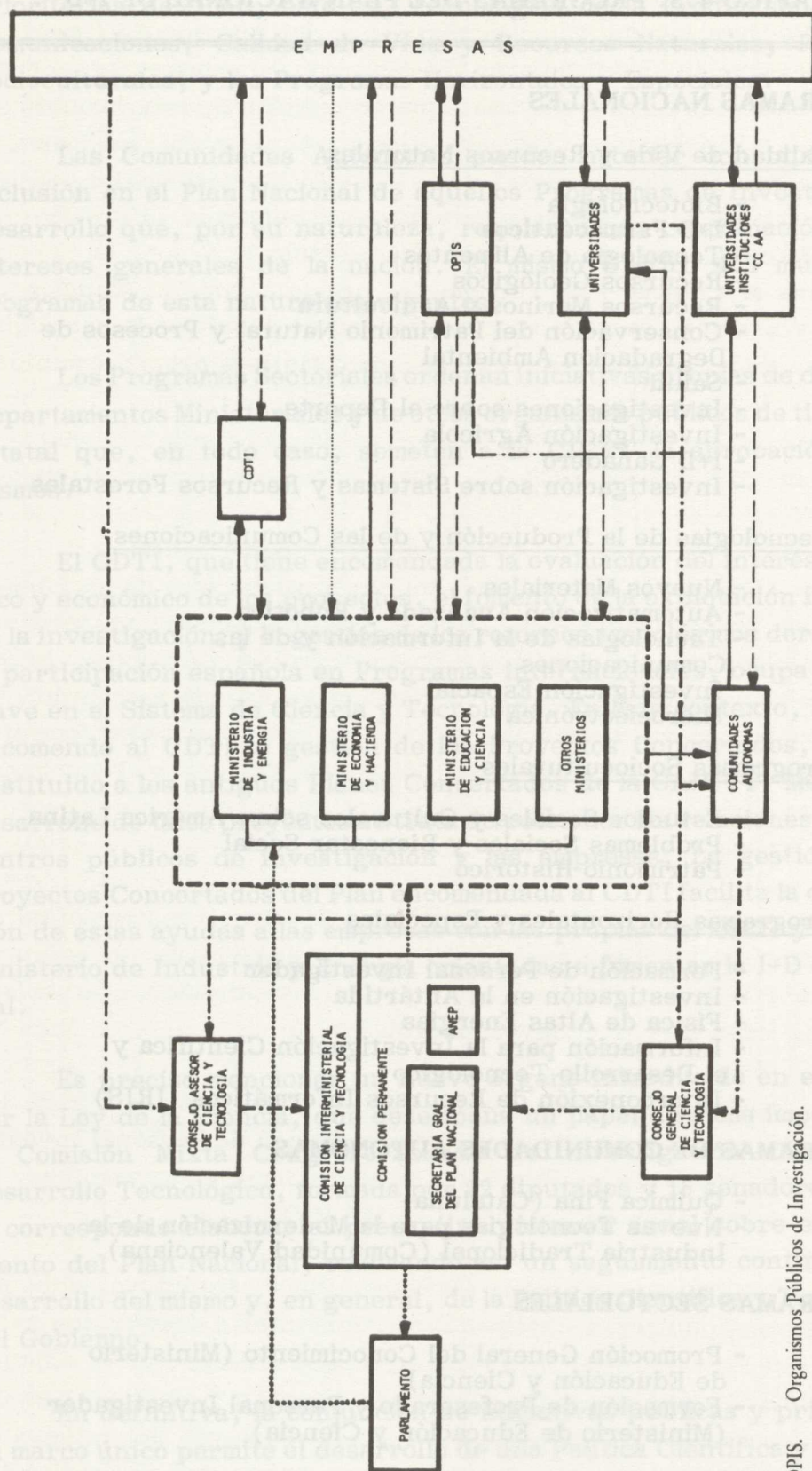
Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. La CICYT dispone de una Comisión Permanente, presidida por el Secretario de Estado de Universidades e Investigación, y formada por representantes de los Ministerios de Educación y Ciencia, Industria y Energía, y Economía y Hacienda. Por otra parte, el 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 privados integrantes del Sistema. El ya citado Gráfico 4.1 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 (Gráfico 4.2).

El Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico constituye el mecanismo básico de programación en los campos de la investigación y el desarrollo tecnológico. De carácter plurianual y revisable anualmente, el Plan integra el 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 de I+D. Los Programas Nacionales abarcan todas las fases del proceso científico y técnico hasta su culminación en la explotación industrial de las innovaciones que se derivan del mismo. El Gráfico 4.3 muestra los Programas Nacionales vigentes, encuadrados en las áreas

GRAFICO 4.2: FLUJOS DE RELACION DE LOS DISTINTOS AGENTES EN LA ELABORACION Y EJECUCION DEL PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



OPIS. Organismos Públicos de Investigación.

CDTI. Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial.

ANEP. Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva.

Presupuestos del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (propuesta y decisiones).

Asesoramiento de la Política Científica y Tecnológica.

Fuentes de Financiación de las Actividades de I + D.

Transferencia de Tecnología.

Gobierno.

Impuestos y Tasas.

GRAFICO 4.3: PROGRAMAS DEL PLAN NACIONAL DE I+D

*** 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)

prioritarias del Plan, esto es, Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones, Calidad de Vida y Recursos Naturales, Programas Socioculturales, y los 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 mismo Gráfico 4.3 muestra los Programas de esta naturaleza vigentes.

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.

El CDTI, que tiene encomendada la evaluación del interés tecnológico y económico de los proyectos, el fomento de la explotación industrial de la investigación, y la gestión de los retornos tecnológicos derivados de la participación española en Programas internacionales, ocupa un lugar clave en el Sistema de Ciencia y Tecnología. En este contexto, la CICYT encomendó al CDTI la gestión de los Proyectos Concertados, que han sustituido a los antiguos Planes Concertados de la CAICYT. Mediante el desarrollo de tales proyectos se trata de potenciar las relaciones entre los centros públicos de investigación y las empresas. La gestión de los Proyectos Concertados del Plan encomendada al CDTI facilita la coordinación de estas ayudas a las empresas con las propias del CDTI y otras del Ministerio de Industria y Energía orientadas a fomentar la I+D empresarial.

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, realizando así un seguimiento continuado del desarrollo del mismo y, en general, de la Política Científica y Tecnológica del Gobierno.

En definitiva, la conjunción de iniciativas públicas y privadas en un marco único permite el desarrollo de una Política Científica y Tecnológica, así como la articulación de todos los intereses concurrentes.



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 4.1.1 muestra un esquema de los fundamentos últimos del nuevo marco normativo, relacionando las principales características del mismo con los objetivos genéricos e instrumentales del Plan Nacional de I+D y con los principales ejes de actividad del mismo. Adviértase que de tales objetivos se derivan los criterios de evaluación establecidos en el Capítulo 2.

4.1.4. 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 4.4, 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. Recordemos que el objetivo de fomento está vinculado al crecimiento y capitalización del Sistema.

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 cercana a 13.000 MPTA.

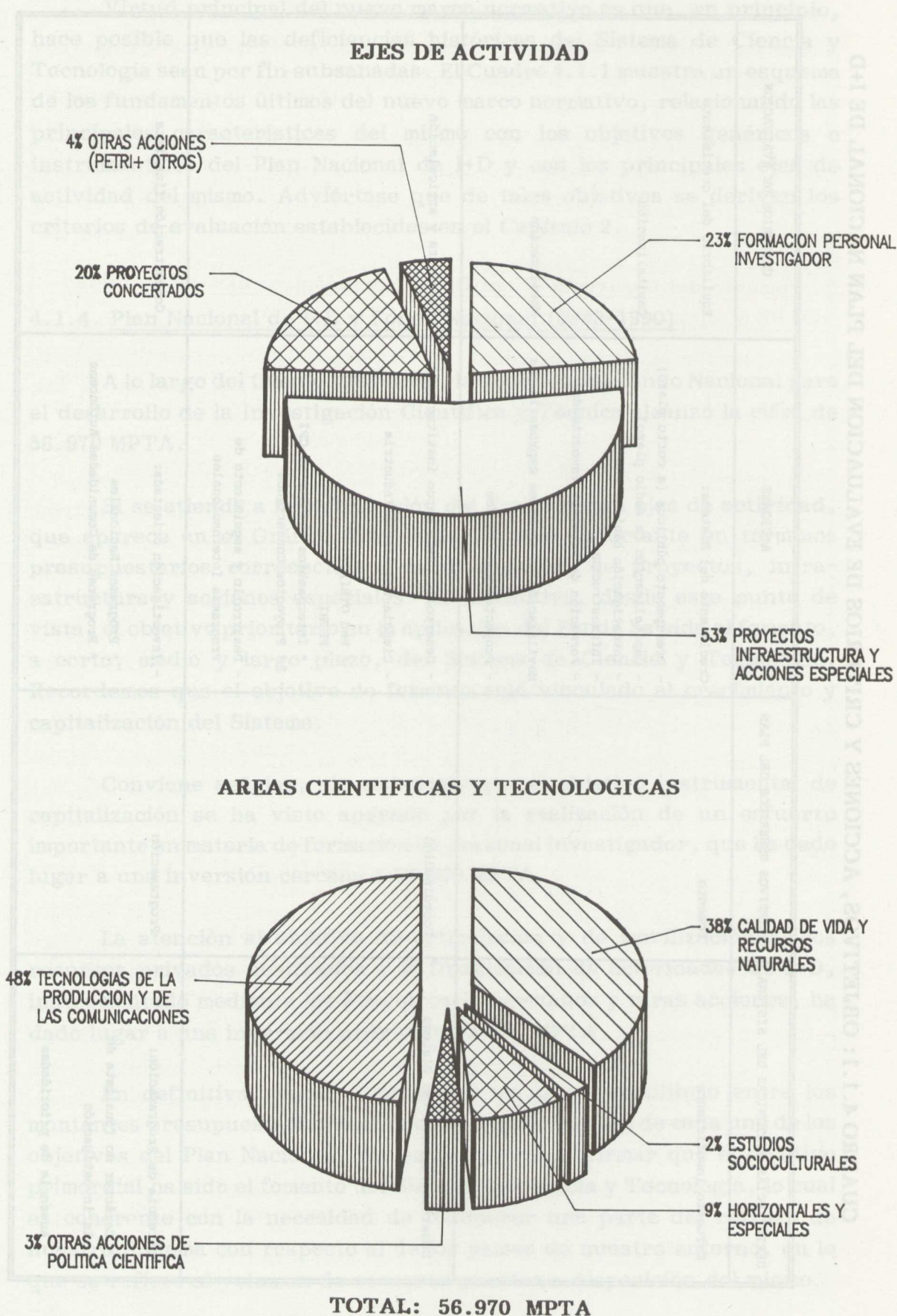
La atención al objetivo de articulación y de movilización de los recursos privados destinados a la financiación de actividades de I+D, instrumentado mediante los Proyectos Concertados y otras acciones, ha dado lugar a una inversión próxima a 12.000 MPTA.

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.

CUADRO 4.1.1: 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"> - Presupuesto públicos (a corto plazo) - Capitalización (a medio plazo) - Investigación básica: PGC - Infraestructura - Formación de Personal Investigador <p>Movilización de recursos empresariales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proyectos Concertados 	<p>Equilibrio del crecimiento</p> <p>Capitalización</p> <p>Movilización</p>
Desarticulaciones del Sistema	Coordinación	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo nuevo marco institucional - Ciencia-Tecnología-Industria <ul style="list-style-type: none"> * Red OTRI/OTT * PETRI * Intercambios Industrias-CPI * Proyectos Concertados - Desarrollo y seguimiento de Programas Internacionales 	Cobertura y articulación
<p>Carencia de Programación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carácter no finalista de la investigación - Ausencia de prioridades 	Programación	<p>- Investigación orientada:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Programas Nacionales * Programas de Comunidades Autónomas 	Concentración finalista

GRAFICO 4.4: DISTRIBUCION DEL FONDO NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA (1988-1990)



Desde un punto de vista científico y tecnológico, la distribución del Fondo por áreas, que aparece en el mismo Gráfico 4.4, 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.

4.2. 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 requeriría un crecimiento ordenado del mismo, auspiciado en buena parte por la iniciativa pública.

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 actividades 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.

4.2.1. Proyectos de investigación

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

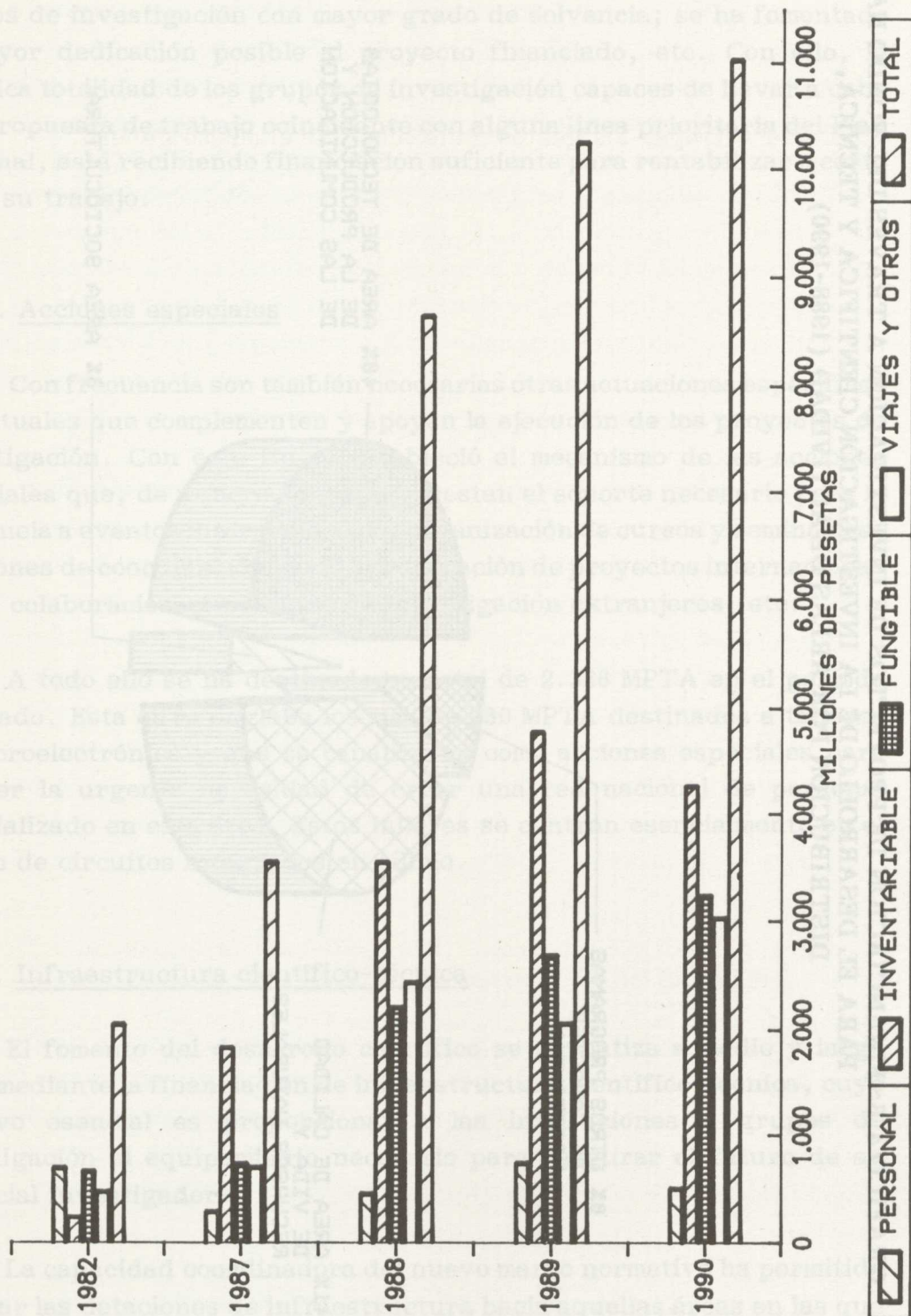
El objetivo de los proyectos de investigación es la ejecución de una propuesta de trabajo a desarrollar en un período que habitualmente es de tres años. La financiación concedida permite al grupo investigador la adquisición de material inventariable de coste reducido o medio y de material fungible, así como hacer frente a los gastos de personal y otros, como la asistencia a congresos y reuniones científicas, necesarios para realizar el proyecto. Además, un 10% de la financiación del proyecto de investigación se destina al organismo en el que éste se desarrolla, con objeto de sufragar los gastos generales que el mismo genera.

En el período 1988-1990 se han aprobado 1.564 proyectos, 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 incluidos en los Programas Nacionales procedentes en su mayoría de antiguos Programas Movilizadores.

El Gráfico 4.5, que muestra la evolución temporal de la financiación de proyectos de investigación aprobados en el período de 1988-1990 comparándola con la de los años 1982 y 1987, permite analizar el impacto que ha tenido la financiación pública sobre la actividad investigadora de los centros públicos de investigación. En términos globales y desagregados por los capítulos de los que se compone un proyecto de investigación (material inventariable, material fungible, gastos de personal, y viajes y otros gastos necesarios para su desarrollo), se observa con claridad la incidencia que tuvo la entrada en vigor del Plan Nacional en el año 1988, manteniéndose a partir de dicho año la financiación del material tanto inventariable como fungible. Este salto cuantitativo vino a paliar la escasez de medios que posiblemente se viviese en buen número de centros públicos de investigación y, en cualquier caso, era una condición necesaria para su modernización. Pero, además, el sustancial incremento en el capítulo de viajes y otros ha contribuido sin duda a aumentar la difusión de los resultados obtenidos por los investigadores españoles a través de la asistencia a reuniones y congresos.

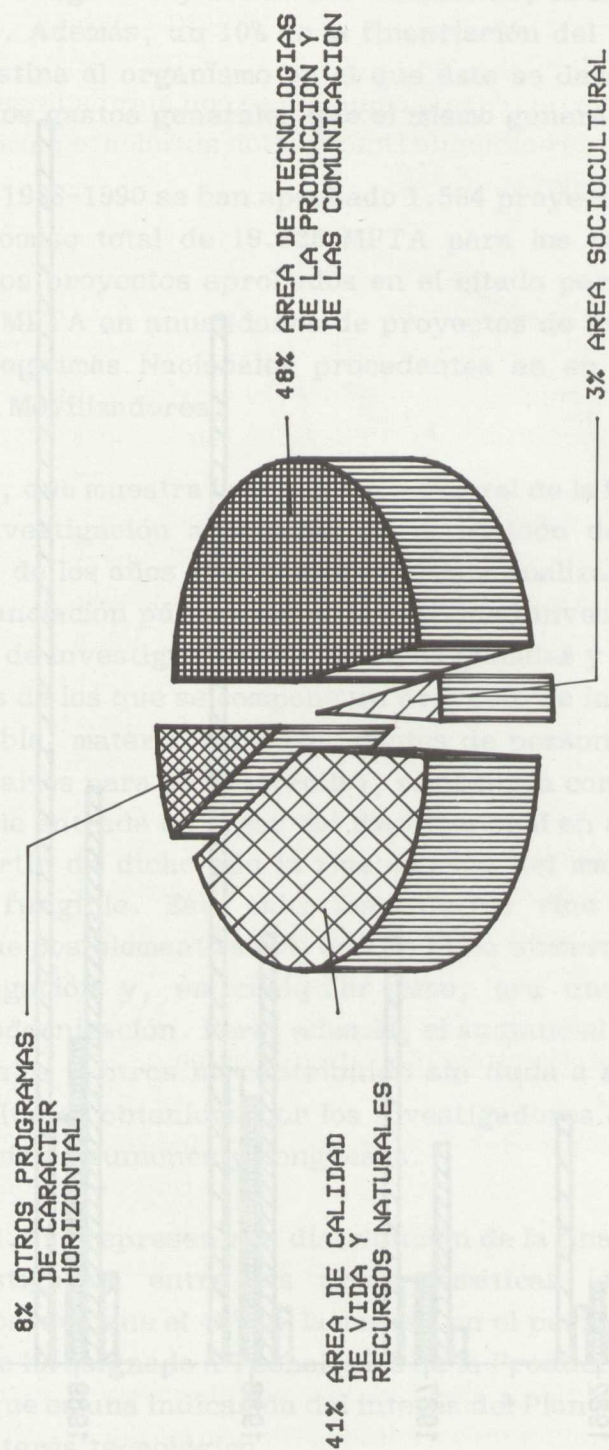
En el Gráfico 4.6 se representa la distribución de la financiación de proyectos de investigación entre las áreas temáticas identificadas anteriormente. Se observa que el 48% de la misma, en el período considerado de 1988-1990, se ha asignado a Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones, lo que es una indicación del interés del Plan Nacional por fomentar áreas de interés tecnológico.

GRAFICO 4.5: EVOLUCION DE LA FINANCIACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION EN EL PERIODO 1982-1990, DESAGREGADO POR CAPITULOS PRESUPUESTARIOS (*)



(*) Se incluyen los proyectos de Promoción General del Conocimiento de los años 1988, 1989 y 1990.

GRAFICO 4.6: FINANCIACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION A TRAVES DEL FONDO NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA, DISTRIBUCION POR AREAS DE ACTIVIDAD (1988-1990)



TOTAL: 19.935 MILLONES DE PESETAS

Finalmente, hay que destacar el esfuerzo de coordinación que se ha realizado desde la CICYT en lo que se refiere a la gestión de proyectos de investigación. Así, se ha fomentado la presentación de proyectos coordinados entre varios grupos de investigación; se ha evitado la multiplicidad de esfuerzos en una misma dirección, optando por los grupos de investigación con mayor grado de solvencia; se ha fomentado la mayor dedicación posible al proyecto financiado, etc. Con ello, la práctica totalidad de los grupos de investigación capaces de llevar a cabo una propuesta de trabajo coincidente con alguna línea prioritaria del Plan Nacional, está recibiendo financiación suficiente para rentabilizar a corto plazo su trabajo.

4.2.2. 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 que, de manera muy ágil, prestan el soporte necesario para la asistencia a eventos internacionales, organización de cursos y seminarios, reuniones de coordinación para la preparación de proyectos internacionales en colaboración con grupos de investigación extranjeros, etc.

A todo ello se ha destinado un total de 2.386 MPTA en el período analizado. Esta cifra engloba los más de 730 MPTA destinados a talleres de microelectrónica y que se canalizaron como acciones especiales para atender la urgente necesidad de crear una red nacional de personal especializado en esta área. Estos talleres se centran esencialmente en el diseño de circuitos integrados en silicio.

4.2.3. Infraestructura científico-técnica

El fomento del desarrollo científico se garantiza a medio y largo plazo mediante la financiación de infraestructura científico-técnica, cuyo objetivo esencial es proporcionar a las instituciones y grupos de investigación el equipamiento necesario para asegurar el futuro de su potencial investigador.

La capacidad coordinadora del nuevo marco normativo ha permitido orientar las dotaciones de infraestructura hacia aquellas áreas en las que se hacía necesario un esfuerzo de inversión específico (espectrómetros

diversos en el Programa Nacional de Nuevos Materiales, un espectrómetro de resonancia magnética nuclear de alta resolución en el Programa de Biotecnología, sistemas de epitaxia de haces moleculares en el Programa de Microelectrónica, etc.).

Las dotaciones de infraestructura científica han supuesto 9.856 MPTA en el período 1988-1990 y se han destinado a la adquisición de grandes instrumentos científicos, a la modernización y mejora de prestaciones de grandes instrumentos ya en uso, y al equipamiento de talleres y servicios generales (servicios analíticos, talleres mecánicos, electrónicos, criogenia, alto vacío, animalarios, invernaderos, etc.); se ha favorecido, en todo caso, el uso compartido de los equipos y se ha prestado especial atención a la necesaria reducción de los desequilibrios interregionales e interinstitucionales. Es de destacar, asimismo, el apoyo prestado a los Centros Nacionales de Biotecnología y de Microelectrónica, a los que se han destinado 2.395 MPTA con el fin de contribuir al equipamiento necesario para su puesta en marcha.

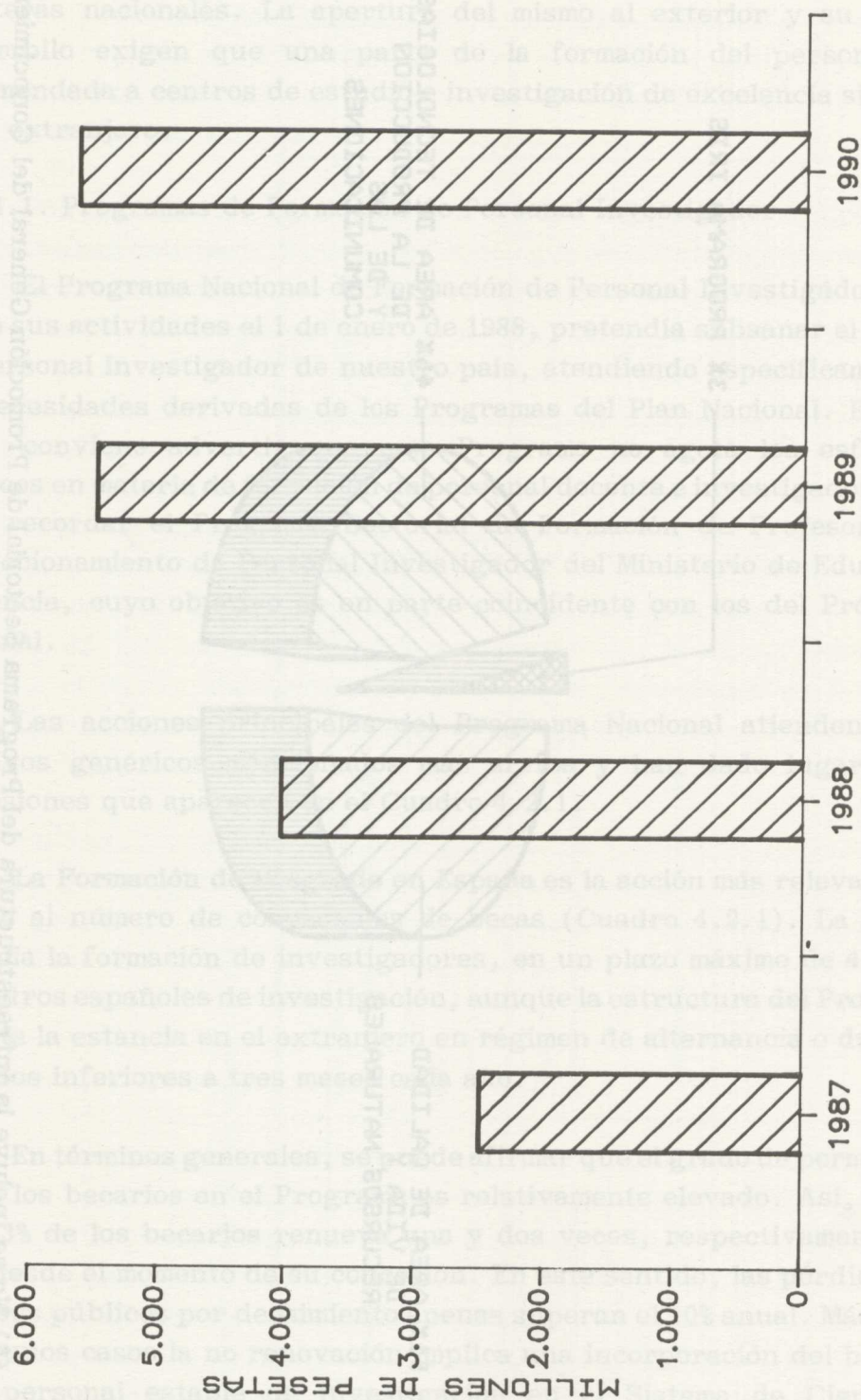
Un análisis semejante al expuesto en el epígrafe dedicado a proyectos de investigación nos permite apreciar el significativo impulso que ha supuesto la entrada en vigor del Plan Nacional en la dotación de infraestructura científica. En el Gráfico 4.7, se muestra la evolución de la inversión en infraestructura en el período 1987-1990. La tendencia que se observa corresponde a un esfuerzo de capitalización que, de mantenerse, permitirá optimizar la labor investigadora de las instituciones científicas nacionales. Por último, en el Gráfico 4.8 se muestra una distribución de la inversión global en este período entre áreas temáticas (no se incluye, por tanto, la infraestructura financiada a través del Programa de Promoción General del Conocimiento).

4.2.4. 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 Capítulo 3, las relaciones entre investigadores y personal de I+D respecto a la población activa representan en España cifras muy inferiores a las registradas en los países más desarrollados.

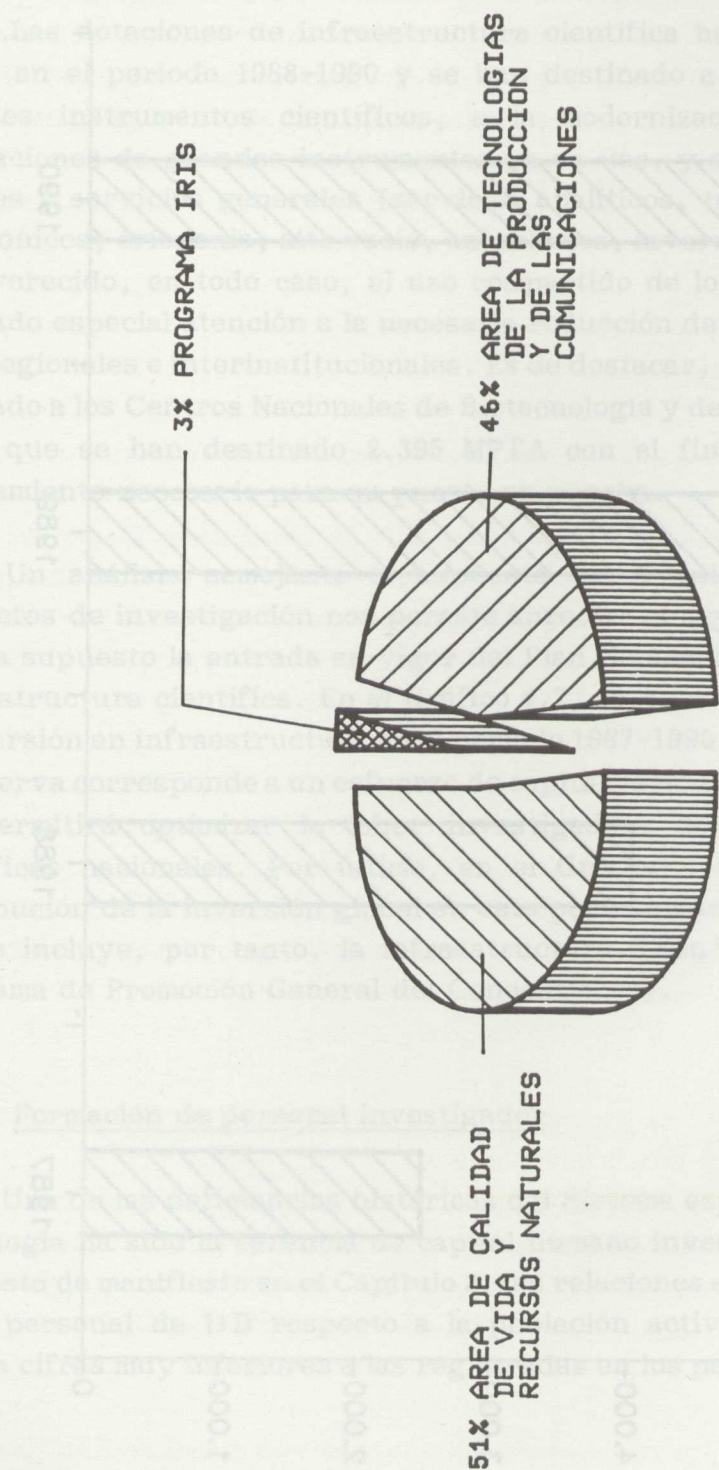
La formación de personal investigador debe tener dos objetivos: la formación de nuevo personal investigador y la formación permanente del

GRAFICO 4.7: DISTRIBUCION TEMPORAL DE LA INVERSION EN INFRAESTRUCTURA CIENTIFICA Y TECNICA



En las convocatorias de 1988, 1989 y 1990 se han sumado las dotaciones de los Programas Nacionales y del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento

GRAFICO 4.8: 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

existente. Además, el proceso de formación no concluye necesariamente con la inserción del personal en el Sistema de Ciencia y Tecnología; de aquí que sea preciso apoyar desde la Administración 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.

4.2.4.1. Programas de Formación de Personal Investigador

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 del Plan Nacional. En todo caso, conviene advertir que este Programa no agota los esfuerzos públicos en materia de formación de personal docente e investigador. Así, cabe recordar el Programa Sectorial de Formación de Profesorado y Perfeccionamiento de Personal Investigador del Ministerio de Educación y Ciencia, cuyo objetivo es en parte coincidente con los del Programa Nacional.

Las acciones principales del Programa Nacional atienden a los objetivos genéricos mencionados más arriba y han dado lugar a las concesiones que aparecen en el Cuadro 4.2.1.

La **Formación de Posgrado en España** es la acción más relevante en cuanto al número de concesiones de becas (Cuadro 4.2.1). La acción propicia la formación de investigadores, en un plazo máximo de 4 años, en centros españoles de investigación, aunque la estructura del Programa permite la estancia en el extranjero en régimen de alternancia o durante períodos inferiores a tres meses cada año.

En términos generales, se puede afirmar que el grado de permanencia de los becarios en el Programa es relativamente elevado. Así, el 89% y el 83% de los becarios renueva una y dos veces, respectivamente, la beca desde el momento de su concesión. En este sentido, las pérdidas de recursos públicos por decaimiento apenas superan el 10% anual. Más aún, en algunos casos la no renovación implica una incorporación del becario como personal estable de investigación en el Sistema de Ciencia y Tecnología.

CUADRO 4.2.1: CONCESIONES DE BECAS DE FORMACION DE PERSONAL INVESTIGADOR Y OTROS

ACCIONES	OBJETIVOS	CONCESIONES				RENOVACIONES	
		1988	1989	1990	TOTAL	1989/88	1990/89
BECAS DE POSGRADO España Extranjero	Formación de Personal Investigador	586 92	666 169	631 165	1.883 426	487 52	591 125
BECAS DE PERFECCIONAMIENTO España Extranjero	Perfeccionamiento de Personal Investigador	36 112	64 157	80 235	180 504		44 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		
T O T A L E S		1.016	1.262	1.442	3.720		

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

El **Programa de Formación de Posgrado en el Extranjero** es complementario del anterior y pretende la formación de personal investigador en centros extranjeros de excelencia y en áreas en las que la oferta nacional de formación es insuficiente. Se trata de una acción de coste elevado, debido a la necesidad de financiar tasas académicas considerables -sobre todo en el caso de los Estados Unidos-, desplazamientos y gastos de estancia. A pesar de ello, como muestra el Cuadro 4.2.1 el número de concesiones ha alcanzado en los tres años de vigencia del Plan una cifra equivalente al 18% del total de becas de posgrado.

Por otra parte, cabe subrayar la importancia del **Programa de Perfeccionamiento para Doctores y Tecnólogos en el Extranjero**, orientado al perfeccionamiento de nuestros investigadores en centros extranjeros de excelencia. El Programa auspicia la estancia en un centro extranjero durante uno o dos años. De hecho, el 50% de los investigadores que han accedido al Programa permanece en el centro de destino dos años. Como muestra el Cuadro 4.2.1, el número de concesiones es, en términos relativos, extremadamente elevado, pues multiplica por tres el número de concesiones correspondientes al **Programa de Perfeccionamiento para Doctores y Tecnólogos en España**. Como no podía ser de otra forma, el perfeccionamiento de los investigadores españoles auspiciado por el Plan Nacional de I+D se realiza fundamentalmente en el extranjero. Cabe advertir el fuerte crecimiento del número de concesiones de becas de perfeccionamiento en el extranjero. Así, de las 112 concesiones en 1988 se ha pasado a 235 en 1990.

La reinserción en el Sistema español de Ciencia y Tecnología de personal investigador de nacionalidad española está apoyada por medio del **Programa de Reincorporación de Doctores y Tecnólogos**, que ha alcanzado en los últimos años una cierta importancia, como resultado del esfuerzo anterior de formación de personal investigador en el extranjero. Cabe esperar, por esta razón, un crecimiento notable de la demanda de esta modalidad de becas.

Finalmente, la captación de doctores de nacionalidad extranjera se fomenta a través del **Programa de Doctores y Tecnólogos Extranjeros en España**. El objetivo último de la acción consiste en internacionalizar el Sistema español de Ciencia y Tecnología. El Programa en cuestión ha rendido ya sus frutos; de hecho se advierte un crecimiento notable de la demanda de becas a lo largo del período de vigencia del Plan, lo que se ha traducido, como muestra el citado Cuadro 4.2.1, en un aumento considerable del número de concesiones en 1990 respecto a años anteriores.

4.2.4.2. Origen y destino de los becarios del Programa Nacional

El desarrollo de los Programas de Formación de Personal Investigador, fundamentalmente los de formación de posgrado, ha tropezado con algunas dificultades relacionadas con el origen de los demandantes de becas.

En lo que se refiere a la formación de posgrado en España, el desarrollo del Programa correspondiente ha tenido que hacer frente a una evolución del mercado de trabajo poco propicia para interesar en la carrera investigadora a los jóvenes titulados de algunas áreas. Ello es particularmente cierto en la familia de titulaciones tecnológicas, que agrupa las ingenierías superiores y las carreras de arquitectura e informática; de hecho, las estadísticas relativas a las convocatorias del antiguo plan de formación del Ministerio de Educación y Ciencia nunca superan el 2% de concesiones para titulados procedentes de las carreras denominadas tecnológicas. Tal dificultad es común, por otro lado, a la observada en una buena parte de los países occidentales, donde el bajo nivel de incorporaciones de titulados en ingeniería a la carrera investigadora está poniendo en peligro el potencial investigador en el área. Con todo, como se desprende del Cuadro 4.2.2, el porcentaje de concesiones correspondiente a las titulaciones tecnológicas es relativamente elevado (8%), habiendo experimentado desde 1988 una tendencia creciente. Tal porcentaje se corresponde, por otra parte, con el de estudiantes en las titulaciones referidas respecto al total.

El elevado número de concesiones en el área experimental, que cubre las carreras de ciencias, refleja la adecuación de la formación de origen al perfil de conocimientos del personal investigador, más que el número relativo de estudiantes en las titulaciones del área, que es considerablemente inferior. Por esta razón, y también debido a la evolución reciente del mercado de trabajo, el porcentaje de concesiones en el área de ciencias sociales es muy inferior al número relativo de estudiantes en estas titulaciones. En parte ello se corrige a través de las acciones desarrolladas en el seno del Programa Sectorial del Ministerio de Educación y Ciencia. Por lo que se refiere a las becas en España -tanto de Posgrado como de Perfeccionamiento-, el Cuadro 4.2.3 muestra la distribución por entidades de los becarios de Programas Nacionales. En el caso de las becas de Posgrado, la mayor parte de los becarios (70%) adquiere su formación en las universidades públicas y, en menor medida, en el CSIC.

**CUADRO 4.2.2: DISTRIBUCION DE BECAS DE POSGRADO
POR TITULACIONES (*)**

TITULACIONES	TOTAL BECAS	PROGRAMA NACIONAL
Tecnológicas	330 (8)	170 (8)
Experimentales	2.253 (52)	1.548 (72)
Médicas	405 (9)	170 (8)
Humanas	840 (20)	176 (8)
Sociales	464 (11)	101 (100)
TOTAL	4.292 (100)	2.165 (100)

(*) La cifra superior corresponde al número de becas absoluto y la cifra entre paréntesis al porcentaje relativo.

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

CUADRO 4.2.3: DISTRIBUCION DE BECARIOS DE PROGRAMAS NACIONALES POR ENTIDADES (EN %)

ACCION	UNIVERSIDADES PUBLICAS	ENTIDADES CSIC	OTROS	TOTAL
Becas Posgrado en España	70	24	6	100
Becas Perfeccionamiento en España	37	54	9	100

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

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 4.2.4). 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.

4.2.5. 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 fue encomendada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

Se facilita así la coordinación de las ayudas (procedentes del Plan Nacional) concedidas a las empresas, que el CDTI, en tanto que entidad adscrita a la Secretaría General de Promoción Industrial y Tecnología del Ministerio de Industria y Energía, otorga para la financiación de las actividades de I+D en el seno de las empresas.

La figura de los Proyectos Concertados atiende a un doble objetivo. De un lado, se trata de fomentar la realización de actividades de I+D por parte de las empresas; como se ha mencionado en el Capítulo 1, el desarrollo de tales actividades se enfrenta a problemas peculiares de financiación, habida cuenta de la dificultad para prever los resultados económicos derivados de la implantación de innovaciones de producto y de proceso. De otro, los Proyectos Concertados 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 4.4.2.

4.2.5.1. Ayudas a las empresas para la financiación de actividades de I+D

Con cargo a los fondos previstos a estos efectos por el 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 4.2.5, a 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.

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. Poco más del 40% del mismo es financiado por las propias empresas, mientras que el 45% es financiado por el Plan Nacional a través del CDTI. El 14% residual procede de otras subvenciones públicas. De tales cifras se deriva que los Proyectos Concertados movilizan 2,5 pts. de recursos destinados en el sector privado por peseta comprometida por el CDTI y, en definitiva, por el Plan Nacional.

Es cierto que una evaluación precisa del potencial movilizador de los Proyectos Concertados exigiría conocer cuáles serían realizados en ausencia de ayudas financieras a las empresas. Con todo, algunas evidencias adicionales demuestran que la capacidad movilizadora de las ayudas concedidas es notable. De hecho, un porcentaje considerable de las empresas españolas que realizan actividades de I+D desarrolla Proyectos Concertados. Así, no menos del 40% del personal de I+D del sector empresarial pertenece a este tipo de empresas; de la misma manera, el gasto ejecutado por las mismas supone, aproximadamente, el 30% del gasto total ejecutado por el sector empresarial español. En definitiva, la cobertura de los Proyectos Concertados es bastante elevada, habida cuenta de que afectan a una parte sustancial del segmento empresarial del Sistema de Ciencia y Tecnología.

CUADRO 4.2.4: DESTINO GEOGRAFICO DE LOS BECARIOS EN EL EXTRANJERO (EN %)

ACCION	DESTINOS				TOTAL
	Estados Unidos	Comunidad Europea	Resto de Europa	Resto del Mundo	
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.

**CUADRO 4.2.5: 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
Total	9.465,5	12.666,1	15.470,7	37.602,3	100,0
APLICACION					
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
Total	9.465,5	12.666,1	15.470,7	37.602,3	100,0
OTROS					
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.

4.2.5.2. Distribución por áreas científicas y tecnológicas

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 Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones. En las otras dos áreas contempladas en el Cuadro 4.2.6, Agroalimentación y Recursos Naturales, y Calidad de Vida, el número de Proyectos aprobados ha sido inferior, alcanzando, respectivamente, el 24,3% y el 14%.

La distribución de los compromisos del CDTI por áreas, al igual que la del presupuesto total movilizado, sigue una pauta similar a la distribución del total de proyectos por grandes áreas. Así pues, no se ha producido discriminación alguna entre los proyectos en función de su área temática, habiendo atendido su aprobación a criterios de viabilidad y oportunidad.

4.3. Planificación del Desarrollo Científico y Tecnológico: los Programas del Plan Nacional de I+D

Una de las deficiencias históricas del Sistema 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 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 estas actividades en función del interés económico y tecnológico de las mismas.

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.

CUADRO 4.2.6: 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	5847,2	15,6	26.564,0	70,6	37.602,3	100
Aportación Plan Nacional (CDTI) (*)	2.430,3	14,2	2657,0	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.

4.3.1. Programas Nacionales

4.3.1.1. **Area de Calidad de Vida y Recursos Naturales**

En esta área se agrupan los siguientes Programas Nacionales:

- * 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
- * Sistemas y Recursos Forestales

Es común a la mayoría de estos Programas el hecho de que su principal objetivo lo constituyen los organismos vivos. La única excepción es el Programa de Recursos Geológicos, en el que, sin embargo, existen ciertas aplicaciones -recogidas en el Programa de Biotecnología- en las que intervienen los seres vivos. Este último Programa es el más interactivo del área, puesto que prácticamente interrelaciona con todos los demás. De hecho, bastantes de los proyectos incluidos en otros Programas tienen perfecta cabida en el de Biotecnología que por tanto es el eje en torno al cual giran la mayoría de los Programas del área.

La experiencia acumulada durante estos tres años permite expresar algunas consideraciones generales sobre el resultado de los diferentes Programas (Cuadro 4.3.1). Debe destacarse, en primer lugar, el elevado grado de movilización de la comunidad científica, habiéndose incorporado al área 4.748 investigadores -2916 en EDP-, distribuidos en los distintos Programas de manera diferente (desde los 902 del Programa de Tecnología de Alimentos a los 110 participantes en el de Sistemas y Recursos Forestales). En algunos casos, la realización de proyectos de gran envergadura, como los de sismica de reflexión profunda recientemente aprobados dentro del Programa de Recursos Geológicos, generará gran cantidad de información que estará a disposición de toda la comunidad científica y, por tanto, se movilizarán hacia el sector grupos del área de

**CUADRO 4.3.1. FINANCIACION Y MOVILIZACION EN EL AREA DE CALIDAD DE VIDA Y RECURSOS NATURALES
(1988-1990)**

Programas	Proyectos (MPTA)	Investigadores (EDP)	Infraestructura (MPTA)	Becas España Posgrado Perfec.	Becas Extranjero Posgrado Perfec.	Proyectos(*) Concertados	Acciones(*) PETRI
Investigación Agrícola	1.162	379	659	162	24	1.034	50,6
Tecnología de Alimentos	1.465	542	521	9	12	1.624,6	69,8
Biotecnología	1.646	621	2.290	122	16	2.057,4	66,8
Investigación sobre Deporte	199	123		17	8		
Investiación y Desarrollo Farmacéuticos	631	280	198	53	9	3.214,1	113,8
Sistemas y Recursos Fores- tales	210	59	121	50	4	277,5	
Investigación y Desarrollo Ganadero	481	181	232	87	21	345,7	77
Recursos Geológicos	621	93		67	15	181,1	2,2
Recursos Marinos y Acuicul- tura	525	166	200	42	16	1.038,5	90,3
Conservación del Patrimonio Natural y Procesos Degrada- ción Ambiental	442	190	147	104	17	689,7	33,3
Salud	702	282	642	178	26	575,7	179
T O T A L	8.084	2.916	5.010	891	168	11.038,3	682,8

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

Geofísica y con ello aumentará de forma sustancial el número de investigadores dedicados a los temas prioritarios del Programa.

Por otra parte, también resulta satisfactorio el grado de dedicación de nuestros investigadores a los proyectos en curso; esta dedicación - medida como EDP/número investigadores- es muy aceptable en esta área, en la que la media global se aproxima al 60% y destaca en el Programa de Biotecnología, con un 78%.

Existe bastante disparidad entre la experiencia de los investigadores incorporados a los distintos Programas, debido, sin duda a la mayor o menor tradición investigadora en unas u otras áreas. La concentración de Programas, propuesta para los años 1992-1995, deberá contribuir a homogeneizar los niveles de calidad. Los cuatro años de la primera fase del Plan Nacional deben servir también para establecer claramente las capacidades de los distintos grupos y, en consecuencia, para financiar en el futuro sólo a aquéllos que hayan manifestado una trayectoria eficaz, avalada por los parámetros clásicos de transferencia de resultados de investigación.

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 recientemente realizada; se ha elegido este período de tiempo debido a la existencia de Programas movilizados anteriores al Plan Nacional, cuyos proyectos han generado transferencias que deben ser tenidas en cuenta. Podemos decir que los resultados obtenidos, que se reflejan en el Cuadro 4.3.2, son ciertamente alentadores: es evidente que los investigadores de los centros públicos y los de las empresas empiezan a establecer vínculos sólidos y, 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 favorecer la transferencia de resultados de investigación y la aproximación de estos sectores.

Durante los últimos cinco años las empresas han absorbido un total de 660 jóvenes licenciados y doctores procedentes del Plan Nacional, lo que supone una cantidad apreciable. También llama la atención el número de contratos con empresas -no sólo nacionales sino también multinacionales y extranjeras-, por importes que globalmente suponen el 43% de la

**CUADRO 4.3.2. ENCUESTA SOBRE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.
AREA DE CALIDAD DE VIDA Y RECURSOS NATURALES**

P R O G R A M A	Becarios Transferidos a la Industria			Contratos de Investigación (MPTA)				Contratos de Asistencia Técnica (MPTA)				Patentes		
	Predoc. Posdoc. Total			Nac. Multinac. Extran. Total				Nac. Multinac. Extran. Total				Nac. Extran. 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
Biotechnología	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

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).

inversión comprometida en proyectos durante estos tres primeros años del Plan Nacional. En algunos casos, como en el Programa de Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental, el porcentaje es mucho más elevado, alcanzando cifras superiores a la inversión del Plan Nacional en proyectos.

Asimismo, resulta interesante analizar el capítulo de patentes - nacionales y extranjeras- solicitadas o concedidas; en los últimos cinco años se han presentado 203 patentes, siendo los investigadores de los Programas de Investigación Agrícola y de Biotecnología los que más acciones de este tipo han realizado.

Aun cuando el fruto del esfuerzo de la financiación dedicada a estos Programas sólo podrá medirse a largo plazo, cuando finalmente se obtengan productos, servicios, tecnologías, etc., los resultados alcanzados hasta ahora permiten afirmar que existe ya una aceptable conexión entre las empresas de los distintos sectores relacionados con los Programas de esta área y los investigadores financiados por medio de ellos.

La importante inversión dedicada a infraestructura está permitiendo, por un lado, que los grupos de investigación trabajen en condiciones similares a las que existen en otros países más desarrollados y, por otro, que se combinen intereses y se compartan equipamientos; este hecho es especialmente relevante cuando se trata de grandes instalaciones. Dentro de este capítulo cabe destacar la aportación de 1.144 MPTA asignada al Centro Nacional de Biotecnología y la subvención de 175 millones destinada a financiar las inversiones en equipos e instalaciones del Centro Técnico Nacional de Alimentos para el sector de fabricantes de conservas de pescados y mariscos de Vigo.

La creación de estos centros propiciará con toda seguridad la obtención de resultados efectivos en el ámbito tecnológico. En cuanto a los Centros Técnicos de Alimentos sería deseable que las asociaciones empresariales apoyaran su creación en otros lugares, para lo cual contarán siempre con el apoyo del Plan Nacional de I+D.

Una de las principales aportaciones del Plan Nacional ha sido la creación de un Programa para el Estímulo a la Transferencia de los Resultados de la Investigación (PETRI). En esta área el Programa ha tenido una gran aceptación, entre otras razones porque se trata de un Programa más flexible que otras acciones del Plan Nacional, establece una

interacción con los investigadores, y su resolución es más rápida. En esta área se han aprobado 64 acciones PETRI, con una financiación total de 683 MPTA, de los cuales 258 (38%) han sido aportados por las entidades interesadas en la realización de los correspondientes proyectos.

Los Proyectos Concertados completan las acciones desarrolladas en el marco del Plan Nacional. Durante los tres años analizados en esta Memoria se han aprobado 126 Proyectos Concertados en el área, por un valor total de 11.038,3 MPTA, siendo la aportación del Fondo Nacional de 5.087,3 millones (46%). Tal y como estaba previsto, la financiación más elevada corresponde al Programa de I+D Farmacéuticos, debido a la urgente necesidad que tiene este sector industrial de incorporar nuevas tecnologías ante el reto que supone la entrada en vigor en España, a partir de octubre de 1992, de la Patente de Productos Químicos y Farmacéuticos.

Por último, hay que resaltar los excelentes resultados obtenidos dentro de los Programas comunitarios en relación con los Programas Nacionales de esta área. En el caso concreto de la Biotecnología, grupos españoles concurren a la ampliación de carácter general del Programa BAP y a la de carácter especial para España y Portugal y, posteriormente, al Programa BRIDGE. En ambos casos, tanto la participación de grupos españoles como la concesión de proyectos en los cuales participaban dichos grupos fueron excelentes. En los Programas ECLAIR y FLAIR, dedicados a la Agricultura y Alimentación, los resultados obtenidos en cuanto a participación y retornos también fueron excelentes. Estos ejemplos demuestran que nuestros grupos pueden competir con otros europeos en condiciones de igualdad, y evidencian la calidad de la investigación que se realiza en nuestro país en estas áreas.

PROGRAMA NACIONAL DE BIOTECNOLOGIA

Sin duda éste es el Programa fundamental del área de Calidad de Vida y Recursos Naturales. Las aplicaciones de las biotecnologías se extienden a campos tan alejados entre sí como la salud humana y la minería. Durante los años 1985-1987 el Programa de Biotecnología tuvo un precedente en el Programa Movilizador, por ello está totalmente consolidado, y sus resultados de transferencia de resultados de investigación sobresalen de los del resto de los Programas del área.

Los objetivos del Programa han experimentado escasas modificaciones a lo largo de los tres años que ha estado en vigor, y se agrupan en cinco apartados:

1. Investigación básica orientada a la Biotecnología
2. Agricultura y alimentación
3. Sanidad humana y animal
4. Industria
5. Biodegradación y control de la contaminación

Un sexto objetivo sobre aspectos socioeconómicos y jurídicos relacionados con la Biotecnología, pasó a formar parte del Programa de Problemas Sociales y Bienestar Social a partir de la convocatoria de 1990.

En el Programa de Biotecnología se ha realizado un gran esfuerzo en formación de personal. Se han concedido un total de 133 becas para centros de investigación en España (122 de posgrado y 11 de perfeccionamiento de doctores) y 91 para centros de investigación en el extranjero (16 de posgrado y 75 de perfeccionamiento de doctores). Se han promovido también otras acciones dirigidas a la formación de posgraduados, a través de la financiación de algunos cursos monográficos y experimentales: Curso de Ingeniería de Procesos Biotecnológicos (Universidad Autónoma de Barcelona), Curso de Biotecnología (Universidad Autónoma de Madrid), Curso de Cultivos Celulares (Universidad de Granada), Curso Hispano-Británico de Ingeniería (Universidad de las Islas Baleares) de Proteínas y Curso de Genética de Levaduras (Universidad de Salamanca).

Este ha sido uno de los Programas del área con mayor número de proyectos financiados (130), más elevada financiación (1.646 MPTA) y mayor número de investigadores (796) y EDP (621) implicados. Destaca, en particular, la dedicación media por investigador (el 78%), que es la más elevada del área.

El número de proyectos aprobados en cada objetivo del Programa se distribuye -con bastante homogeneidad- de la siguiente forma: Investigación básica orientada a la biotecnología 33%, Agricultura y alimentación 26%, Sanidad humana y animal 22%, Industria 16% y Biodegradación y control de la contaminación 3%. Cabe señalar que en el último objetivo, se ha financiado un menor número de proyectos puesto que está también parcialmente incluido en el Programa de Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental.

Entre los proyectos financiados cabe destacar aquellos que hacen referencia a la salud humana y animal (gripe, peste porcina, fiebre aftosa, obtención de antibióticos) y a la agricultura (estrés hídrico, mejora genética de plantas, resistencia a patógenos). En relación con los estudios sobre peste porcina africana, es importante señalar que un grupo de investigadores que tienen proyectos financiados por este Programa, han solicitado la patente de un nuevo método de diagnóstico mucho más fiable que los actuales; con él se eliminarán los positivos falsos y disminuirá el número de animales que obligatoriamente se han de sacrificar y, en consecuencia, el gasto por indemnizaciones.

Debido a la escasez de agua y a la creciente salinización de los terrenos cultivables en España, es sumamente importante el desarrollo de plantas que toleren con facilidad estas condiciones. Para ello, y mediante técnicas de recombinación genética, se está tratando de incorporar a algunas plantas, por ejemplo tomate o maíz, los distintos genes que codifican estas características, lo cual permitirá una mayor explotación y la adaptación de estos cultivos a terrenos marginales.

Hay que señalar la importante contribución destinada al Centro Nacional de Biotecnología; además de la financiación que los grupos adscritos a este centro han obtenido dentro de las convocatorias regulares, se han concedido algunos proyectos y acciones especiales, así como una sustanciosa financiación de 1.144 MPTA en el capítulo de infraestructura. El Centro, cuya construcción está prácticamente terminada, está ubicado en el Campus de la Universidad Autónoma de Madrid; cuenta con una superficie total construida de 16.000 m² y dispone de una plantilla aceptable, de la que forman parte los investigadores que dirigirán sus tres departamentos (de Biología Celular, de Microbiología y de Biología Molecular de Plantas). Además, el Centro contará en el futuro con una planta piloto y un laboratorio de proteínas, todo lo cual contribuirá al necesario acercamiento entre la actividad empresarial e investigadora, y a un mayor desarrollo de aquélla.

Destaca especialmente en este Programa la colaboración con los sectores empresariales, habiéndose transferido un importante número de becarios, de los cuales un alto porcentaje son posdoctorales. Asimismo, se debe valorar positivamente el grado de contratación con empresas privadas, que supera los 1.100 MPTA, lo que supone la cantidad más elevada del área. Finalmente, también en este Programa se ha solicitado

el mayor número de patentes en el extranjero (13 sobre un total de 26 en el área).

En el Programa PETRI se han aprobado 7 acciones con una financiación total de 67 MPTA y una cofinanciación del 34%. Dentro de las acciones aprobadas se ha financiado una especialmente destacable: la obtención de plásticos biodegradables por halobacterias a partir de polímeros de polihidroxibutirato; su transferencia está acordada con una empresa petroquímica española.

En cuanto a la financiación de Proyectos Concertados, en el período 1988-1990 se han aprobado 25 proyectos con un valor total de 2.057 MPTA, de los cuales el Fondo Nacional ha financiado 1.000,7 millones. En un principio, la demanda de financiación de estos proyectos procedía de pequeñas empresas -generalmente ubicadas en el sector sanitario- dedicadas a la producción de equipos de diagnóstico; estas empresas, junto a algunas productoras de antibióticos, tienen el mérito de haber introducido en nuestro país las nuevas biotecnologías en el ámbito industrial. Sin embargo, se ha producido su rápida diseminación en los diferentes sectores productivos (alimentario, ganadero, ambiental, químico, etc.), lo que confirma el carácter horizontal de este grupo de tecnologías.

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO FARMACEUTICOS

Su antecedente es el Plan de Fomento de la Investigación en la Industria Farmacéutica, que surgió de la necesidad de incrementar la capacidad investigadora de la Industria Farmacéutica para situarla en una posición competitiva cuando en 1992 se introduzca la Patente de producto, vigente ya en los demás países comunitarios. A partir de 1988 se produjo la coordinación del Plan de Fomento con el Programa Nacional de I+D Farmacéuticos, cuyo objetivo general es el fomento y la coordinación de las actividades de Investigación farmacéutica, que se realizan tanto en centros públicos como privados.

Como más adelante analizaremos, la más elevada financiación dentro de este Programa se ha dedicado a la realización de Proyectos Concertados. También se ha potenciado la formación de personal investigador; se

han concedido 62 becas de posgrado (53 en España y 9 en el extranjero) y 50 de perfeccionamiento de doctores, 45 de ellas en el extranjero.

A lo largo de las tres convocatorias realizadas se ha mantenido una continuidad en sus objetivos científicos, especialmente en los más relacionados con el descubrimiento de nuevos fármacos, ya sea mediante la búsqueda de moléculas cabeza de serie en terapéutica, con origen en productos naturales, o bien sintetizadas, basándose en la modelización molecular y en la interacción con receptores específicos.

Asimismo, entre los objetivos científicos presentes en la convocatoria de 1988 se incluía el desarrollo de sistemas de evaluación diagnóstica, terapéutica y toxicológica; este objetivo fue modificado posteriormente debido a la necesidad detectada en la industria farmacéutica y en otras áreas, como la farmacología clínica y experimental.

Respecto a los temas objeto de investigación, algo más del 50% de los mismos -tanto en número como en financiación- se orientan hacia la búsqueda de nuevos fármacos; los restantes se distribuyen en las áreas de Farmacología, Galénica, Toxicología y Biotecnología.

La mayoría de los proyectos (44 de un total de 56) se desarrollan en departamentos universitarios y el resto en el CSIC. Las universidades que, gracias a la financiación de proyectos, han experimentado una movilización más elevada, han sido las de Madrid, Barcelona, La Laguna y Santiago de Compostela.

Desde la Secretaría General del Plan Nacional de I+D se han promovido una serie de reuniones en las que han participado destacados investigadores del área, jefes de departamentos de I+D de industrias farmacéuticas y representantes de distintos Ministerios, que han servido para modificar y perfilar los objetivos del Programa. Asimismo, también se ha participado en dos reuniones científicas, una de las cuales fue un seminario-debate sobre la situación de la Farmacología Experimental en España.

A pesar de que la gestión de este Programa recae en un organismo externo a la SGPN, se ha establecido una excelente coordinación con la gestión de los Programas de Biotecnología y de Salud que son los que más inciden en el área farmacéutica.

En este Programa se han transferido al sector empresarial un total de 52 becarios, 19 de ellos posdoctorales, lo que se puede considerar como muy satisfactorio. En cambio, la contratación (128 MPTA) no ha sido tan elevada como cabría esperar; sin embargo, el número de patentes (32) se considera satisfactorio.

En el PETRI se han financiado 9 acciones por un valor total de 114 MPTA, que incluyen 49 millones (el 43%) cofinanciados por las empresas interesadas en su posterior desarrollo industrial.

Debido a la plena incorporación de España a la CE, es preciso que la industria farmacéutica realice un importante esfuerzo en materia de I+D. Por dicha razón, se previó una elevada financiación de Proyectos Concertados y el resultado de su desarrollo durante el trienio analizado puede considerarse satisfactorio. Un amplio grupo de laboratorios ha decidido reforzar su actividad investigadora como solución para su futura supervivencia y este sector está realizando una inversión más intensa, expresada en porcentaje sobre ventas. En consonancia con esta demanda de la industria, se han aprobado 15 proyectos con un valor total de 3.214,1 MPTA, de los cuales el Plan Nacional aportó 1.406,3 millones (el 43,7%). Respecto a los objetivos de los proyectos, se aprecia una tendencia a plantear desarrollos de nuevas moléculas de creciente complejidad, tanto en su proceso de obtención como en su estructura y propiedades.

PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Ha sido objetivo prioritario del Programa incrementar el potencial investigador en ciencia y tecnología de alimentos -tanto en las Administraciones públicas como en la industria-, para adecuarlo a la importancia social y económica del sector, así como al impacto social del consumo alimentario.

El efecto movilizador del Programa se ha puesto ya de manifiesto en sus tres años de vigencia. Antes de su entrada en vigor, el sector público, a través de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, financiaba 40 proyectos de investigación en los que participaban unos 200 investigadores en equivalente a dedicación plena (EDP) y con una financiación de alrededor de un millón de pesetas por EDP. Actualmente, una vez resuelta la convocatoria de 1990, el Programa financia 133



proyectos de investigación, en los que trabajan 542 EDP, con una financiación de alrededor de 2,7 MPTA por EDP.

Diversas causas explican este incremento: en primer lugar, en los últimos años ha aumentado sustancialmente el personal de plantilla que se ha incorporado a departamentos o institutos del área de alimentos de los centros públicos de investigación; en segundo lugar, también se ha incrementado considerablemente el número de becarios -tanto doctorales como posdoctorales- incorporados a proyectos financiados por el Programa; el tercer factor ha sido la recuperación de numerosos grupos, que tradicionalmente trabajaban con una financiación escasa y de origen no competitivo, hacia el sistema competitivo y priorizado establecido por el Programa y el Plan; y, por último, la reorientación de numerosos grupos -sobre todo de la universidad- hacia objetivos incluidos en el Programa.

Por lo que respecta al sector privado, cabe citar la aproximación, todavía lenta pero constante, de las empresas al mecanismo de financiación de Proyectos Concertados. En el quinquenio 1979-1983 sólo existía un Plan Concertado con participación de la empresa alimentaria. Desde 1988 se han aprobado 28 Proyectos Concertados, con un importe total de unos 1.625 MPTA -de los cuales el Plan Nacional aporta 751,4 MPTA- y una significativa participación de 56 investigadores en EDP de la empresa. Estas cifras ponen de manifiesto la movilización empresarial hacia las actividades de I+D y el incremento notable de las relaciones entre industria y grupos de investigación del sector público.

Un segundo objetivo prioritario del Programa ha sido promover la coordinación de los esfuerzos de investigación, principalmente en el sector público. En un principio, los objetivos se plantearon con un criterio amplio y, posteriormente, se establecieron las prioridades con mayor precisión. Se ha prestado especial atención a la coordinación de grupos en torno a objetivos poco atendidos tradicionalmente por los investigadores españoles, tales como la biotecnología relacionada con la transformación de alimentos -en particular el desarrollo de iniciadores microbianos de la fermentación-, la nutrición y la toxicología alimentaria.

Cabe señalar que en la actualidad se están realizando 24 proyectos sobre biotecnología de alimentos, de los cuales la tercera parte se refiere a manipulación genética de microorganismos relacionados directamente con la producción de quesos, vinos y otros productos de interés nacional. Ello ha conducido a la consolidación de grupos jóvenes de ingenieros

genéticos, generalmente de nueva creación, coordinados con grupos de tecnólogos de carácter más tradicional; conviene destacar que antes de la puesta en marcha del Programa, no existían equipos de estas características trabajando en alimentación.

En toxicología alimentaria, campo inexistente hasta ahora en nuestro país pero de interés creciente a escala nacional e internacional, existen 14 proyectos financiados por el Programa. Ciertamente es que la mayoría de los grupos proceden del campo del análisis químico o bioquímico en áreas ajenas a la alimentaria. Es necesario profundizar en la coordinación de este potencial investigador ya implicado en el área con grupos dedicados al estudio de la fisiología humana, en coordinación estrecha con el Programa de Salud.

En lo relativo a nutrición, los efectos del Programa han sido menos espectaculares, pues sólo se contabilizan unos 10 proyectos plenamente relacionados con dicho objetivo. Sin embargo, en esta materia existe un amplio campo de trabajo, sobre todo en Facultades de Medicina y de Farmacia, en hospitales, etc., que deberá explorarse en coordinación con el mismo Programa de Salud.

Por último, conviene destacar que uno de los mecanismos de transferencia de resultados de investigación priorizados en el Programa ha sido la creación a escala nacional de Centros Técnicos de la industria alimentaria. Estos Centros, de carácter sectorial, se orientan fundamentalmente al servicio de la pequeña y mediana empresa y, además de desarrollar tareas de investigación y desarrollo tecnológico, realizan labores de servicios y asistencia técnica. La experiencia de otros países, ha demostrado que estos centros deben convertirse en un factor fundamental para la interfase investigación pública-privada.

La primera convocatoria para la creación de dichos centros se publicó en 1989 y ha sido resuelta en el presente año. De acuerdo con las bases de la misma, el Programa contribuye económicamente a la instalación del Centro hasta un 60% de su presupuesto total y exige a las empresas promotoras y propietarias del mismo la garantía de que se mantendrá operativo durante un período de 10 años como mínimo.

El primer Centro Nacional creado ha sido el de Industrias de Conservación de Productos de la Pesca, con sede en Vigo. Lo ha promovido la Asociación de Fabricantes de Conservas de Pescado y Marisco (ANFACO), asociación de ámbito nacional, constituida en 1977 sin fines

de lucro, uno de cuyos objetivos es "promocionar a sus asociados los servicios de investigación, asistencia y asesoramiento tecnológico". Desde su creación cuenta con un modesto laboratorio, mantenido prácticamente por las industrias asociadas, que ha efectuado de forma satisfactoria una labor de apoyo técnico a las empresas del sector.

ANFACO cuenta con 63 empresas asociadas, la mayoría pequeñas y medianas, que representan alrededor del 80% del sector en el ámbito nacional. Este sector, que se ha consolidado después de un denso período de reestructuración, requiere la incorporación de tecnología para asegurar su competitividad en el mercado europeo. Asimismo, el volumen reducido de sus empresas, y la ausencia en el mismo de multinacionales, favorece que la labor de un Centro Técnico de carácter colectivo pueda consolidarse e influir significativamente en el progreso tecnológico de las empresas asociadas.

En la fase inicial el Programa contribuyó a la instalación del Centro Técnico con una subvención de 175 MPTA y colaboraron asimismo la Diputación de Pontevedra, el Ayuntamiento de Vigo y el propio sector industrial.

Actualmente está en fase de negociación la futura creación de Centros Técnicos de la Industria de Conservas Vegetales en Navarra y Murcia.

PROGRAMA NACIONAL DE RECURSOS GEOLOGICOS

Es objetivo de este Programa asegurar las bases científicas y tecnológicas de las actividades industriales en el campo de los recursos geológicos; se entiende por tales aquellos elementos que, enmarcados en un entorno geológico determinado, sean susceptibles de aprovechamiento por sí mismos o mediante el tratamiento adecuado. La riqueza de nuestro país en este tipo de recursos y la posibilidad de localizar otros nuevos, aconsejó la implantación de una nueva política en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico, cuyo resultado fue el Programa Nacional de Recursos Geológicos. En él se establecieron los siguientes objetivos prioritarios:

1. Geología del subsuelo
2. Exploración y modelización de yacimientos
3. Mineralurgia.

La actividad más importante de este Programa se relaciona con la Geología del Subsuelo. Este primer objetivo ha servido para impulsar la explotación de los datos ya existentes -que proceden mayoritariamente de la industria del petróleo- y se ha visto considerablemente reforzado con la aprobación en 1990 de tres proyectos sobre Sísmica de Reflexión Profunda de tres zonas geográficas (Bética, Noroeste Peninsular y Mar Balear), por un importe cercano a los 500 MPTA. Por su especial importancia y cuantía económica, el seguimiento de estos proyectos se ha realizado de forma que permita a toda la comunidad científica el rápido acceso a los datos, así como la eventual participación del sector empresarial; además, algunas Comunidades Autónomas se han comprometido a la financiación de perfiles futuros.

Respecto a la movilización de investigadores, el objetivo de Exploración y modelización de yacimientos se encuentra en segundo lugar y, en el último el de Mineralurgia, que si bien a lo largo del desarrollo del Programa ha ido involucrando a un número creciente de investigadores, en el futuro requerirá una estimulación selectiva.

Se ha realizado una labor de coordinación en aspectos considerados importantes para el desarrollo armónico de las Ciencias de la Tierra. Así, se ha impulsado la creación de un Servicio General de Paleomagnetismo (Generalidad de Cataluña-CSIC) y un Servicio Nacional de Geocronología. Respecto a este último se ha atendido especialmente la coordinación de las distintas instituciones interesadas (Univ. Complutense, ITGE, CIEMAT), a las cuales se ha concedido infraestructura en 1989.

Se han aprobado 67 becas de posgrado para España y 15 para el extranjero, que se completan con otras 18 para perfeccionamiento de doctores en el extranjero.

Las posibilidades de transferencia de resultados de investigación son aún difíciles de valorar, debido a que la primera convocatoria tuvo lugar en 1989. No obstante, a partir de los datos derivados de la citada encuesta de transferencia de resultados, parece deducirse que en los últimos años los grupos investigadores del área desarrollan considerables transferencias de tecnologías hacia el exterior, de forma habitual y por cuantías.

Se ha aprobado un Proyecto Concertado con una financiación de 181,1 MPTA, de los cuales 72,5 (el 40%) proceden del Fondo Nacional. Con este proyecto se pretende estudiar la utilización de los áridos de Canarias

para su aprovechamiento en mezclas bituminosas de pavimentación en carreteras. La escasez de Proyectos Concertados en esta área puede deberse a distintas circunstancias, entre ellas que el sector minero español se ha dedicado preferentemente a la explotación de mineral en bruto y no tanto a los procesos mineralúrgicos de purificación, y también a que, para el sector del carbón y del acero, existen mecanismos de ayuda paralelos, como OCICARBON en España y la CECA en la Comunidad Europea; en este último Programa el porcentaje de retornos para España ha sido elevado.

PROGRAMA NACIONAL DE RECURSOS MARINOS Y ACUICULTURA

La conservación y explotación racional de los recursos marinos sólo puede establecerse partiendo del conocimiento de sus aspectos descriptivos y de su dinámica, así como de las relaciones entre dichos recursos y el medio ambiente. Esto es especialmente importante para España, donde existe una considerable actividad económica basada en la pesca, el marisqueo, la acuicultura y la recogida de algas.

También es preciso señalar que el desarrollo de la acuicultura presenta gran interés para nuestro país debido, por un lado, a la capacidad de aprovechamiento de recursos geográficos o físicos no utilizados o de escaso rendimiento y, por otro, a la posibilidad de producción de pescado y mariscos frescos, de los cuales el mercado español es deficitario.

El Programa intenta dar una respuesta científica a estos retos y al mismo tiempo considera como objetivo prioritario el incremento del personal investigador en estas áreas.

Al igual que en otros Programas Nacionales, también en éste ha existido un precedente movilizador, que recoge los objetivos científico técnicos establecidos en su día, a saber:

1. Oceanografía y recursos marinos
2. Acuicultura
3. Aspectos sociales y económicos
4. Prototipos y diseños industriales

La comunidad de investigadores relacionados con los objetivos del Programa se encuadra básicamente en tres instituciones: las universidades, el CSIC y el Instituto Español de Oceanografía (IEO). Lógicamente, las actividades relacionadas con el Programa han incidido en estas instituciones; sin embargo, la financiación de proyectos y de acciones especiales se ha realizado de forma desigual: la mayor incidencia se ha producido en la universidad y la menor en el IEO, debido a que éste dispone de su propia financiación sectorial. Por esta misma razón, tampoco se ha destinado a dicho organismo financiación para infraestructura.

Dentro de este Programa se han concedido 42 becas de posgrado para España y 16 para el extranjero, así como otras 14 de perfeccionamiento de tecnólogos en el extranjero.

De los dos objetivos fundamentales del Programa (Oceanografía y Acuicultura), la financiación destinada a la universidad se concentra principalmente en Acuicultura, debido a que puede adaptar sus estructuras con cierta facilidad a la experimentación en este objetivo, para cuyo estudio no se requieren los grandes medios y equipos que exige la Oceanografía. Dentro del objetivo de Acuicultura, buena parte de los proyectos se dedican a realizar estudios nutricionales de diferentes especies y a elaborar las correspondientes dietas, así como a investigar las patologías que surgen como consecuencia de la cría intensiva.

Por su importancia para el futuro destaca una acción especial concedida a un grupo de trabajo en el World Oceanographic Circulation Experiment (WOCE). Dicho grupo ha comenzado su trabajo en 1990 y a partir de los resultados que obtenga podrá definir la participación española en el experimento WOCE y determinar futuras actividades de investigación en Oceanografía Física que habrá de financiar el Programa.

La transferencia de resultados de investigación hacia el sector empresarial se ha concentrado preferentemente en el área de la Acuicultura. Se han transferido 27 becarios a la industria y, durante los últimos cinco años, se han realizado contratos de investigación o de asistencia técnica por un valor cercano a los 200 MPTA, y se han solicitado o concedido 17 patentes.

En los dos años en los que ha estado en vigor el PETRI se han aprobado 6 acciones, con una financiación total de 90 MPTA, de los cuales el sector empresarial ha aportado un 45%. Debido a que entre los hábitos

alimenticios de los españoles se encuentra el alto consumo de pescados y mariscos, así como a que la aceptación social es diferente para las distintas especies, la mayoría de las acciones PETRI se han dirigido a la Acuicultura y, más particularmente, a la obtención, cultivo y engorde de las especies más apreciadas (almeja, langostino, dorada, etc.).

Dentro del Programa se han aprobado 18 Proyectos Concertados, con una financiación de 1.038,5 MPTA, de los que 490 millones (el 47,18%) proceden del Fondo Nacional. Todos estos proyectos se inscriben en el área de Acuicultura, lo que pone de manifiesto que la mayoría de las empresas del sector se orienta más a la explotación que al diseño de instalaciones o a la Oceanografía.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVACION DEL PATRIMONIO NATURAL Y PROCESOS DE DEGRADACION AMBIENTAL.

El Programa se incorporó al Plan Nacional en 1989, con el fin de potenciar la investigación encaminada a la mejora del conocimiento de las estructuras y del funcionamiento de los ecosistemas naturales más representativos, para que en ellos se pueda realizar una mejor gestión y aprovechamiento, al tiempo que se procura una mejor conservación de los mismos.

En las primeras convocatorias se pretendía abordar los problemas más graves del medio ambiente en España y ofrecer soluciones a los problemas de degradación medioambiental que afectan a nuestro territorio. En la segunda convocatoria y después de la experiencia previa se consideró oportuno reducir los objetivos a cuatro, que cubren de forma amplia y no excesivamente rígida los principales problemas medioambientales de nuestro país. Son los siguientes:

1. Desertificación
2. Contaminación
3. Sistemas acuáticos y continentales
4. Sistemas litorales

Los objetivos de la primera convocatoria que hacían referencia al control de la contaminación en fuentes y a las tecnologías de tratamiento de residuos y vigilancia ambiental, se recogen ahora en el objetivo titulado Contaminación.

Dentro del Programa se ha realizado una elevada inversión en formación de personal: han sido concedidas 121 becas de postgrado (104 en España y 17 en el extranjero) que se completan con 15 para perfeccionamiento de doctores en España y 19 en el extranjero.

Conviene advertir que antes de la convocatoria de este Programa, muchos proyectos y otras acciones dedicadas al estudio de temas medioambientales se habían canalizado a través del Programa de Promoción General del Conocimiento; además, otros Programas del Plan Nacional tales como los de Sistemas y Recursos Forestales, Recursos Geológicos y Biotecnología, han recibido subvenciones para proyectos relacionados con el medio ambiente.

El mayor número de proyectos solicitados lo han sido en el objetivo de Desertificación, en el que se han aprobado 29 de los 68 solicitados (41%); le siguen las áreas de Contaminación y de Sistemas acuáticos y continentales, con un 17 y un 15%, respectivamente. Esta distribución está íntimamente ligada a las condiciones climáticas y de vegetación de nuestro país, donde los problemas de erosión y desertificación revisten enorme gravedad. Cabe destacar en esta línea, la aprobación de un proyecto coordinado -formado por seis subproyectos- en el que se propone el estudio y restauración de las "badlands", es decir, las tierras marginales de las comunidades de Murcia, Andalucía (Almería), Cataluña (Alta Cuenca del Llobregat) y Aragón (Pirineo).

El Programa ha suscitado gran interés en la comunidad científica y ha puesto en evidencia el interés por temas medioambientales y el abundante número de grupos de investigación que trabajan en estos temas.

La contratación por parte de los investigadores ha alcanzado un total de 850 MPTA, lo que en términos absolutos sitúa a este Programa en segundo lugar dentro del área. Estas cifras permiten cierto optimismo respecto a las relaciones entre los grupos de investigación del sector público y las industrias.

Se han aprobado 3 acciones PETRI con un importe global de 33 MPTA, y una cofinanciación de 7 millones. Por la importancia del tema, destaca un proyecto destinado a la construcción de almacenamientos seguros de residuos radioactivos de alta actividad.

Los 10 Proyectos Concertados aprobados, con un presupuesto total de 689,7 MPTA recibieron una financiación por parte del Fondo Nacional de 291,7 MPTA (el 42,3%). La mayoría de los proyectos fueron solicitados por compañías usuarias de las tecnologías y no por empresas de ingeniería y bienes de equipo, lo cual permitiría una difusión más rápida de las tecnologías desarrolladas. Se ha financiado un buen número de proyectos dedicados al desarrollo de productos alternativos que disminuyan el riesgo de contaminación; en cambio, no se han cubierto otros objetivos como el control de la contaminación en fuentes y las tecnologías de vigilancia y control ambiental.

PROGRAMA NACIONAL DE SALUD

La atención sanitaria y la investigación en el área de las ciencias de la salud constituyen demandas sociales prioritarias, que aumentan ante la aparición de nuevas enfermedades (como el SIDA), la mayor agresión de agentes físicos y químicos como consecuencia del desarrollo industrial, y las mayores expectativas de vida en nuestro medio, que implican la aparición de una patología propia de la senectud. Este Programa intenta dar respuesta a esta preocupación social, porque entre sus responsabilidades no se encuentran las acciones descriptivas o asistenciales.

En la primera convocatoria del Programa tuvo lugar en junio de 1989 y su resolución -en lo que se refiere a proyectos de investigación- en 1990. En consecuencia, parece prematuro hacer una valoración del Programa cuando apenas ha transcurrido un año desde su inicio.

Los objetivos prioritarios establecidos en la primera convocatoria han sido posteriormente ampliados como respuesta a la definición de nuevas prioridades o a su armonización con los correspondientes Programas de I+D de la Comunidad Europea. En la actualidad, los objetivos científico-técnicos del Programa son los siguientes:

1. Grandes problemas sanitarios: cáncer, SIDA, medio ambiente y estilos de vida, problemas de salud relacionados con la edad
2. Genoma humano
3. Desarrollo de tecnología sanitaria y del sistema de salud
4. Inmunología
5. Toxicología

Por sus propias características el Programa abarca un amplio sector profesional, que incluye investigadores procedentes de universidades, CSIC, Instituto de Salud Carlos III y hospitales. Por consiguiente, existe un elevado número de investigadores interesados en alguna de las líneas del Programa y, consecuentemente, una elevada demanda de proyectos, becas e infraestructura.

El número total de becarios financiados con cargo al Programa asciende a 201 para centros de investigación en España (178 de posgrado y 23 de perfeccionamiento de doctores) y 99 para centros de investigación en el extranjero (26 de posgrado y 73 de perfeccionamiento de doctores).

El Programa financia en la actualidad 86 proyectos, en los que trabajan 282 EDP, con una financiación de 702 MPTA, lo que significa alrededor de 2,5 MPTA por EDP.

En relación con la distribución del número de proyectos cabe constatar el elevado porcentaje alcanzado dentro del objetivo dedicado a Grandes problemas sanitarios (51%), así como el escaso número de proyectos dentro de los objetivos correspondientes a Genoma humano (2%) y Desarrollo de tecnología sanitaria y del sistema de salud (5%). Con porcentajes intermedios aparecen los objetivos de Inmunología (29%) y Toxicología (13%).

La mayor concentración de proyectos dentro del primer objetivo parece razonable teniendo en cuenta que se ocupa de problemas de amplia incidencia en nuestro país (cáncer, enfermedades infecciosas, enfermedades cardiovasculares, etc.). Asimismo, la escasa incidencia observada en los objetivos relativos al Genoma humano o al Desarrollo de tecnología sanitaria, podría deberse a que éstos se han incluido por primera vez en la convocatoria de 1990. Una serie de reuniones orientadas a definir las directrices españolas en el Programa comunitario Análisis del Genoma Humano contribuirán, sin duda, a potenciar este objetivo dentro del Programa Nacional de Salud.

La financiación de algunos proyectos pretende fomentar el regreso a nuestro país de excelentes investigadores que trabajan en el extranjero. Por otra parte, se financian proyectos cuyos resultados iniciales han sido publicados en la prensa científica y han tenido una amplia repercusión -por la posibilidad de aplicación a distintas patologías- entre las que destaca el SIDA.

Se ha producido una razonable coordinación de este Programa con otros sectoriales, como el del Fondo de Investigaciones Sanitarias (Ministerio de Sanidad y Consumo) y el de Promoción General del Conocimiento.

Las acciones financiadas dentro del PETRI corresponden preferentemente a desarrollos biotecnológicos aplicados a la salud, aunque también se han aprobado otras muy específicas de tecnologías de salud. Han sido aprobados 14 proyectos con una financiación total de 179 MPTA, de los cuales el 37% ha sido cofinanciado por las empresas interesadas en estas tecnologías. El Programa ha atraído a investigadores que normalmente realizaban investigaciones básicas orientadas hacia objetivos biomédicos.

En relación con los Proyectos Concertados, resulta difícil hacer balance del Programa debido al escaso tiempo que ha estado en vigor. Se ha observado una demanda relativamente baja, porque el sector farmacéutico -el más activo dentro de la salud- se canaliza a través del Programa Nacional de Investigación y Desarrollo Farmacéuticos. Se han aprobado 6 Proyectos Concertados por un valor de 575,7 MPTA, de los cuales 250 (el 43,4%) proceden del Fondo Nacional. La distribución de estos proyectos es homogénea dentro del Programa.

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIONES SOBRE EL DEPORTE

El interés por el deporte y por la investigación deportiva no se corresponde con nuestra situación socioeconómica. El Programa Nacional fue creado básicamente al detectarse deficiencias en la comunidad científica en un sector -que presenta áreas de indudable interés socioeconómico- considerado estratégico para nuestro país.

El carácter multidisciplinar de la investigación deportiva, con impacto en múltiples áreas de interés, ha determinado unos objetivos necesariamente variados. Los seis objetivos prioritarios inicialmente propuestos fueron ampliados a instancia de la Comisión de Programa a los ocho actuales:

1. Factores sociales y actividad físico-deportiva
2. Deporte como medio de rehabilitación y recuperación
3. Infraestructura deportiva
4. Problemas relacionados con el deporte de alto rendimiento

5. Detección y análisis de sustancias ilegales en el deporte
6. Fisiología y medicina del deporte
7. El deporte como medio educativo
8. Seguridad en el deporte

En relación con la formación de personal, se han concedido 25 becas de posgrado (17 en España y 8 en el extranjero), y 4 de posdoctorales en el extranjero.

Desde la puesta en marcha del Programa, en 1988, se ha realizado un considerable esfuerzo de difusión y movilización de la heterogénea y disgregada comunidad científica interesada en este campo de investigación. Ello se ha visto reflejado en el incremento de solicitudes de ayuda para la realización de proyectos. Estas han pasado de 12 en 1988 a 26 en 1989 y 36 en 1990 y, paralelamente, han sido concedidas 5, 9 y 21 para los mismos períodos.

Teniendo en cuenta la adecuación a los objetivos científicos prioritarios, se han recibido solicitudes para 6 de los 8 objetivos del Programa. El más solicitado ha sido el de Fisiología y Medicina del Deporte, en el que también se ha aprobado el mayor número de proyectos.

Como medio adicional de difusión del Programa y de sus resultados científicos, se ha gestionado con los editores de algunas revistas científicas españolas con gran impacto en el campo de la investigación deportiva, la inclusión periódica de resúmenes de los proyectos de investigación financiados por el Programa Nacional de Investigación sobre el Deporte.

Debido a la escasa tradición investigadora española en este campo, resulta difícil cuantificar el impacto del Programa en la comunidad científica, si bien se puede afirmar que se ha producido la movilización de grupos de calidad hacia el mismo.

Respecto a la transferencia de tecnología, existen objetivos prioritarios directamente relacionados con acciones de I+D (detección de sustancias ilegales en el deporte, infraestructura deportiva, problemas relacionados con el deporte de alto rendimiento, etc.), por lo que cabe asegurar que se han financiado proyectos con una clara aplicación industrial. Entre ellos destaca el desarrollo de una cámara hipobárica que permitirá abordar nuevas técnicas de detección de sustancias ilegales en

el deporte. También se han financiado proyectos de desarrollo de sistemas de análisis biomecánico con impacto directo en la industria y en el control de entrenamiento de atletas.

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION AGRICOLA

Los problemas de la agricultura española moderna, sometida a su vez a las normativas comunitarias, son más complejos y difíciles de resolver que los que se planteaban tradicionalmente.

En este contexto, surge el Programa Nacional de Investigación Agrícola, cuyos objetivos generales consisten en obtener una mejora de la balanza comercial agraria, un incremento de la productividad -mediante una reducción de los costes de producción- y una mejora en la calidad de nuestros productos. En definitiva, se pretende incrementar la competitividad de la agricultura española en el nuevo marco internacional.

Para lograr estos objetivos se ha considerado necesario definir unas prioridades de investigación que permitan catalizar las actividades de los grupos habituales e incorporar otros nuevos; ello favorecerá, sin duda, un enfoque multidisciplinar, con el consiguiente efecto sinérgico a la hora de abordar los nuevos problemas con los que se enfrenta la agricultura española.

Muchos de los resultados que se obtengan a partir de los proyectos y de otras acciones, tendrán su repercusión a medio y largo plazo y exigirán reflexiones posteriores. Sin embargo, después de las tres convocatorias resueltas se puede hacer ya un primer análisis del Programa.

Uno de los problemas detectados inmediatamente fue la necesidad de personal investigador y de personal reorientado que no se ha cubierto en la misma medida, debido a otras ofertas de becas con cargo a fondos sectoriales y de las Comunidades Autónomas, que han absorbido parte de las mismas. A pesar de ello, se ha realizado una notable labor de formación que se concreta en la concesión de 162 becas predoctorales este periodo.

Su distribución, dentro de las áreas prioritarias definidas en el Programa, parece coherente con la masa crítica de cada una de ellas. El mayor número (59) corresponde a Mejora Genética y Fijación Simbiótica de

Nitrógeno. El segundo lugar (44) lo ocupan la Horticultura y Fruticultura. 39 becas se han dedicado al Desarrollo de Sistemas de Control Integrado de Plagas, Enfermedades y Malas Hierbas. Finalmente 20 becas se han destinado a investigar el manejo y conservación de Suelos y Aguas de Uso Agrícola. El número de becas predoctorales en el extranjero ha sido de 16, con una distribución temática semejante a la anterior.

En cuanto a la formación posdoctoral, el número de becarios en España asciende a 16 y 38 en el extranjero, con una distribución temática semejante a la mencionada.

Todas estas acciones contribuirán a incrementar sustancialmente la masa crítica de investigadores en ciencias agrarias y a disminuir el desequilibrio científico y tecnológico respecto a otros países comunitarios y a otros campos científicos dentro de nuestro país.

El presupuesto destinado a proyectos de investigación ha permitido financiar 114 proyectos de los 271 presentados a la tres convocatorias, con una participación de 711 investigadores (379 EDP).

La distribución de la financiación por organismos ha sido la siguiente: el 46% ha correspondido a las universidades, el 26% al CSIC, el 25% al INIA y Centros de investigación de las Comunidades Autónomas y un 3% a otros OPI.

Puede afirmarse que los objetivos de movilización de los grupos de investigación hacia las áreas prioritarias del Programa se han cumplido adecuadamente. Asimismo, el número relativamente alto (18) de proyectos coordinados indica la existencia de un enfoque multidisciplinar y una mayor coordinación de los grupos, otro de los objetivos iniciales del Programa.

La distribución del número de proyectos aprobados en cada uno de los objetivos científicos prioritarios es la siguiente: Mejora Genética, 30; Manejo y Conservación de Suelos y Aguas, 27; Control Integrado de Plagas, 22; y Horticultura y Fruticultura, 32.

La transferencia de tecnología del sector público al privado -gracias a la financiación de Proyectos Concertados- es satisfactoria. Se han financiado 5 en 1989 y 6 en 1990, por un importe de 1.034 MPTA, con una aportación del Plan Nacional de 522,5 MPTA. La mayoría de estos proyectos se han dedicado a la selección y mejora genética, porque en

esta área se concentra la mayor parte de las empresas agrícolas con capacidad para realizar investigación y desarrollo.

Los datos de la encuesta mencionada revelan un adecuado grado de transferencia de resultados de investigación al sector industrial; las empresas agrarias han absorbido a 106 becarios; se han firmado 71 contratos de investigación con las mismas y 67 contratos de asistencia técnica por un valor total de 466 MPTA.

Entre las acciones PETRI aprobadas destaca, por su importancia tecnológica, un Proyecto de aplicación industrial de un sistema de cultivo de plantas "in vitro" (Universidad de Oviedo), y otro para la obtención de productos de alto valor añadido a partir de plantas.

Otro aspecto destacable en el Programa ha sido la financiación de infraestructura. En los tres años se han concedido 659 MPTA lo que ha permitido dotar de equipamiento a los grupos de investigación.

PROGRAMA NACIONAL DE I+D GANADERO

La demanda creciente de productos de origen animal, tanto en cantidad como en calidad, y la necesidad de obtenerlos a costes competitivos, obliga al empleo de técnicas avanzadas para su producción, industrialización y comercialización. Este Programa pretende el desarrollo de dichas técnicas y su aplicación a las diferentes especies y razas animales, en las variadas condiciones de las distintas regiones españolas.

Por ello se han establecido como prioritarias las líneas de investigación que pueden incidir directamente en una mejora de la balanza comercial agraria. Esto implica la optimización del aprovechamiento de los recursos autóctonos buscando fórmulas sustitutivas de la alimentación animal y la mejor explotación del ganado mediante la mejora genética y de los procesos de reproducción.

Por otra parte, debido a la situación geográfica de nuestro país, a través de España entran en Europa las distintas epizootias procedentes del continente africano. Por esta razón, algunos aspectos de la patología animal inciden más en España que en el resto de Europa y por tanto deben someterse a una consideración especial; además, la patología animal también puede afectar a la especie humana; de hecho, algunas epizootias

que afectan a nuestra cabaña (brucelosis, hidatidosis) tienen incidencia en la patología humana y presentan una frecuencia preocupante; así pues se ha incluido en el Programa Nacional de I+D Ganadero una línea sobre patología animal que trata de dar respuesta a estas demandas sanitarias.

Al igual que en otros Programas, también se ha dedicado a la formación de nuevos investigadores un esfuerzo considerable. Se han concedido 87 becas de posgrado en España (30 para Sanidad Animal, 25 para Alimentación y Nutrición, 16 para Reproducción, 11 para Mejora Genética y 5 para Sistemas de Producción). Para el extranjero se concedieron 21 becas, distribuidas de manera parecida. En cuanto a las becas de perfeccionamiento de doctores se han concedido 12 en España y 13 en el extranjero.

Se han aprobado 54 proyectos con una inversión total de 481 MPTA, que han permitido cubrir todos los objetivos prioritarios del Programa. El mayor número de proyectos en curso corresponde a Sanidad Animal (29), seguido de Alimentación y Nutrición (14), Mejora Genética (9), Reproducción (7) y Sistemas de producción (4).

Los fondos asignados a proyectos, aún siendo moderados, han permitido movilizar a gran número de grupos, principalmente de las universidades (65%). El INIA y los Centros de las Comunidades Autónomas absorben el 18% de los proyectos, lo que supone una buena participación teniendo en cuenta que, en general, disponen de una sustanciosa financiación sectorial. La participación del CSIC (17%), semejante a la del INIA, es aceptable.

Por lo que se refiere a los Proyectos Concertados, se han aprobado 4 por un valor de 345,7 MPTA y una aportación por parte del Fondo Nacional de 164 MPTA. Estos proyectos se enmarcan en tres objetivos del Programa: Alimentación y Nutrición Animal (2), Reproducción Animal (1) y Patología Animal (1). Debido a que más de la mitad de los costes de la explotación ganadera se dedican a la alimentación, la investigación del sector privado se orienta preferentemente hacia este objetivo -más en concreto, hacia la mejora de los índices de transformación de los alimentos-, en busca de nuevas fuentes de proteínas y de la utilización de materias primas más baratas (subproductos y residuos como fuentes nutritivas en ganadería).

Se han aprobado 5 acciones PETRI, por valor de 77 MPTA, de los cuales 44 MPTA son aportación del Plan Nacional y el resto cofinanciación

empresarial. Algunas de estas acciones se dedican al diagnóstico rápido automatizado de algunas de las enfermedades mencionadas, en concreto de la brucelosis. Otras suponen una nueva aportación a Proyectos Concertados o a proyectos de investigación en marcha; tal es el caso de los estudios para la obtención de una vacuna contra el virus de gastroenteritis porcina, que realizan de forma conjunta un laboratorio farmacéutico y el Centro de Biología Molecular.

La transferencia de becarios de este Programa hacia los sectores industriales ha sido moderada (21 predoctorales y 8 posdoctorales). La contratación con las industrias del sector asciende a un total de 219 MPTA, de los que la mayor parte (200 MPTA) corresponde a proyectos de investigación.

Los gastos de infraestructura, que ascienden a 232 MPTA, se han destinado a completar los equipamientos de aquellos grupos con actividades priorizadas.

Puede afirmarse que, en esta primera fase, el Programa ha cumplido los objetivos previstos, cuyo fin último es mejorar la eficacia, sanidad y calidad ganadera, con objeto de reducir los costes de producción y la dependencia exterior, y potenciar el desarrollo de tecnologías propias.

PROGRAMA NACIONAL DE SISTEMAS Y RECURSOS FORESTALES

Su objetivo fundamental es afianzar las bases científicas y tecnológicas para un manejo óptimo de los sistemas silvopastorales y de sus productos derivados. El Programa se enmarca dentro de la política forestal nacional y en una planificación económica orientada a incrementar el rendimiento de los factores productivos y a reducir la dependencia exterior. Su estructura responde a un enfoque integral de la problemática científico-técnica que se plantea en torno a los sistemas forestales. Por ello, la investigación se dedica al estudio analítico de los procesos ecobiológicos esenciales y al análisis del entorno natural y socioeconómico en el que se producen las actividades de producción, consumo-disfrute e intercambio de bienes y servicios.

El Programa, incluido en el Plan Nacional a instancias del Consejo General de la Ciencia y la Tecnología, desarrolla su actividad dentro de los siguientes objetivos científico-técnicos:

1. Identificación, inventario y análisis ecológico-funcional de los sistemas forestales
2. Manejo de los sistemas y recursos forestales
3. Protección y defensa de los sistemas y recursos forestales
4. Creación, transformación y mejora de sistemas forestales
5. Características y propiedades de productos y tecnologías de equipos forestales.

En sus dos años de actividad, el Programa ha financiado 21 proyectos, por importe de 210 MPTA. La mayor incidencia de los mismos se produce en los objetivos 1 y 3 (6) seguidos de 4 y 5 (4) y se han movilizado 110 investigadores, que representan 59 EDP. Por su importancia medioambiental, destacan los proyectos orientados a la lucha contra los incendios forestales y a la recuperación de los bosques incendiados.

Por lo que se refiere a la formación de personal investigador se han financiado 50 becas predoctorales en España y 6 en el extranjero y, además, 4 becas posdoctorales en España y 1 en el extranjero.

Finalmente, en el marco del Programa se han aprobado 8 Proyectos Concertados con una financiación por parte del Fondo Nacional de 139 MPTA, sobre un presupuesto total de 277,5 MPTA. Los proyectos aprobados se inscriben exclusivamente dentro de los objetivos 4 y 5: dentro del primero, se dedican principalmente a la mejora genética de las especies madereras y en cuanto al segundo de los objetivos, los proyectos se orientan en particular a la línea de transformación de la madera.

4.3.1.2. Area de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones

En esta área se incluyen los siguientes Programas Nacionales:

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

Todos ellos están vinculados a sectores de actividad muy avanzados. Su consolidación y difusión es de suma importancia estratégica y constituye la base de los sectores industriales más atractivos a corto, medio y largo plazo.

Sólo en el Programa Nacional de Nuevos Materiales se partía de un colectivo científico amplio, consolidado y con un elevado nivel investigador, mientras que en los demás Programas ha sido preciso coordinar, casi crear -como en el de Microelectrónica-, la comunidad científica.

En el Cuadro 4.3.3 se muestran los principales parámetros de los Programas del área. A lo largo del período de vigencia del Plan Nacional, se han movilizado 1.953 investigadores en EDP a través de 529 proyectos de investigación, con un gasto de 8.917 MPTA. Debido al efecto coordinador y movilizador del Plan Nacional, se ha producido un sustancial incremento de personal investigador, que ha dado lugar a la reorientación de grupos de áreas fronterizas y afines.

Las cifras más elevadas se dan en el Programa Nacional de Nuevos Materiales, pero hay que valorar muy positivamente la movilización lograda en Programas como Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y Automatización Avanzada y Robótica, ámbitos de trabajo apenas presentes en la investigación académica tradicional.

El esfuerzo investigador se ha apoyado con una dotación de infraestructura científica de alto valor que permite el trabajo de los grupos con las tecnologías más avanzadas. Para ello 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.

Aparte 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, eje de actividad muy importante para el desarrollo de los programas de esta área, durante este trienio se han aprobado 203 proyectos, lo que ha supuesto la movilización de 26.564 MPTA. Cabe destacar que en el desarrollo de estos proyectos colaboran más de 200 grupos de investigación del sector público, lo que significa un cambio sustancial respecto al

**CUADRO 4.3.3. FINANCIACION Y MOVILIZACION EN EL AREA DE TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION
Y DE LAS COMUNICACIONES (1988-1990)**

Programa	Proyectos (MPTA)	Investigadores Proyectos (EDP)	Infraestructura (MPTA)	Becas España		Becas Extranjero		Proyectos(*) Concertados (MPTA)	Acciones(*) PETRI (MPTA)
				Posgrado	D. Y T.	Posgrado	D. Y T.		
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 Espacial	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
Total	8.917	1.953	4.404	519	10	77	111	26.564,0	565,4

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

pasado: de los 16 Planes Concertados afines al área aprobados entre 1968 y 1984 sólo consta la participación en ellos de 1 centro público de investigación.

Por su parte, el Programa PETRI ha financiado 51 acciones por valor de 320 MPTA, movilizand o una cofinanciación empresarial de 245 MPTA.

Al igual que en las otras áreas del Plan Nacional, y con el fin de conocer la situación de los grupos apoyados por los distintos Programas Nacionales, se distribuyó una encuesta de transferencia de resultados entre los grupos más consolidados. Los resultados, expuestos en el Cuadro 4.3.4, no reflejan los agregados, puesto que no se recoge todo el personal activo, ni como una muestra significativa, ya que carece de la adecuada aleatoriedad. La tasa de respuesta de la encuesta supera el 60% y abarca a 588 investigadores.

La actividad de transferencia mediante contratos de investigación con empresas es muy importante (más de tres por grupo), con un presupuesto cercano a los 3.000 MPTA, equivalente al 30% de los proyectos de investigación financiados por el Plan Nacional. Destaca el Programa de Automatización Avanzada y Robótica que, con 119 contratos, 1.856 MPTA contratados y 188 investigadores implicados, muestra 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 del sector público movilizad o a través de los contratos; elevar el nivel de I+D en la empresa española es sumamente importante y es, además, uno de los objetivos del Plan Nacional. Sin duda, el personal transferido posee un nivel superior al del licenciado o ingeniero porque ha pasado cierto tiempo dedicado a labores de investigación. Sin embargo, sería deseable mayor transferencia de personal dotado de una formación aún más elevada.

Aun cuando se trata de un ámbito en el que el mercado de trabajo es poco propicio a la investigación, se ha logrado un excelente grado de captación de personal en formación. Con todo y pese a las facilidades ofertadas, es particularmente baja la demanda de formación en el extranjero.

CUADRO 4.3.4. ENCUESTA SOBRE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.
AREA DE TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION Y DE LAS COMUNICACIONES

	Becarios Transferidos a la Industria			Contratos de Investigación (Mptas)				Contratos de Asistencia Técnica (Mptas)				Patentes		
	Predoc.	Posdoc.	Total	Nac.	Multinac.	Extranj.	Total	Nac.	Multinac.	Extranj.	Total	Nac.	Extranj.	Total
Nuevos Materiales	63	24	87	189	30	10	229	46	3	0	49	15	19	34
Automatización														
Avanzada y Robótica	121	9	130	1.331	448	54	1.833	22	4	0	26	8	0	8
Microelectrónica	39	5	44	190	13	19	222	2	0	0	2	4	4	8
Investigación Espacial	43	9	52	28	7	0	35	15	8	0	23	0	0	0
Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	237	20	257	694	303	108	1.105	118	30	2	150	8	1	9

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).

PROGRAMA NACIONAL DE NUEVOS MATERIALES

El Programa se sustenta en un amplio colectivo investigador muy consolidado y de alto nivel internacional. En los pasados años se desarrolló una notable actividad en los centros públicos de investigación, tanto en el campo de la física como de la química, habiéndose iniciado un proceso de desarrollo muy acelerado en magnetismo, superconductividad y materiales cerámicos.

Los objetivos científico-técnicos establecidos por el Programa son:

1. Metales y sus aleaciones
2. Vidrios y cerámicas
3. Materiales compuestos
4. Materiales fotónicos
5. Polímeros
6. Semiconductores
7. Superconductores
8. Catalizadores y membranas
9. Biomateriales

Las más de 250 becas concedidas en el trienio aseguran la consolidación del colectivo investigador. Se ha optado por favorecer la formación inicial en España -donde la calidad de los grupos formadores es buena- primando las estancias en el extranjero para el nivel de perfeccionamiento.

La actuación en proyectos de investigación ha supuesto una inversión superior a los 2.800 MPTA, con una movilización de un millar de investigadores en equivalente a dedicación plena (EDP). El número de grupos activos en el área se ha incrementado en un 12% (por nueva creación o por reconversión), lo cual es un dato que revela el efecto movilizador del Programa.

La cobertura de objetivos a través de los proyectos de investigación es muy alta en materiales metálicos, poliméricos y cerámicos y en el campo de los biomateriales es donde se registra una insuficiencia mayor de investigadores.

En el área de superconductividad se ha llevado a cabo una coordinación de actuaciones con el Programa MIDAS -financiado por el sector

eléctrico- y se ha producido un gran impulso que nos sitúa entre los países más avanzados. Las actividades de dicho Programa se describen con detalle en el epígrafe 4.4.2 de esta Memoria.

La participación española en el Programa BRITE/EURAM se concreta hasta el momento en 13 proyectos y se registra una línea ascendente. La perspectiva para la próxima resolución es comparable a la de los países más desarrollados de la CE.

En esta área, las necesidades instrumentales para el trabajo son muy altas y de elevado costo; debido al rápido desarrollo mundial de la investigación sobre materiales avanzados, las técnicas aplicadas evolucionan mucho, tanto en prestaciones como en utilización de nuevas propiedades; esto ha exigido un gasto elevado -más de 1.500 MPTA- en la dotación de los centros activos y se ha logrado un nivel satisfactorio en la dotación de técnicas instrumentales avanzadas.

Pese al corto período de vigencia del Programa, se advierte ya un acercamiento entre los grupos investigadores y la industria. Así, en lo relativo a los Proyectos Concertados, se aprecia una concentración de la demanda empresarial en materiales poliméricos y metálicos, lo que da lugar a una participación de los OPI próxima al 15%. La aportación de la universidad se orienta fundamentalmente a tecnologías para el desarrollo y mejora de materiales, mientras que los OPI se centran más en los procesos de fabricación.

Se han aprobado un total de 73 proyectos con una participación de 100 centros públicos de investigación -prácticamente el 50% de las colaboraciones registradas en el área-, lo que da idea del grado de articulación de los segmentos científico e industrial.

Conviene señalar la importante contribución de otros OPI, entre los que destacan los Centros Tecnológicos del País Vasco, que alcanzan casi el mismo grado que las universidades; esta situación sólo es comparable a la que se produce en el Programa de Automatización Avanzada y Robótica.

El objetivo tecnológico de los Proyectos Concertados es muy variado; abarca desde los tratamientos y acabados superficiales hasta el desarrollo de un camión íntegramente fabricado con materiales avanzados. Han sido aprobados en el período 77 proyectos con un presupuesto total de 9.194,5 MPTA y una aportación del Fondo de 4.023,6.

El Programa PETRI ha contribuido también al mayor acercamiento entre los investigadores y el sector productivo, financiando 15 proyectos y movilizand o una cofinanciación empresarial de 65 MPTA. Al amparo de estas acciones se realizan aplicaciones muy diversas en tratamiento de catalizadores, membranas líquidas, adhesivos para zapatos o materiales para almacenamiento térmico de aplicación a bombas de calor.

PROGRAMA NACIONAL DE AUTOMATIZACION AVANZADA Y ROBOTICA

Este Programa inició su actividad en 1989, al plantearse la Comisión Interministerial la necesidad de armonizarlo con otras actuaciones. Por otra parte, las recomendaciones de concentración de objetivos expresadas tanto por el Consejo Asesor como por la Comisión Mixta Congreso-Senado, aconsejaron la incorporación a este Programa de los objetivos relacionados con el uso de la radiación láser en el procesado de materiales y en los sistemas fotónicos para la medida de magnitudes físicas y reconocimiento de formas, que inicialmente estaban englobados dentro del campo de la Fotónica.

Es evidente la importancia de la automatización de procesos en el sistema productivo; ya en tiempo de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, los Planes Concertados -proyectos de investigación realizados por industrias- supusieron una actividad de mejora paulatina de las técnicas de producción. Es significativo que de 162 Planes Concertados aprobados por la CAICYT en el período 1969-1984 y en el ámbito de la ponencia dedicada a las Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones, 55 correspondían al sector de Automatización Industrial.

Por otra parte, cabe señalar que los niveles de robotización de nuestro sector productivo presentan un crecimiento del orden del 30% desde 1984.

El Programa Nacional de Automatización Avanzada y Robótica se concibió como impulsor del desarrollo de la Automática en España, mediante la creación de la capacidad de investigación y desarrollo necesarios y su adecuada transferencia a la industria.

Sus objetivos pueden esquematizarse del siguiente modo:

1. Equipos, robots y elementos auxiliares
2. Sensores y sistemas sensoriales
3. Tecnologías de inteligencia artificial
4. Software y lenguajes aplicados a automática
5. Tecnologías de manipulación y fabricación flexible
6. Inspección, control, manutención, comunicaciones y redes locales industriales.

A través de estos objetivos se pretende fomentar la investigación orientada en las áreas de telepresencia, técnicas de inteligencia artificial aplicada, tecnología de equipos, elementos y control, lenguajes interactivos, y tecnologías de sistemas.

Los estudios prospectivos realizados al inicio del Programa detectaron 30 grupos de investigación que desarrollaban actividades relacionadas con áreas de interés. Tras dos convocatorias de proyectos de investigación (1989 y 1990), el Programa ha movilizado 44 grupos -14 más de los previstos-, con 524 investigadores, 267 en EDP. A falta de una convocatoria más para completar el ciclo normal de proyectos, se ha logrado ya un efecto movilizador superior al previsto en un 50%, lo que ha sido propiciado por la aparición de nuevos grupos y el acercamiento al área de otros preexistentes. En este contexto es significativa la incorporación de grupos de gran valía científica, procedentes del campo de la Óptica, que se han incorporado al área de visión artificial.

Destaca en esta área el potencial investigador de centros no universitarios, particularmente los tutelados por el Gobierno Vasco.

La mayor densidad de investigación se aprecia en los objetivos de Equipos para Automatización y Sistemas Sensoriales, con realizaciones que van desde líneas de fabricación flexible hasta sillas inteligentes para tetrapléjicos.

Por lo que se refiere a proyectos cabe señalar que de los 85 aprobados, 19 corresponden a proyectos financiados al 50% por la CE dentro de los Programas ESPRIT y BRITE/EURAM.

Es evidente que por tratarse de un área emergente y poco desarrollada aún en España, el Programa de Formación de Personal Investigador

presenta aquí una importancia capital. Dentro de los objetivos iniciales del Programa Nacional de Automatización Avanzada y Robótica se pretendía formar 132 nuevos investigadores. Debido a la escasez de solicitudes adecuadas, a lo largo de los tres años transcurridos se han concedido 72 becas de posgrado en España y 16 en el extranjero; cabe esperar que gracias a la última convocatoria de becas de 1991 se alcancen los objetivos previstos, pero no hay duda de que es preciso intensificar los esfuerzos de captación. La fuerte demanda de titulados superiores y las altas retribuciones del sector empresarial dificultan la incorporación de candidatos a una formación más especializada.

Dentro del esquema de actuaciones del Plan Nacional de I+D, la principal actividad de conexión con el sector productivo se establece gracias a los Proyectos Concertados entre empresas y CPI.

En cuanto a Proyectos Concertados, se han financiado en este período un total de 27 proyectos con un presupuesto total de 3.949,3 MPTA, con una aportación por parte del CDTI del 42,8%. Los contratos con CPI han alcanzado 1.037,6 MPTA, lo que supone el 26% del presupuesto global de los proyectos aprobados.

La demanda de fondo se ha polarizado principalmente en torno a dos de las líneas prioritarias de actuación del Programa Nacional de Automatización Avanzada y Robótica: se han aprobado 7 proyectos de Tecnología de Equipos y Elementos Auxiliares con un presupuesto global que representa el 33% del presupuesto total aprobado en el trienio. Respecto a proyectos relacionados con Tecnología de Sistemas de Fabricación Flexibles, se han aprobado 9 proyectos con un presupuesto que representa el 34,5% del presupuesto total.

Entre los sectores destinatarios de los proyectos destaca por su importancia el sector de Máquina Herramienta que cuenta con 7 proyectos aprobados, con un presupuesto total de 1.416 MPTA (35,8% del presupuesto total aprobado en el trienio) y una aportación del Fondo Nacional de 582,8 MPTA (34,5% de la aportación del mismo en el trienio). En ello se comprende desde células de soldadura láser hasta grandes máquinas "transfer" inteligentes. Cabe mencionar que la mayor parte de las colaboraciones de los Centros de Investigación del País Vasco se realizan en este sector.

Por lo que se refiere al Programa PETRI, se han aprobado 13 acciones con una financiación de 90 MPTA y una cofinanciación empresa-

rial de 101 MPTA. Teniendo en cuenta el número de grupos incorporados al Programa, este dato es un índice de la buena vinculación entre el colectivo investigador y el sector productivo. Las áreas contempladas son variadas y abarcan desde sencillos procesos de automatización analítica hasta la construcción de un prototipo de vehículo autónomo inteligente de aplicación industrial.

PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

Las actuaciones desarrolladas al amparo del Programa se inscriben en tres coordenadas horizontales, que constituyen ejes prioritarios de actuación. La primera coordenada corresponde a la formación del mayor número posible de tecnólogos en el área, dada su escasez en nuestro país. La segunda se refiere a la distribución geográfica de los entornos de actividad que, hasta ese momento y salvo contadas excepciones, estaban centrados casi exclusivamente en Madrid y Barcelona. Para ello, además de fomentar en el Programa la presencia de grupos de otras regiones del Estado, se ha propiciado la coordinación entre ellos cuando trabajasen en áreas coincidentes. Por último, la tercera coordenada tenía por objeto la activación de la transferencia de resultados de I+D de los centros académicos hacia la industria.

A estas tres coordenadas horizontales, en cierta manera comunes al resto de los Programas, se añade otro conjunto de coordenadas de carácter vertical relacionadas con los objetivos prioritarios del Programa. De forma resumida, puede señalarse que estos objetivos se dividen esencialmente en dos grandes bloques que se corresponden con las dos grandes líneas del Programa: las Comunicaciones y las Tecnologías de la Información.

Por lo que respecta al primer bloque, compuesto de cuatro grandes áreas, abarca desde las Tecnologías más convencionales, como las de Radiofrecuencia, hasta las más recientes, como las de Radiaciones Ópticas. Estas áreas se completan con las técnicas de Codificación y Procesado de la Señal y con el área de Análisis y Simulación de Sistemas.

En el segundo bloque aparece, como primer objetivo, el Software para aplicaciones concretas en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. En su versión actual, queda fuera del Programa el

Software genérico de uso no específico. La Inteligencia Artificial también con análoga aplicación, es la segunda línea. El último bloque de temas preferentes en la Arquitectura de Computadores, tecnología en la que son factibles las posibilidades de incorporación a una corriente mundial de absoluta prioridad. Puede apreciarse que no figuran los entornos en los que nuestro país no puede desempeñar un papel adecuado y, sin embargo, se encuentran los que pueden servir de apoyo para otros sectores o bien constituyen en sí mismos objeto de atención preferente.

Uno de los principales problemas que inicialmente presentaba el Programa era la carencia de personal formado en estas tecnologías. Tal carencia, expresada en diversos estudios y, más en concreto, en el realizado por FUNDESCO hace cuatro años, sólo puede solventarse mediante una serie de acciones que no pueden desarrollarse con la rapidez necesaria porque la cifra anual de titulados es muy inferior a las demandas sociales. Por otra parte, esta formación debe realizarse en dos niveles distintos: en primer lugar, en aquellos entornos españoles en los que la actividad esté tan desarrollada que permita dar la formación requerida; en segundo lugar, en centros extranjeros adecuados para el estudio de tecnologías recientemente desarrolladas. Ambas labores han sido realizadas en los tres años de desarrollo del Programa, con unos resultados que pueden considerarse satisfactorios. De hecho, un 32% de la formación de posgrado en el extranjero dentro del Área de Tecnologías de la Producción y las Comunicaciones, corresponde a este Programa.

Si el número de personas trabajando en el entorno de objetivos del presente Programa era muy escaso al iniciarse el mismo, en la actualidad éstos pueden considerarse cumplidos puesto que se ha incrementado sensiblemente el número de investigadores.

Así, mientras que en 1988 el número total de investigadores trabajando en los diferentes proyectos aprobados era de 140, con un equivalente a dedicación plena (EDP) de 100, en 1989 el número se elevó a 350 (180 en EDP) y en 1990 a 300 (y 150 EDP). El total de investigadores que trabajan actualmente en el Programa es de 790 (524 EDP); aun cuando este número es inferior al que debería corresponder al nivel socioeconómico de España, comienza a acercarse al deseable.

De forma global puede decirse que las siete líneas prioritarias han sido cubiertas. El hecho más sobresaliente ha sido el fuerte despegue de la línea de Tecnologías de Radiaciones Ópticas, en la que nuestro país era absolutamente deficitario y que debido a su importancia para el futuro,

esta deficiencia debía ser corregida de manera inmediata. De acuerdo con la distribución de proyectos concedidos por líneas prioritarias, puede observarse que en ésta su número ha sido en 1990 tres veces superior al de años anteriores. Es importante señalar que esta línea es la que más ayuda ha recibido, lo cual pone de manifiesto la movilización que el Programa ha ejercido en el sector.

Paralelamente, conviene señalar también que parte de las acciones desarrolladas se han dirigido a fomentar determinadas líneas de actividad preferentes dentro de cada línea prioritaria. Así, en concreto, hay que mencionar la coordinación realizada en Arquitecturas Paralelas, dentro de la línea de Arquitecturas, que ha permitido que todos los grupos españoles trabajen coordinados hacia objetivos comunes. Esta acción fue realizada en el año 1989.

Asimismo, es importante señalar el apoyo a la instalación y difusión de uso de grandes máquinas de cálculo en diferentes centros académicos del país. En una de las acciones emprendidas se ha llegado al acuerdo, con el grupo solicitante, de desarrollar en los próximos años una serie de tareas de formación en este terreno y a escala nacional, de manera que puedan ser utilizadas en toda su capacidad las diversas máquinas existentes. Este aspecto es de enorme importancia debido a que el principal problema que en la actualidad se plantean los grupos españoles es el desconocimiento de las grandes posibilidades que ofrecen los nuevos ordenadores.

Una de las acciones que se ha considerado prioritaria ha sido la de fomentar y estimular la participación de los grupos españoles en los diferentes Programas europeos, en concreto en los Programas RACE, ESPRIT y EUREKA. El número de proyectos de este tipo que recibieron ayuda durante los tres años del Plan ha sido de 26, cifra relativamente alta teniendo en cuenta la situación previa de nuestro país. Su temática ha coincidido plenamente con la de las líneas prioritarias del Programa, sirviendo de complemento para la entrada en diferentes segmentos de actividad que suponen un mayor acercamiento hacia las fases precompetitivas.

Durante los tres años de vigencia del Programa se ha constatado el interés de las empresas del sector, que han acudido mayoritariamente al CDTI. A la reflexión anterior habría que añadir el hecho de que el mismo carácter horizontal del Programa, orientado como una plataforma de desarrollo de tecnología para todos los sectores, contribuye de forma

considerable a movilizar a las empresas ya creadas e, incluso, a favorecer la creación de otras nuevas para temas muy concretos y en relación directa con la actividad de algún CPI.

El interés que ha despertado el Programa en el sector y el gran abanico de tecnologías básicas involucradas, se refleja en la relación entre demanda y proyectos aprobados, claramente superior a la de otros Programas (aproximadamente en 5 a 1). No obstante, las cifras involucradas en los proyectos presentados y la disponibilidad presupuestaria del Programa, van aproximándose a la situación ideal deseable para los próximos años, que deberá estar en sintonía con el panorama industrial (hoy ya puede afirmarse que empieza a estarlo) y también además de con la política nacional de I+D (otros Programas como el PEIN III, PETRI, etc.) y con la política comunitaria (ESPRIT, RACE, DELTA, AIM y otros Programas derivados del III Programa Marco).

En relación con el propio contenido de los proyectos aprobados durante estos tres años, se observa un equilibrio entre las distintas tecnologías implicadas, lo que viene a confirmar que detrás del Programa existe un respaldo industrial, un mercado potencial y un afán claro de adquirir tecnología, como único medio para mejorar la competitividad y la especialización de las empresas. Con todo, la situación no es igual en todos los ámbitos.

Así, existe bastante movilidad en el sector servicios e ingeniería de sistemas, con énfasis en desarrollos software orientados a una aplicación, aunque es posible apreciar lagunas en herramientas de desarrollo de software, metodologías de especialización formal o entornos orientados al objeto. En otro orden de cosas, áreas como Radiofrecuencia, Codificación y Procesado de la Señal o Análisis y simulación de sistemas registran demandas compensadas en temas de interés relativos a técnicas de RF y microondas, reducción del régimen binario de la señal de TV de alta definición o gestión de redes e ingeniería de servicios de telecomunicación; otras áreas son más deficitarias como, por ejemplo, Arquitecturas, donde se echa en falta algún desarrollo en temas de proceso paralelo para ordenadores de la quinta generación o Radiaciones ópticas, donde la falta de inquietud empresarial en desarrollo de sistemas de transmisión coherente en fibra óptica puede dejar en no muy buena situación a nuestro país a la hora de planificar, fabricar y definir las futuras redes europeas de comunicaciones en banda ancha (RACE). Por último, cabe comentar deficiencias en el sector optoelectrónico nacional, que también se extienden a tecnologías de computación y almacenamiento óptico de la

información, donde puede afirmarse que no existe actividad en nuestro país.

Ciñéndose a un análisis más sectorial del Programa, podría decirse que el sector comunicaciones se ha mostrado más activo, apoyándose en tecnologías afines a otros sectores como el software, hasta el punto de hibridar completamente en algunos casos. Efectivamente, no puede dejarse de lado el hecho de que las empresas de comunicaciones ya no ofrecen al mercado procesos o tecnologías aisladas, sino auténticas "soluciones integradas" al cliente, que incluyen equipos de comunicaciones y paquete software diseñados para el cliente potencial.

En relación con el sector software, se ha producido un aumento creciente del subsector servicios y sistemas frente al de herramientas y metodologías, como consecuencia lógica del tirón del mercado y del interés de las empresas por resultar más competitivas. No obstante, el interés por las tecnologías básicas de software sigue, especialmente en aquellas propuestas en las que los CPI tienen mayor peso, como una apuesta por la tecnología a medio y largo plazo.

La generación de tecnología deberá hacerse por medio de la colaboración intensa entre empresas y CPI. En este sentido, los datos relativos a la marcha del Programa también dan idea de que así se ha entendido por parte de las empresas, que van acudiendo ya sistemáticamente a los CPI, con objeto de mejorar sus métodos de trabajo y aprovechar el gran potencial humano y de medios disponible en aquéllos.

La relación entre centros públicos de investigación y empresas, se pone también de manifiesto en los proyectos PETRI de esta especialidad. Todos los proyectos presentan un elevado grado de aplicabilidad, lo cual supone una gran probabilidad de obtención de productos comercializables. Las temáticas son muy variadas, desde sistemas adaptativos para ciegos hasta sistemas expertos para análisis de radiografías. Destaca la alta proporción de proyectos en temas de comunicaciones avanzadas, campo de gran expansión.

Como en todos los Programas, también en éste se ha realizado una encuesta de transferencia de resultados de investigación. De las 75 enviadas se ha recibido respuesta en 30 casos, lo cual representa un colectivo de 180 investigadores. El número de contratos de investigación con industrias es muy elevado, más de tres por grupo, pero los contratos de asistencia técnica (13 por grupo) constituyen un dato muy relevante,

que es positivo en cuanto a la incorporación de estos grupos a la actividad industrial, pero preocupante por su dedicación a temas menores.

PROGRAMA NACIONAL DE MICROELECTRONICA

Este Programa es continuación del Programa Especial correspondiente iniciado por la CAICYT en 1984. Su objetivo principal es crear una infraestructura tecnológica nacional en el campo de la microelectrónica, dada su importancia a corto, medio y largo plazo en muy diversos sectores industriales.

El Programa ha desarrollado actuaciones de incentivación de las actividades de I+D y de creación de infraestructura científica. Para ello se han fomentado los Proyectos Concertados y, en el campo científico, se ha creado una red de Talleres de Microelectrónica en centros académicos así como un Centro Nacional de Microelectrónica.

Entre los posibles objetivos, se seleccionaron los más adecuados a las capacidades de nuestro sistema:

1. Tecnologías MOS y CMOS
2. Sensores
3. Herramientas de diseño
4. Tecnología de materiales; materiales III/V
5. Tecnologías emergentes y acciones soporte

Una de las carencias más evidentes en Microelectrónica es la de capital humano, por lo que el Programa, aparte de las becas de formación, ha establecido mecanismos de formación permanente. La acción fundamental consiste en la creación de Talleres de Microelectrónica que disponen de tecnologías básicas con un fin primordial de formación. Estudiantes de los últimos cursos, graduados recientes y técnicos en formación pueden realizar períodos de entrenamiento en tecnologías concretas. Estos Talleres tienen distintos grados de dotación y operatividad.

Se ha instalado un Taller de Tecnología Microelectrónica representativo del estado del arte en Madrid. A menor nivel, se han dotado dos Talleres tipo A en Andalucía y Madrid, con capacidad para el diseño de prototipos para la industria.

En cuanto a formación avanzada en diseño, se han dotado tres Talleres tipo B en Andalucía, Cantabria y Valencia. Por último, se han instalado Talleres tipo C, que tratan de servir para la introducción a los principios básicos del diseño. De esta modalidad se han dotado dos en Andalucía, uno en Cataluña, uno en Galicia, cuatro en Madrid y uno en el País Vasco.

La incentivación de las actividades de I+D se ha desarrollado a través de la financiación de proyectos de investigación, para lo que se han dedicado algo más de 350 MPTA que han servido para realizar 22 proyectos que implican a 146 investigadores. Estos proyectos se han centrado en los objetivos de Tecnologías MOS y CMOS (8) y materiales II/V (9).

Con el fin de integrar los grupos y talleres interesados, en las actuaciones del área en los Programas europeos, se ha financiado la participación en la Acción EUROCHIP del Programa ESPRIT, lo que supone la dotación con los paquetes software más avanzados de diseño, simuladores y su mantenimiento por dos años.

Las actuaciones de formación a lo largo de los tres años de vigencia del Plan Nacional han supuesto la formación de 79 becarios de posgrado (63 en España y 16 en el extranjero), lo que representa más del 50% de los investigadores movilizados por los proyectos.

La dotación de infraestructura del Programa se ha dirigido a completar equipamientos de los Talleres de Microelectrónica y, fundamentalmente, a terminar la construcción y puesta a punto del Centro Nacional de Microelectrónica, en el que se han invertido 1.259 MPTA. Este centro está dotado actualmente de las tecnologías necesarias para el diseño y producción de chips, constituyendo un punto fundamental de apoyo a cualquier iniciativa en el área. El Programa ha apoyado decididamente la dotación del Centro Nacional de Microelectrónica, que dispone de sedes en Madrid y en Barcelona, especializadas en materiales III/V y Silicio respectivamente. En 1991 será plenamente operativo en todas sus instalaciones y será un importante centro de apoyo a las empresas con su Sala Blanca.

El apoyo tecnológico al sector microelectrónico tiene por objeto la promoción de tres tecnologías diferentes. Tales áreas son: diseño y fabricación de circuitos integrados de uso específico (ASIC), diseño y fabricación de circuitos integrados de potencia (PIC) para "smart

power", y tecnologías III/V en AsGa para aplicaciones de microondas y RF y en PIn ó NbLi para aplicaciones optoelectrónicas. Conviene señalar, a este respecto, que por un lado, el uso de ASIC penetra lentamente en las empresas del sector de telecomunicaciones, siendo prácticamente nula su presencia en sectores más tradicionales como, por ejemplo, el del juguete. En lo relativo a PIC, la estrategia industrial está en fase de definición, a la búsqueda de algún tipo de alianza tecnológica entre una empresa nacional y otra extranjera. Por último, los desarrollos de circuitos integrados en tecnología III/V son costosos y arriesgados a corto plazo, por lo que en esta área se realiza más una labor de seguimiento que de I+D como tal, exceptuando algunas iniciativas en AsGa y en PIn.

Dada la situación del sector, la demanda de financiación en el marco de los Proyectos Concertados se articula en torno a dispositivos y circuitos, con alguna propuesta relativa a diseño de ASIC en tecnologías MOS y CMOS.

Dentro de los proyectos financiados en el período de vigencia del Programa, se han cubierto objetivos en diseño de ASIC y en dispositivos y circuitos (sensores, detectores, etc.), aunque no han existido iniciativas concretas en III/V, o herramientas de diseño. Cabe esperar el desarrollo futuro de proyectos de I+D en tecnologías III/V, tanto para transistores HEMT para aplicaciones de RF, como para tecnología MOCVD para circuitos ópticos integrados.

Dadas las deficiencias de la industria española en el área, la Secretaría General del Plan Nacional en colaboración con el Ministerio de Industria y Energía ha obtenido de la CE una acción especial para España a través del Programa ESPRIT. Esta acción, denominada GAME (Grupo Activador de la Microelectrónica en España), pretende motivar a las empresas de todos los sectores industriales para que aprovechen las ventajas derivadas de la explotación de las tecnologías microelectrónicas.

La acción GAME, que se extenderá hasta 1992, centra sus objetivos en tres líneas:

- Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASIC).
- Controladores Inteligentes de Potencia (SMART POWER).
- Sensores y aplicaciones, especialmente en problemas de medio ambiente.

El presupuesto de esta actuación asciende a 2.000 MPTA distribuido en la forma siguiente: 20% a cargo de la empresa; 18% a cargo del Plan Nacional de I+D; 12% a cargo del PEIN; y 50% a cargo de la CE.

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION ESPACIAL

Dentro del Plan Nacional este Programa presenta una naturaleza atípica. Así como los restantes Programas temáticos se sustentan en el segmento investigador del Sistema de Ciencia-Tecnología-Industria, éste pivota sobre el sector industrial, que auspicia las tareas de investigación y de desarrollo.

España participa en la Agencia Espacial Europea (ESA), de la que es miembro fundador. La contribución global española es algo superior encima de lo que nuestro país dedica relativamente a actividades de I+D, todo ello en relación con el Producto Interior Bruto.

Las contrapartidas a esta contribución suponen, por una parte, el derecho a retornos industriales de alto nivel tecnológico en valor proporcional a la contribución y, por otra, la posibilidad de participar en los experimentos de la ESA y de recibir la información tecnológica y datos derivados de su ejecución. De aquí la necesidad de fomentar y coordinar una comunidad científica especializada y una industria capaz de absorber los retornos contractuales correspondientes.

A grandes rasgos, los objetivos del Programa son de tipo tecnológico y científico. En cuanto al primero, se trata de preparar a la industria española y a los grupos de investigación asociados para que a partir del año 1992 estén en disposición de obtener de la ESA, en libre competencia con la industria europea, contratos de máximo nivel tecnológico que permitan cubrir el 100% del retorno industrial que le corresponde a España.

En cuanto al segundo, el Programa pretende preparar a los grupos científicos españoles para que a partir del año 1992 estén en condiciones de incluir experimentos e instrumentación en las misiones ESA dentro de los ámbitos de Microgravedad, Observación de la Tierra, Ciencia del Sistema Solar y Astronomía desde el Espacio.



Además, los objetivos genéricos incluyen la participación de nuestro colectivo de I+D en experimentos y misiones promovidos por otras agencias espaciales, así como la promoción de actividades propiamente españolas.

La necesidad de potenciar la formación de personal condujo a la búsqueda de actuaciones específicas. Así, se ha firmado un convenio con la ESA para la admisión de un colectivo de 25 becarios españoles en sus laboratorios con cargo a fondos del Programa Nacional de FPI, además de las becas propias de la ESA. La gestión de estas becas es similar a las de Perfeccionamiento de Doctores y Tecnólogos, con una renovación anual en torno al 50% del colectivo; sin contar a los becarios recientemente incorporados, se han movilizado unos 40 especialistas. Es preciso decir que España es el único país que dispone de tal tipo de convenio.

Otra actividad movilizadora se desarrolla a través de los proyectos de investigación. Se han financiado 30 proyectos de investigación, por un total de 1.319 MPTA. Esto supone la movilización de 242 investigadores, equivalentes a 119 EDP.

En cuanto a la cobertura de objetivos cabe señalar que es aceptable en Astronomía desde el Espacio a través de la participación en diversas misiones científicas, apoyadas por 8 proyectos de investigación y más de 800 MPTA de presupuesto. También poseen cobertura adecuada los objetivos de Tecnologías de Aplicación Espacial, 7 proyectos y 240 MPTA, y Microgravedad, 7 proyectos y 200 MPTA. Sin embargo, no existe apenas investigación en Estación Espacial y Plataformas y es muy escasa en Telecomunicaciones Espaciales y Transporte Espacial.

De acuerdo con la filosofía del Programa, la práctica totalidad de los proyectos concedidos se inscriben en colaboraciones con actividades de la ESA, siendo los de presupuesto más elevado aquéllos en los que la parte española aporta instrumentación de vuelo. Así, por ejemplo, cabe citar los satélites ISO y SOHO, que contarán con cuatro equipos instrumentales españoles. Igualmente se fomentan estudios en condiciones de microgravedad, tanto en su influencia sobre seres vivos como en los aspectos de combustión y propagación de incendios. Por otra parte, se ha iniciado un proyecto de desarrollo de un satélite español -liderado por el INTA- que actualmente se encuentra en fase de estudio de viabilidad.

Las actuaciones en proyectos de investigación se han complementado con subvenciones para infraestructura científica de alto valor, a fin

de situar nuestros laboratorios de investigación en condiciones competitivas. La inversión en este capítulo ha sido cercana a los 500 MPTA.

El mayor interés del Programa se encuentra en su vertiente industrial, por lo que la actuación más importante viene dada por los Proyectos Concertados.

En el período de vigencia de los Planes Concertados de la CAICYT, las actuaciones en este sentido no fueron demasiado considerables, registrándose tan sólo tres Planes Concertados entre 1980 y 1982, con un presupuesto total de 106 MPTA y una financiación de 67. Sin embargo, el resultado de los tres años de actuación del Programa Nacional de Investigación Espacial, se puede considerar positivo a la vista de interés mostrado por la industria (el presupuesto de los proyectos presentados casi triplica los fondos disponibles para créditos) y, sobre todo, porque ha permitido a las empresas del sector situarse en condiciones favorables en la Agencia Espacial Europea a la hora de obtener contratos en sus diversos Programas. En total se han financiado 59 proyectos concertados con un presupuesto total de 6.825,7 MPTA y una aportación del Fondo Nacional de 3.329,6 MPTA.

Durante el período de vigencia del Programa Nacional de Investigación Espacial, se ha ido potenciando la participación de los organismos públicos de investigación en los Proyectos Concertados con las empresas, cuyos presupuestos han pasado (en promedio) del 6% del total del proyecto en el primer año, al 15% en la actualidad.

Se ha intensificado la coordinación con los departamentos técnicos de ESA, con la que se firmó un acuerdo de colaboración (en octubre de 1989), según el cual la ESA proporciona un adecuado soporte técnico y científico a los Proyectos Concertados del Programa Nacional de Investigación Espacial. Específicamente, el acuerdo contempla la posibilidad de que la ESA -por encargo del CDTI- proporcione asistencia técnica (consultoría) a las empresas, para los proyectos aprobados en el Programa Nacional de ESP; ello ha supuesto una buena oportunidad para las mismas de conectar directamente con los especialistas de cada materia y alinear sus proyectos con las actividades tecnológicas de ESA.

La especialización predominante en Proyectos Concertados es la de telecomunicaciones, aunque también se incluyen aspectos microelectrónicos (encapsulados resistentes a la radiación) o mecanismos (esclusas de atraque para plataformas espaciales).

4.3.1.3. Area de Programas Socioculturales

En esta área se agrupan los siguientes Programas Nacionales:

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

Durante los tres años transcurridos desde que se inició el Plan Nacional, las convocatorias de 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 la temática que podría ser de utilidad a las Administraciones y órganos de planificación, en un principio pareció adecuado definir líneas de investigación amplias, aún a riesgo de dispersar el esfuerzo investigador.

El elevado número de solicitudes presentadas a las convocatorias de becas y de proyectos demuestra que la experiencia de estos tres años ha sido positiva; ello permite plantear para futuras convocatorias la consolidación y rentabilización de la labor realizada a través de una definición más concreta de las líneas de investigación.

PROGRAMA DE ESTUDIOS SOCIALES Y CULTURALES SOBRE AMERICA LATINA

El objetivo último de este Programa es fomentar la cooperación entre España y los países latinoamericanos a través del análisis de su problemática sociocultural tanto en los aspectos demográfico, de estructura social, antropológico o lingüístico, como en otros relacionados con la evolución política, la economía o los problemas de desarrollo y las relaciones internacionales.

Como consecuencia de la escasez de recursos humanos en el área, las acciones de formación de investigadores se han considerado prioritarias, alcanzando el mismo orden de magnitud que las dotaciones dedicadas a proyectos de investigación.

La necesidad de incrementar los recursos humanos suficientemente formados para realizar estudios dentro del Programa ha generado la

necesidad de reforzar la dotación dedicada a la formación de personal tanto en España como en el extranjero habiéndose concedido 38 becas en España y 30 en el extranjero a lo largo de las tres convocatorias.

El Programa ha logrado movilizar 130 investigadores en equivalente a dedicación plena, que trabajan en 52 proyectos de investigación con un presupuesto total de 235 MPTA.

Ante la necesidad de concentrar los esfuerzos, en la mejora del aprovechamiento de los limitados recursos humanos y económicos, se ha realizado una amplia actividad coordinadora centrada en dos aspectos fundamentales: la definición de líneas de investigación específicas y la adecuación de las acciones de apoyo con el fin de evitar solapamientos o duplicación de actividades.

La coordinación llevada a cabo con el Instituto de Cooperación Internacional, la Secretaría General Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia, la Dirección General de Iberoamérica del Ministerio de Asuntos Exteriores y la Sociedad Estatal Quinto Centenario ha permitido detectar temas de investigación y orientar los objetivos del Programa en torno a dos ejes centrales: por un lado, el estudio de los problemas de desarrollo en su aspecto político y económico; y, por otro, el papel de España en las relaciones internacionales con los países latinoamericanos.

Una vez superada la etapa de movilización del sector, parece conveniente consolidar las relaciones de investigación con los propios países latinoamericanos, que en definitiva constituyen el objetivo último del Programa. Una posible acción en este sentido podría consistir en potenciar proyectos conjuntos entre grupos españoles y grupos de centros de investigación latinoamericanos.

PROGRAMA NACIONAL DE PROBLEMAS SOCIALES Y BIENESTAR SOCIAL

El Programa está orientado a la investigación sobre problemas económicos y sociales de actualidad. La excesiva amplitud de las líneas de investigación priorizadas en el Programa y la diversidad de la comunidad científica a la que va dirigido exige un replanteamiento de los objetivos hacia una mejor adecuación de los recursos disponibles.

En la actualidad existen 35 becarios en España y 62 en el extranjero, lo que significa que se han cumplido los objetivos relativos a la intensificación del esfuerzo formador durante esta primera etapa movilizadora, siendo este Programa el unico del Plan Nacional en el que la dotación presupuestaria por este concepto es superior a la de proyectos de investigación.

La financiación global en proyectos de investigación asciende a 200 MPTA; por cada proyecto aprobado se han denegado 4 y por cada unidad de financiación concedida se han solicitado 8. Estas cifras indican la necesidad de adecuar los objetivos a la disponibilidad de los recursos asignados al Programa, reduciendo la amplitud de las líneas de investigación.

La temática de los proyectos presentados es quizás demasiado amplia en relación con los recursos disponibles; así se explica el bajo porcentaje de proyectos aprobados en relación con los presentados, que alcanza el 10%. Parece conveniente concentrar el esfuerzo investigador en el análisis de problemas acuciantes como, por ejemplo el impacto económico y social de la integración española en el Mercado Unico europeo, las consecuencias de los cambios acaecidos en la Europa del Este, o el análisis de la modernización del sector productivo como consecuencia de la incorporación de las nuevas tecnologías.

PROGRAMA NACIONAL DE PATRIMONIO HISTORICO

Este Programa tiene como objetivo general la investigación en temas de conservación y restauración del Patrimonio Histórico y Museístico. Dadas la riqueza y variedad del patrimonio cultural español, los procesos de deterioro que sufre, y la diversidad de agentes agresivos, se impone la necesidad de la conservación del patrimonio mediante el fomento de actividades investigadoras afines. Por otra parte, las grandes sumas invertidas en obras de conservación y restauración de nuestro patrimonio ofrecen a este Programa una perspectiva económica de interés.

Para alcanzar los objetivos propuestos el Programa se iniciaba con serias dificultades. La gran diversidad de nuestro patrimonio cultural que dificulta la definición de objetivos prioritarios, la escasa tradición investigadora en la materia y el amplio abanico de disciplinas científicas implicadas (historiadores, arqueólogos, biólogos especializados, geólogos, químicos analíticos, físicos medioambientales, especialistas en

ciencia de los materiales, arquitectos, ingenieros estructurales, etc.) han sido obstáculos graves al respecto.

Como consecuencia de estas dificultades, en una primera etapa se consideró conveniente definir unos objetivos muy amplios como líneas de investigación prioritarias. Esta ambigüedad en los objetivos generó unas propuestas de proyectos bastante dispersos, si bien permitió conocer las necesidades de investigación en el área.

A partir de la experiencia acumulada durante las dos primeras convocatorias, en la tercera se inició una nueva etapa. De acuerdo con el Instituto de Restauración y Conservación de Bienes Culturales del Ministerio de Cultura, se fijaron las siguientes líneas prioritarias de investigación:

- Diagnóstico y tratamiento de los procesos de degradación de la piedra monumental.
- Procesos de degradación y tratamiento de maderas con o sin polícromía.
- Sistemas de desinfección y desinsectación en museos, archivos y bibliotecas.
- Técnicas de análisis físico-químicos para la diagnosis y prevención de alteraciones en materiales orgánicos e inorgánicos.
- Nuevos métodos y productos para la conservación y la restauración.

El Programa ha movilizado alrededor de 110 investigadores y becarios a tiempo completo, pertenecientes a diferentes disciplinas científicas, entre las que predominan las de ciencias experimentales (geólogos, químicos, biólogos), ingeniería, y arquitectura, y las de ciencias historiográficas. Los 30 proyectos actualmente en vigor han supuesto un presupuesto de 194 MPTA con cargo al Fondo Nacional.

La escasez de recursos humanos ha sido compensada con intensas acciones de formación. Los 25 becarios en formación en España y los 15 en el extranjero son muestra del esfuerzo realizado en esta acción a partir de los recursos disponibles en el Programa.

4.3.1.4. Area de Programas Especiales y Horizontales

En esta área se incluyen los Programas que por sus características especiales, ya sea por su temática o sus procedimientos de gestión, requieren un tratamiento particular. Los Programas Especiales son:

- * Programa Nacional de Investigación Antártica
- * Programa Nacional de Física de Altas Energías

Los Programas Horizontales se orientan a la investigación en todas las áreas, potenciando servicios de comunicación, de información y documentación, o acciones de formación. En este apartado se incluyen los siguientes Programas:

- * Programa Nacional de Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico.
- * Programa Nacional de Interconexión de Recursos Informáticos

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN LA ANTARTIDA

Se integra dentro de las actividades de colaboración derivadas de la adhesión de España al Tratado Antártico.

Las líneas de investigación prioritarias se han orientado a profundizar en el conocimiento de los ecosistemas antárticos, en las áreas de meteorología, física de la atmósfera, geología, vulcanología, glaciología, etc., con objeto de impulsar el conocimiento de la ciencia básica utilizando como campo de experimentación esta base de operaciones de características tan singulares.

El Programa tiene dos ejes de actividad fundamentales: los proyectos de investigación y la cooperación con el resto de los países del Tratado Antártico. Desde el punto de vista de los proyectos, una de las líneas de investigación priorizadas hasta el momento se ha centrado en el inventario botánico de las especies existentes en la isla Livingston y en el estudio de los líquenes. En relación con el inventario es importante destacar el descubrimiento por parte de nuestros científicos de dos nuevas especies.

En colaboración con grupos de investigación alemanes se han realizado por vez primera estudios in situ sobre el metabolismo de los líquenes y se ha analizado la influencia sobre ellos de diferentes factores tales como la luz, la temperatura, y la humedad.

Otro aspecto de especial interés es la obtención de moléculas orgánicas de actividad farmacológica. Para este fin se utilizan animales y vegetales extraídos de los fondos marinos. Este proyecto se está desarrollando en colaboración con grupos de investigación chilenos.

En temas relacionados con la geofísica se están llevando a cabo proyectos de observación del movimiento de placas en la zona del Bransfield y Setland del Sur en la que se registra un intenso dinamismo telúrico. Asimismo, se están desarrollando estudios geológicos y geomorfológicos en la isla Livingston. La Base Juan Carlos I dispone de un sistema automático de registro continuo de la actividad sísmica. Desde el buque oceanográfico "Las Palmas" se han realizado también estudios geológicos y geofísicos, así como análisis del geomagnetismo y de las mareas de la zona antártica. La colaboración con Argentina, Chile y EEUU ha sido intensa en todas las actividades de investigación relacionadas con el Programa, entre cuyos objetivos se encuentra el incremento de dicha colaboración en campañas futuras.

Además de esta intensa actividad investigadora, plasmada en más de 185 artículos científicos publicados en los dos últimos años y en la publicación de dos cartas náuticas y de un mapa topográfico, se han venido desarrollando esfuerzos en el terreno de la cooperación internacional, en relación con la posición española en la preservación del continente antártico.

Por último y como consecuencia de la actividad española relacionada con la Antártida y el excelente nivel científico de los investigadores españoles, nuestro país ha sido aceptado como Miembro de Pleno Derecho del SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) en julio de 1990.

PROGRAMA NACIONAL DE FISICA DE ALTAS ENERGIAS

La reincorporación de España en 1983 al Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), dio lugar a la creación de un Plan Movilizador de la Física de Altas Energías destinado a potenciar en nuestro país esta rama de la Física.

En 1988 el Plan Movilizador fue sustituido por el Programa Nacional de Física de Altas Energías en el contexto del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. El Programa contempla los siguientes objetivos científico-técnicos:

- La consolidación de los grupos experimentales existentes y el desarrollo de otros grupos experimentales en otras universidades españolas con masas críticas suficientes.
- El aumento o creación de infraestructura tecnológica, como talleres mecánicos, acorde con los objetivos científicos.
- La creación de una red nacional de cálculo FAENET, versión española de la HEPNET europea.
- La consolidación de la física teórica española en el escenario internacional.

A finales de 1990, gran parte de esos objetivos se han cubierto. Hay en España varios grupos experimentales de Física de Altas Energías, ubicados en el CIEMAT, CSIC, y en las Universidades de Valencia, Santander, Autónoma de Barcelona, Autónoma de Madrid, Santiago de Compostela y Zaragoza. Asimismo, se han desarrollado dos grupos experimentales de física nuclear en las Universidades de Valencia y de Sevilla y uno de física de radiación cósmica en la Universidad Complutense de Madrid. En la actualidad, hay unos 120 físicos experimentales, de los cuales 70 aproximadamente son doctores.

El nivel científico alcanzado en el desarrollo de los proyectos de investigación ha sido bueno y, en algunos casos, excelente. La participación en los experimentos y puesta en marcha del acelerador LEP del CERN, (Ginebra) y del acelerador HERA de DESY (Hamburgo), es buena muestra de la homologación de la actividad española con la de los buenos grupos europeos. Para estos experimentos se han construido, entre otros, el espectrómetro de muones de L3, el Monitor de Luminosidad de ALEPH, el detector de tiempo de vuelo de DELPHI y el calorímetro de ZEUS, entre otras contribuciones.

Los desarrollos científico-tecnológicos realizados y la considerable participación en la física asociada con estos avances han permitido la consecución de los objetivos iniciales. Ello augura una adecuada explotación de los experimentos en los próximos años. Además, han de plantearse ahora las bases para una participación española en los nuevos proyectos europeos de la década de los 90, en particular los asociados con el nuevo acelerador LHC del CERN.

Así, la labor iniciada con el Programa Movilizador y continuada con el Programa Nacional ha dado sus frutos en cuanto a la creación y consolidación de los grupos, trabajando en el momento actual unos 250 investigadores en equivalente a dedicación plena.

La puesta en marcha en 1989 del acelerador LEP en el CERN, y de los experimentos en que intervienen grupos españoles ALEPH, DELPHI y L3, demuestra el elevado nivel tecnológico de los equipos españoles que han diseñado, construido, montado y explotado el subdetector de partículas correspondiente.

La participación de los grupos de investigación españoles ha tenido especial interés en el aspecto experimental. Además de las contribuciones al hardware, los desarrollos de software han sido cruciales. Buenos ejemplos son la Instalación FALCON para la Reconstrucción de Sucesos en ALEPH o los desarrollos realizados para DELPHI, que también han resultado útiles para la tecnología de las comunicaciones. Asimismo, se han desarrollado sistemas de test de los módulos electrónicos, basados en FASTBUS, capaces de discriminar dos nanosegundos.

La participación industrial de las empresas españolas ha sido abundante y variada desde que se integró como miembro del CERN. España participó en sus inicios en la etapa de ingeniería del túnel del LEP. A partir de entonces las empresas españolas han participado en el desarrollo de detectores e instrumentos de precisión. En particular, un consorcio español participa en un proyecto de desarrollo y fabricación de equipos superconductores.

La red informática FAENET se ha desarrollado plenamente como un servicio especial dentro de la Red IRIS del Plan Nacional de I+D. Su nodo central se encuentra situado en el CIEMAT y dispone de una línea con el CERN de 64 Kbaudios para facilitar la explotación de los datos experimentales producidos en el LEP.

PROGRAMA NACIONAL DE INFORMACION PARA LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y EL DESARROLLO TECNOLOGICO

Este Programa tiene como objetivo facilitar a todos los agentes del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria el acceso a fondos de información y documentación que faciliten la realización de sus investigaciones.

El ámbito del Programa tiene una doble vertiente. Por una parte, abarca desde la recopilación y conservación de la información, hasta los medios y métodos de difusión de la misma, pasando por la informatización y catalogación. Por otra, la interacción territorial de sus acciones debe permitir una intercomunicación entre los distintos agentes, multiplicando el efecto de los fondos disponibles y de las inversiones.

El Programa inicio sus actividades en julio de 1989, una vez detectadas las deficiencias del sistema de información y documentación. Su objetivo principal era apoyar las iniciativas encaminadas a racionalizar, normalizar, e interrelacionar la recogida, conservación y distribución de la información científica.

Las actividades desarrolladas durante el breve período de vigencia del Programa se han encaminado esencialmente a potenciar las áreas que ofrecían un mayor efecto multiplicador. Así, en las dos convocatorias resueltas hasta el momento se han priorizado las propuestas orientadas al desarrollo de sistemas de automatización de bibliotecas, al diseño de servicios de información especializados, al perfeccionamiento de lenguajes de recuperación de información y al análisis de la eficiencia de los servicios de atención de consultas.

Dado el escaso tiempo transcurrido es aún prematuro establecer una valoración de los resultados obtenidos; cabe descartar, sin embargo, que en la actualidad existe un colectivo de 54 investigadores en equivalente a dedicación plena trabajando en los 16 proyectos de investigación sobre las áreas fundamentales del sector de la información. La inversión total realizada en las dos convocatorias resueltas asciende a 58 MPTA por este concepto.

Dada la urgente necesidad de mejorar el equipamiento informático en muchas de las universidades y centros públicos de investigación, las ayudas de infraestructura han tenido prioridad dentro de las acciones del Programa. Los 276 MPTA invertidos por este concepto se han destinado fundamentalmente a mejorar los equipos en las universidades de reciente creación y a dotar de sistemas de informatización e interconexión de bibliotecas a aquéllas que lo han solicitado. Un grupo de 6 bibliotecas universitarias están ya intercomunicadas entre sí y conectadas a su vez con los centros documentales europeos.

Asimismo, se ha contribuido a mejorar la comunicación y el intercambio de experiencias entre especialistas, creándose una serie de

grupos de investigación, especialmente alrededor del ICYT (Instituto de Información y Documentación en Ciencia y Tecnología) y del ISOC (Instituto de Información en Ciencias Sociales y Humanidades), ambos del CSIC.

La actividad del Programa se complementa con la del Programa Interconexión de Recursos Informáticos (IRIS), y con el Programa SIBI, que pretende homologar la catalogación de fondos documentales y bibliotecarios científicos e integrarlos en una red nacional informatizada e intercomunicada.

PROGRAMA NACIONAL DE INTERCONEXION DE RECURSOS INFORMATICOS (IRIS)

El Programa IRIS inició sus actividades a comienzos de 1988 con el propósito de ofrecer a la comunidad investigadora española aplicaciones y servicios teleinformáticos que sirvan como base para el establecimiento de una red de ámbito académico y científico. Los objetivos generales del Programa son:

- Relacionar las actividades nacionales de I+D con redes informáticas académicas y científicas en concordancia con esfuerzos similares desarrollados en ámbitos internacionales.
- Impulsar el conocimiento, estudio y utilización de las redes informáticas dentro de la comunidad académica y científica española.
- Proporcionar una infraestructura homogénea de comunicaciones, capaz de soportar un conjunto de servicios básicos y avanzados de teleinformática para los usuarios potenciales que trabajen en labores de investigación.

Las universidades y los OPIs son los principales centros usuarios del Programa. IRIS contempla la adquisición de determinados componentes de hardware y software y la solicitud de enlaces iberpac. Una vez instalados los productos, se mantienen funciones de asesoría y consulta con los centros para supervisar su funcionamiento y su uso. En la actualidad, los centros o instituciones destinatarios de las ayudas del Programa en cuanto a infraestructura y servicios teleinformáticos son del orden de 220.

Los servicios de IRIS están orientados a proporcionar a los usuarios herramientas telemáticas para su entorno de trabajo. Este tipo de servicios, denominados de **aplicación**, se apoyan en una(s) tecnología(s) de red para la transferencia de los datos, conocidos como servicios del nivel de **transporte**.

Los servicios de transporte se asientan, fundamentalmente, en la red pública Iberpac, con acceso normalizado X.25. La práctica totalidad de los centros integrados en IRIS tienen, al menos, un enlace de este tipo. Además de los anteriores existen algunos enlaces dedicados (punto a punto) a servicios específicos, como por ejemplo, el que permite la conexión de CIEMAT a CASA para el acceso al CRAY.

Para determinadas aplicaciones o en casos de gran volumen de tráfico, IRIS ha considerado conveniente dotarse de una infraestructura suplementaria propia, con líneas dedicadas y conmutadores X.25 privados, con velocidades de transmisión superiores a las actuales de 9600 bps (64 Kbs). Esa infraestructura se denomina **ARTIX** (ARteria IRIS X.25). Tras una fase de especificación de requisitos técnicos y operativos durante 1989, en 1990 ha funcionado un servicio piloto ARTIX con tres nodos, tres enlaces internodales de 64 Kbps y varios enlaces de acceso.

En el futuro, se sustituirán progresivamente los enlaces Iberpac por los de ARTIX, para facilitar con ello la interconexión con otras redes internacionales a través de la infraestructura pan-europea IXI de COSINE, de la que ARTIX sería una extensión de ámbito nacional.

Los usuarios del Programa IRIS disfrutan de los siguientes servicios:

Terminal remoto. Es el servicio básico que permite el acceso desde un terminal a un ordenador situado en un lugar distante.

Correo o mensajería electrónica. Permite la comunicación interpersonal o de grupo. En la actualidad es el servicio es el más empleado por la comunidad investigadora española, tanto por el grado de utilización como por el número de usuarios.

Transferencia de ficheros. Tecnologías particulares de red, tales como DECNET o TCP/IP, de cierta implantación entre la comunidad científica española, permiten materializar el servicio de transferencia de

ficheros. Se han iniciado desarrollos y pruebas con la idea de iniciar un servicio piloto FTAM en 1991.

Entrega remota de trabajos. El estándar OSI correspondiente está todavía lejano. Por ello se utilizan otros servicios tales como la transferencia de ficheros o el correo electrónico, mediante procedimientos ingeniosos que permiten conseguir la funcionalidad deseada. Como caso específico de este servicio, IRIS ofrece un **acceso selectivo al supercomputador CRAY instalado en CASA (Getafe).**

Ayuda al usuario. Como apoyo a los servicios principales anteriormente citados se han establecido mecanismos de ayuda e información a los usuarios, mediante la coordinación con los responsables informáticos de las diferentes instituciones.

A lo largo de 1989-1990 IRIS ha gestionado y subvencionado una serie de proyectos sobre temas de interés futuro. Se han establecido contactos con grupos de I+D expertos en redes, que los han llevado a cabo. Algunos de estos proyectos desembocarán en servicios piloto que se implantarán en 1991, principalmente los de FTAM y Directorio X.500. Otros están relacionados con temas de correo electrónico, interfases de usuario y terminal virtual.

En el marco internacional, IRIS representa a España en el Consejo de Administración de RARE (Asociación europea de redes de investigación), cuyo objetivo es impulsar y colaborar en la especificación y desarrollo de servicios de comunicación basados en la normativa OSI, para conseguir redes homogéneas de I+D en todos los países miembros. Por otro lado, IRIS participa activamente en el Grupo Promotor del proyecto EUREKA COSINE, cuyo fin es crear una infraestructura de comunicaciones y servicios para los investigadores europeos, tanto académicos como industriales.

En cuanto a la colaboración y participación con otras organizaciones y proyectos de redes, IRIS ha representado al sector de I+D español en los siguientes foros:

- Consejo de administración de la Asociación RARE.
- Grupo Promotor (Policy Group) de COSINE.
- Consejo de dirección de la Asociación EARN.
- Seminario internacional de Redes Académicas.

Además de estas organizaciones, IRIS ha promovido y subvencionado la participación de investigadores españoles en los grupos de trabajo internacionales de RARE, COSINE y EARN.

4.3.2. Plan Nacional de I+D y Comunidades Autónomas

En este epígrafe se tratará brevemente de los Programas de Comunidades Autónomas integrados en el Plan Nacional y de la distribución territorial de las actividades desarrolladas en el marco del Plan Nacional.

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. En el Apéndice Estadístico de esta Memoria se muestran las principales cifras asociadas a las actividades de las Comunidades Autónomas.

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 4.3.5 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 4.3.5.

CUADRO 4.3.5: 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.

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 lo largo de los ejercicios 1989 y 1990.

La Generalidad de Cataluña promovió el **Programa de Química Fina** teniendo en cuenta la importancia del sector químico dentro de la Industria Catalana; el Programa, cuya gestión le fue encomendada a la Comisión Interdepartamental de Investigación e Innovación Tecnológica (CIRIT), fue incluido en el Plan Nacional en 1989 y se desarrolla gracias a la financiación del Fondo Nacional y la procedente de los presupuestos de la Generalidad de Cataluña (al 50%). Sus objetivos son los siguientes:

- Síntesis de nuevos productos, diseño de nuevos procesos y diversificación de aplicaciones de productos ya conocidos.
- Ingeniería química. Mejoras en la rentabilización tecnológica del proceso industrial; mejoras en la gestión, planificación y operación del proceso de producción; mejoras en el diseño de nuevos procesos y nuevos productos.
- Implantación de tecnologías especiales que permitan acceder a productos de valor añadido cada vez más alto.

La consecución de estos objetivos se instrumenta 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. Este Programa no tiene previstas acciones de formación de personal investigador al existir una línea complementaria dentro del Plan Nacional de Formación de Personal Investigador que cubre ésta entre otras áreas de la química.

En los dos años de vigencia de este Programa se han aprobado 13 proyectos de investigación, con una financiación total de 92 MPTA. La mayoría de los proyectos aprobados corresponden al objetivo "síntesis de nuevos productos". En lo referente a la Infraestructura científico-técnica, se han concedido 17 por un valor global de 216 MPTA.

En lo que respecta a los proyectos concertados, se han financiado 7 con un presupuesto total de 357,9 MPTA. y una aportación del Fondo Nacional-Generalidad de Cataluña de 93,3 MPTA. Todos los proyectos aprobados corresponden al desarrollo de nuevos productos.

Globalmente se han aprobado 39 acciones, 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)**, 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 optimización de sus procesos productivos y de gestión. El Programa es financiado en un 48,5% por el Fondo Nacional y en un 51,5% por la Generalidad Valenciana y es gestionado por el Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana (IMPIVA). Sus objetivos científico-técnicos del Programa son:

1. Tratamiento de superficies. Acabados.
2. Mejora del comportamiento de los materiales. Mayor fiabilidad. Mejor relación costo/prestaciones.
3. Tecnología de procesos de fabricación.
4. Promoción de la utilización de las tecnologías de la información.
5. Aumento de la flexibilidad de la producción mediante la sustitución de las tecnologías rígidas tradicionales.
6. Mejora de la gestión de la producción a través de elementos tales como la captura de datos, sistemas expertos,...
7. Métodos de concepción de mantenimiento de la calidad de productos y procesos.
8. Útiles tecnológicos necesarios para la puesta a punto de productos y procesos nuevos.

9. Protección del medio ambiente.

10. Conocimiento de materiales.

Este Programa se ha desarrollado 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 cuanto a los objetivos científico-técnicos, en ambas convocatorias se han aprobado proyectos enmarcados en los objetivos que cubren aspectos más tecnológicos (mejora de materiales, gestión de producción, control de calidad), si bien en la segunda convocatoria se han aprobado, además, algunos relativos a la protección del medio ambiente y al mejor conocimiento de los materiales. En las dos convocatorias del Programa se han aprobado un total de 29 proyectos de investigación con un presupuesto global de 602 MPTA.

A pesar del breve periodo transcurrido desde el inicio del Programa, ya se han obtenido algunos resultados que han impulsado desarrollos industriales. Así, un proyecto de la Asociación de Investigación de Industrias del Calzado y Conexas (INESCOP) sobre preparación de patrones para calzado por ordenador ha conducido al desarrollo de una nueva tecnología al respecto, adaptada perfectamente a la estructura productiva de la empresa española, que se está ya comercializando. Un segundo proyecto, concedido a la Asociación de Investigación de la Industria del Juguete (AIJU), ha dado lugar al desarrollo de un prototipo de horno de moldeo rotacional capaz de trabajar con materiales sustitutivos del PVC; y es origen de un proyecto EUREKA presentado con una importante empresa del sector. Y, finalmente, la instalación en la Asociación de Investigación de la Industria Textil (AITEK), de una planta experimental multiaxial para desarrollo de textiles técnicos en materiales composites, financiada parcialmente por el Programa, ha catalizado la creación de una empresa basada en esta tecnología; además, la planta está ya trabajando en cinco contratos de envergadura con empresas del sector naval y de automoción.

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 realizadas, lo que ha de contribuir a una mayor articulación de los intereses de estas pequeñas y medianas empresas y los centros públicos de investigación.

4.3.3. Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento (PSPGC)

La Ley 13/86 de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, estableció la necesidad de apoyar especialmente la investigación básica. El artículo 4º de la citada Ley reza textualmente: "El Plan Nacional fomentará la investigación básica en los distintos campos del conocimiento a través de una financiación regular de la misma que haga posible el mantenimiento y la promoción de equipos de investigación de calidad, tanto en las Universidades como en los demás centros públicos de investigación".

El cumplimiento de esta previsión legal, se materializó a través de la integración en el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento, abierto en la mayoría de sus acciones a todos los centros públicos de investigación, cuya gestión ha sido encomendada a la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia.

Un Programa de estas características existe por 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.

El Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento responde, pues, a la idea de que sin 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.

El Programa persigue tres objetivos fundamentales:

- Consolidar los grupos de investigación existentes, proporcionándoles los medios necesarios para el desarrollo de su investigación;
- Crear nuevos grupos en áreas básicas imprescindibles para el desarrollo científico, humanístico y tecnológico de la sociedad;
- Estimular la reorientación y competitividad de dichos grupos de investigación.

Así pues, pueden considerarse fines primarios del Programa de Promoción General del Conocimiento:

1. Incrementar la calidad y el número de los equipos investigadores.
2. Proporcionar los medios materiales y organizativos que dichos grupos necesitan para alcanzar una mayor competitividad y un rendimiento óptimo, que puedan ser empleados por otros sectores sociales.

El presupuesto total asignado al Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento en los tres últimos años, distribuido por acciones se muestra reflejado en el Cuadro 4.3.6.

- Proyectos de investigación

Esta acción ha ido destinada a los equipos de investigación de las Universidades, CSIC u otros organismos de investigación, públicos o privados sin ánimo de lucro.

Desde el inicio del trienio objeto de análisis en esta Memoria, la convocatoria de proyectos de investigación del PSPGC se ha dividido en dos convocatorias anuales diferenciadas por la temática. En una convocatoria se agrupaban todos los grupos de investigadores en Ciencias Biomédicas y de la Salud y en otra, de carácter general, tenían cabida todos los demás grupos de investigación en Ciencias Básicas (Promoción General del Conocimiento), excluyendo a los primeros.

La primera convocatoria se realizó conjuntamente con el Fondo de Investigaciones Sanitarias del Ministerio de Sanidad y Consumo. La

CUADRO 4.3.6: EVOLUCION DEL PRESUPUESTO DEL PROGRAMA SECTORIAL DE PROMOCION GENERAL DEL CONOCIMIENTO EN EL TRIENIO 1988 A 1990 (MPTA)

ACCIONES	A Ñ O		
	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 CEE	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

segunda de las convocatorias citadas es competencia exclusiva de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica. No obstante, en esta Memoria los proyectos se analizan de forma general, sin distinción de convocatoria.

En todas las convocatorias del trienio las universidades ocupan el primer lugar tanto por el número de solicitudes presentadas como por la financiación recibida.

En la convocatoria de 1988, el número de proyectos solicitados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas se redujo en algo más del 60%, en comparación con el año anterior, y en la convocatoria de 1989 el número se mantiene con respecto a 1988. Esto se puede explicar por un lado porque los grupos del CSIC venían presentando en bloque sus proyectos de investigación en convocatorias cada tres años, y por otro, porque la entrada en vigor de los Programas Nacionales de la CICYT, que tuvo lugar ese mismo año, pudo atraer a numerosos grupos de investigación del CSIC que vieron sus líneas de investigación mejor reflejadas en los Programas Nacionales.

- Infraestructura científica

El objetivo principal de la convocatoria de Infraestructura científica del PSPGC ha consistido en proporcionar a los centros de investigación un equipamiento adecuado, mejorar y completar el ya existente y evitar la dispersión de medios y la innecesaria duplicación de instrumentos científicos de coste elevado.

Las modalidades de presentación de solicitudes de infraestructuras para este Programa son tres: a) de instrumentación de coste no muy elevado comunes a varios grupos de investigación; b) instrumentación necesaria para las instituciones; y c) instrumentación para centros de investigación de Comunidades Autónomas.

Cabe señalar el elevado número de solicitudes de financiación para la adquisición de fondos bibliográficos en todas las especialidades de Ciencias Humanas y Sociales y pertenecientes a cualquiera de las tres modalidades citadas. En 1988 se subvencionaron 65 solicitudes, un importe total de 419,5 MPTA; en 1989 fueron financiadas 50 por un importe de 376,5 MPTA; y en 1990 se aprobaron un total de 65 solicitudes, por un valor de 437,5 MPTA. Debido a que entre las acciones de los

Programas Nacionales no se contempla financiación para la adquisición de fondos bibliográficos, esta convocatoria supone un complemento idóneo para los mismos.

En el Cuadro 4.3.7 se muestran los datos de las tres últimas convocatorias del PSPGC para esta acción y se agrupan según la cantidad concedida.

En términos relativos, las subvenciones comprendidas entre 10 y 20 MPTA son las que han tenido mayor éxito en todas las convocatorias. Lo mismo se puede decir de las subvenciones superiores a 20 MPTA, que al igual que muchas de las mencionadas anteriormente, han recibido además un fuerte apoyo cofinanciador por parte de los organismos o de las Comunidades Autónomas correspondientes.

- Movilidad de personal investigador

Esta acción tiene como principal objetivo fomentar la calidad de los recursos humanos necesarios para el desarrollo de los Programas del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Para ello el Programa contempla dos tipos de acciones o modalidades: a) Estancias de científicos en régimen de año sabático en centros de investigación españoles; y b) estancias de investigadores españoles en centros de investigación extranjeros.

Conviene poner de manifiesto la gran importancia de estas acciones para las universidades, que han presentado la mayoría de las solicitudes: el 60% de las de la modalidad a) y más del 90% en el caso de la b); la participación del CSIC ha sido, no obstante, creciente en las tres convocatorias y también han participado otros centros públicos de investigación, sobre todo en la incorporación de investigadores extranjeros en año sabático.

Ambas modalidades han experimentado un incremento notable durante el último año, lo cual ha permitido a los investigadores el aprendizaje de nuevas técnicas o procesos en otros laboratorios o la incorporación de investigadores con experiencia a sus grupos de investigación. Con ello se facilita el continuo proceso de renovación e intercambio de experiencias entre los grupos de investigación, lo cual es imprescindible para mantener la calidad y competitividad de los mismos.

CUADRO 4.3.7: SUBVENCIONES CONCEDIDAS EN LA CONVOCATORIA DE INFRAESTRUCTURA CIENTIFICA DE LOS AÑOS 1988, 1989 Y 1990 DISTRIBUIDAS EN GRUPOS POR CANTIDADES SOLICITADAS Y ANUALIDADES EN MPTA

Grupo según cantidad	1988		1989		1990	
	Número	Valor MPTA	Número	Valor MPTA	Número	Valor MPTA
Inferiores a 5 MPTA	55	188,0	32	102,3	32	89,5
Entre 5 y 10 MPTA	71	552,0	57	423,2	64	503
Entre 10 Y 20 MPTA	55	852,0	50	734,8	43	734
Superiores a 20 MPTA	18	579,5	9	300,6	13	423

El número total de investigadores que han disfrutado de una estancia de año sabático en España financiados con cargo a este Programa ha sido de 260, distribuidos entre las universidades, el CSIC y otros centros públicos de investigación. En este mismo período han salido al extranjero para perfeccionar técnicas y conocimientos un total de 595 profesores e investigadores. Los países preferidos por los investigadores para sus estancias (entre 3 y 12 meses de duración) han sido: Estados Unidos, que ha recibido a la tercera parte de los investigadores y el número de estancias se ha duplicado entre los años 1989 y 1990; Gran Bretaña, con un número de solicitantes más o menos estabilizado (40 por año); Francia, donde se ha apreciado durante los primeros años un descenso en la demanda; Italia, con unos 15 a 20 visitantes por año; y Alemania, donde se han duplicado las solicitudes y concesiones de la última convocatoria con respecto a las dos anteriores. Canadá, Holanda y Bélgica, son también países que los investigadores eligen preferentemente.

- Acciones Integradas

Es un Programa de cooperación bilateral, en el campo científico o humanístico, con cinco países de la Comunidad Europea, que pretende promover el desarrollo de proyectos de investigación en el marco de los Programas de la CE.

Los objetivos que este Programa se propone son tres:

- Desarrollar proyectos de investigación en común para evitar duplicidades.
- Promocionar el intercambio de científicos entre laboratorios y centros.
- Establecer las bases para realizar otras colaboraciones de mayor envergadura, ya sea en el marco bilateral o en el más amplio de la CE.

Se trata de una acción utilizada básicamente por las universidades para establecer o reforzar la investigación conjunta entre dos o más departamentos o los equipos integrados en los mismos.

En cuanto al número destacan las Acciones Integradas con Francia y con Gran Bretaña, seguidas de Alemania (una media de 275, 175 y 100 proyectos respectivamente). Con Italia y Portugal el desarrollo es más modesto, tanto por el número de solicitudes como de concesiones.

A la financiación de Acciones Integradas contribuyen, además de PSPGC, la Secretaría General Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia y el Ministerio de Asuntos Exteriores, a través de su Dirección General de Cooperación Internacional.

- Programa Mercurio

El Programa Mercurio se desarrolla en el marco de la cooperación científica bilateral entre España y Francia y tiene como objetivo principal potenciar los contactos de las comunidades científica y tecnológica española y francesa, financiando las estancias de científicos y tecnólogos españoles y franceses de alta cualificación en el país vecino.

El número de científicos españoles que se han trasladado a Francia por medio de este Programa ha sido de 43, y 42 los investigadores franceses acogidos por instituciones españolas. En total se han invertido 57,1 MPTA entre los años 1988 y 1990, teniendo en cuenta que la convocatoria de este último año sólo se ha resuelto en su primera fase, puesto que la segunda fase permanece abierta hasta el 15 de febrero de 1991.

- Fomento de la cooperación científica con países de la Comunidad Europea

Esta acción se dedica a estimular la cooperación científica con equipos investigadores de países miembros de la Comunidad Europea, facilitando la movilidad de investigadores en orden a establecer los contactos previos necesarios para la futura presentación conjunta de proyectos de investigación u otras acciones previstas en los Programas SCIENCE Y SPES de la CE.

- Utilización de recursos científicos

El objetivo principal de esta acción consiste en facilitar el acceso a la utilización de recursos científicos de carácter específico, de especial relevancia en Ciencias Sociales, Humanas y Naturales (grandes centros de documentación, bibliotecas especializadas y archivos históricos) y en Ciencias Experimentales o Tecnológicas (reactores nucleares, observa-

torios astronómicos, laboratorios de datación, fuentes de radiación sincrotrón u otros que funcionen con régimen de asignación de tiempos).

El tipo de centros es muy variado, pero destacan los observatorios astronómicos (Calar Alto y Roque de los Muchachos) y los centros de radiación sincrotrón.

Los fondos destinados a este Programa se han duplicado a lo largo del trienio 1988-1990, a medida que también lo han hecho las solicitudes para participar en él.

- Organización de Reuniones Científicas, Congresos y Seminarios

Los objetivos de esta acción son dos: por un lado, promover el intercambio de información y la difusión de las ideas y conocimientos científicos más avanzados; y, por otro, potenciar la asistencia y participación en ellos de becarios y jóvenes investigadores, para contribuir a mejorar la calidad científica de los profesores e investigadores participantes. El número de solicitudes se acerca a las 350 de media anual, con tendencia creciente, y paralelamente se han incrementado los fondos dedicados a esta acción.

Características de las reuniones científicas o congresos, así como los temas propuestos ha sido muy variados -tantos como las áreas de conocimiento científico- y abarcan desde temas muy amplios con un elevadísimo número de participantes, hasta congresos y cursos muy específicos que rondaron la media centena de participantes. En todos los casos ha destacado la participación de becarios y jóvenes investigadores, a quienes siempre se ha dedicado buena parte de la ayuda disponible.

- Subvención a Publicaciones Periódicas

El objetivo de esta acción es potenciar aquellas publicaciones periódicas de investigación de carácter científico, técnico o humanístico que por su alta calidad y prestigio internacional, actual o potencial, sean merecedoras de un cierto apoyo económico que les permita aumentar el número de artículos originales, incrementar la calidad de los mismos, adaptarse a las normas internacionales de publicación y, en definitiva, competir con éxito en sus ámbitos respectivos.

El incremento de solicitudes ha sido considerable en esta acción; en unos casos supone sólo la cofinanciación y en otros la financiación total, lo cual permite cuando menos mantener el nivel de calidad alcanzado hasta el momento. Mayoritariamente se trata de publicaciones con cierto grado de dificultad, que incluyen artículos en más de un idioma, o al menos un resumen en una o dos lenguas distintas a la de redacción del artículo, generalmente inglés y francés.

El éxito de la acción es indiscutible y obtienen financiación dos tercios de las solicitudes realizadas, aunque en ocasiones la cantidad concedida resulta inferior que la solicitada.

- Acciones Concertadas y ayudas complementarias de investigación universitaria.

En ambos casos se trata de actuaciones anuales, estas actuaciones financian acciones de investigación que en el caso de las Acciones Concertadas tienen carácter precompetitivo, mientras que en las ayudas complementarias existe financiación por parte de las universidades.

4.4. Actuaciones en el ámbito de la coordinación

En el marco del Plan Nacional 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 esta línea 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

CUADRO 4.4.1: ORGANISMO GESTOR DE LOS PROGRAMAS INCLUIDOS EN EL PLAN NACIONAL DE I+D

investigación de calidad no orientada que, previa armonización de sus acciones con las de 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, aprovechar el potencial investigador nacional para el fortalecimiento de los activos tecnológicos de las empresas españolas y 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.

Con esta intención se ha trabajado en estrecha colaboración con el Ministerio de Industria y Energía -que desempeña un papel muy relevante en la promoción de la innovación tecnológica en el mundo empresarial- y con las Comunidades Autónomas, que también participan muy activamente. Se ha dado así cumplimiento al artículo 50 de la Ley de la Ciencia, que expresa la necesidad de fomentar la I+D en las empresas y promover la necesaria comunicación entre éstas y los centros públicos de investigación. La importancia de estas acciones requiere un análisis detallado que se efectúa en el apartado 4.4.2 de esta Memoria.

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 en 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. Esta acción contribuirá a un mejor equipamiento de las citadas zonas y, por consiguiente, facilitará su participación en proyectos de investigación y en Programas comunitarios, así como su colaboración con los sectores productivos.

Por otra parte, en el epígrafe 4.5 se trata de la articulación entre el Sistema de Ciencia y Tecnología y los Programas comunitarios e internacionales. 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.

4.4.1. Ejes de actividad del Plan Nacional y coordinación sectorial

La Ley de la Ciencia otorgó a la CICYT la facultad de 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 lograr así una mayor eficacia en el desarrollo de las mismas (Cuadro 4.4.1).

En esta línea, la CICYT ha encomendado al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), la gestión de 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 que fue 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.

También cabe señalar 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

**CUADRO 4.4.1: ORGANISMO GESTOR DE LOS PROGRAMAS INCLUIDOS
EN EL PLAN NACIONAL DE I+D**

ACCIONES	ORGANISMO GESTOR	PROGRAMA
Formación Personal Invest.	* Dirección General de Investigación Científica y Técnica	Todos
Proyectos de Investigación	* Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Microelectrónica
	* Dirección Gral. de Transportes (Mº Transportes, Turismo y Comunicaciones)	Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
Infraestructura	* Dirección General de Energía y Nuevas Tecnologías (MINER)	I+D Farmaceuticos
	* 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
	* CIRIT	Química Fina
	* IMPIVA	Nuevas Tecnologías para la modernización de la Industria Tradicional
Proyectos Concertados	* Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial	Todos los Nacionales
	* CIRIT	Química Fina
PETRI	* Secretaría General del Plan Nacional de I+D	Todos

Industria y Energía, con objeto de coordinar estas actuaciones con las incluidas en el citado 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 de Promoción General del Conocimiento del Ministerio de Educación y Ciencia. 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 adecue 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. En el apartado 4.3.3 de esta Memoria se exponen detalladamente los resultados de este Programa en el trienio analizado.

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 y de Industria y Energía, se incluye entre las acciones de coordinación sectoriales, puesto que su objetivo es promover el desarrollo de tecnologías de doble uso, si bien al ser su objetivo más destacado la transferencia de tecnología a empresas, se ha tratado con más extensión en el apartado 4.4.2.

En esta línea de coordinación de actuaciones sectoriales de fomento de la I+D, en 1990 se ha suscrito un convenio con el Consejo de Seguridad Nuclear para la puesta en marcha de un Programa Sectorial de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica integrado en el Plan Nacional. La integración supone la inclusión en los Programas Nacionales relacionados, de líneas de investigación orientadas a un mejor desarrollo de este Programa que, a su vez, contendrá acciones exclusivamente sectoriales que se definirán a través de un Comité Mixto del Consejo de Seguridad Nuclear y de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

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 (véase el apartado 4.3.2 de esta Memoria) 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 las 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 (ANEP), realiza, en el desarrollo de su actividad evaluadora, una importante labor de coordinación. A lo largo de estos tres años, la ANEP ha realizado la evaluación de

la calidad científico-técnica de diversos tipos de solicitudes, entre las que destacan, por su volumen, los proyectos de investigación, las peticiones de infraestructura, los Proyectos Concertados y las becas. Aunque no se puede hablar de un método único de evaluación, dada la heterogeneidad de las acciones a evaluar, el método de "evaluación por los pares" (peer review) ha sido el más utilizado. Para ello, 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 la ANEP ha desarrollado su tarea ha tenido como consecuencia una creciente demanda de sus servicios por parte de entidades externas a la CICYT, tal como se puede ver en el Cuadro 4.4.2. La confluencia en la ANEP de solicitudes tan diversas promovidas por organismos distintos tiene un interés manifiesto en materia de coordinación, ya que de hecho 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, puede ayudar a lograr una mayor eficacia en la asignación de los recursos.

4.4.2. Articulación del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria

De acuerdo con lo indicado en el Artículo 59 de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, uno de los objetivos del Plan Nacional es promover la I+D en las empresas y la colaboración de éstas con los centros públicos de investigación (CPI). Como ya se ha indicado, con ello se pretende fomentar la participación de estos centros -en los que trabaja aproximadamente el 70% de los investigadores del país, en equivalente a dedicación plena- en las actividades de I+D de las empresas y la adecuada transferencia al sector productivo de aquellos resultados de la investigación pública que puedan dar lugar a nuevos procesos o productos de interés industrial.

El Plan Nacional intenta que la Política Científica no constituya una política sectorial como un fin en sí misma, sino que se convierta en un instrumento de las diferentes políticas sectoriales, procurando que la actividad científica de I+D contribuya al bienestar económico y social. Se pretende, por tanto, que la autonomía del Sistema Ciencia-Tecnología (SCT) deje paso a la articulación del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria (SCTI).

**CUADRO 4.4.2: 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.

Hoy es comúnmente aceptado que la relación directa entre la I+D y la generación de tecnología, así como la necesidad de una rápida transferencia de los conocimientos dentro del ciclo innovador -especialmente manifiesta en algunos campos de las nuevas tecnologías-, requieren una acción concertada y coordinada de todos los elementos que componen el Sistema. En este contexto, el Plan promueve acciones que facilitan la comunicación y los intercambios amplios y fluidos entre los elementos del mismo, de manera que se forme un tejido reticular que constituya la trama del SCTI.

Sin embargo, la situación en la que se encontraba el Sistema, unida al análisis del de otros países de nuestro entorno socio-económico,

aconsejó dotarle de una mayor articulación, siguiendo, asimismo, las recomendaciones que en tal sentido hicieron el Consejo Asesor para la Ciencia y la Tecnología y la Comisión Mixta Congreso-Senado de Investigación y Desarrollo Tecnológico al emitir sus primeros dictámenes sobre las actividades del Plan Nacional. Con este fin, a principios de 1989 se diseñó y propició el establecimiento de una estructura dinamizadora del SCTI, capaz de favorecer y servir de cauce a los intercambios entre los CPI y las empresas.

Esta estructura de interfase está formada por las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), inicialmente creadas en las universidades y en cuya red se han integrado los organismos públicos de investigación y las asociaciones de investigación. Su proximidad a los centros de investigación facilita el conocimiento de sus potencialidades y, por tanto, una mejor oferta de las mismas a los sectores productivos, así como la colaboración con otros agentes del SCTI más próximos a las empresas, como el CDTI, el IMPI y órganos equivalentes de las distintas Comunidades Autónomas. La dispersión geográfica de las OTRI favorece el efecto difusor y facilita los contactos entre los distintos miembros del SCTI.

Una característica peculiar de esta estructura articuladora y dinamizadora es el soporte que recibe desde la Secretaría General del Plan Nacional, a través de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), creada simultáneamente. La OTT, además de coordinar, anima la actuación de las OTRI y las asesora en diversos aspectos de sus tareas, lo que potencia su actividad y permite que sus dimensiones se sitúen dentro de unos niveles moderados.

La oportunidad de esta red OTRI/OTT se pone de manifiesto por la rapidez de su consolidación y por los resultados ya obtenidos. En efecto, al final de 1989 existía una OTRI operativa en todas las universidades y la red estaba constituida por unas 150 personas. A finales de 1990 componen la red un total de 53 instituciones (34 universidades, 8 organismos públicos de investigación y 11 asociaciones de investigación).

La necesidad de promover la valorización de los resultados de la investigación pública aconsejó 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 han venido a reforzar uno de los principales ejes de actividad de los Programas del Plan Nacional, los Proyectos Concertados. Se trata de un instrumento con doble vertiente: por un lado, fomenta la I+D en las empresas -y en tal sentido ha sido comentado en el apartado 4.2.5 de esta Memoria- y, 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.

Por ser la articulación una de las actuaciones más destacadas del Plan Nacional, se analizará en este capítulo con mayor profundidad este eje de actividad. También se estudiarán con detalle las ayudas al intercambio de personal investigador, que tratan de impulsar la movilidad del personal investigador entre los centros públicos de investigación y las empresas, como vía para el necesario intercambio de ideas y el trasvase de conocimientos y experiencias. Estas acciones se han visto complementadas con diversas actividades surgidas desde los distintos Programas Nacionales, encaminadas, igualmente, a promover la interrelación de los investigadores de los CPI y de las empresas y su colaboración en el desarrollo de tecnologías.

En este contexto, cabe destacar la actuación de las asociaciones de investigación como entidades de interfase más próximas a las empresas, que ejercen una importante labor de difusión de las nuevas tecnologías en las industrias asociadas, que habitualmente son medianas y pequeñas.

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, coincidiendo con la iniciación del Plan Nacional, 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 en 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. 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 e 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.

Las OTRI cumplen, además, una labor descentralizadora y regionalizadora acorde con la estructura administrativa y de actividades de I+D existente en nuestro país. La experiencia de los países con mayor bagaje en este campo ha puesto en evidencia que las relaciones más fructíferas entre los CPI y las empresas se obtienen cuando éstas se desarrollan en el seno de su propio espacio geográfico y socio-cultural.

El presupuesto global de funcionamiento de las 53 OTRI 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, por otra, 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, apoyo o asesoría permanente para aquéllas. También tiene una misión valorizadora de los resultados, como fase previa a su transferencia, apoyada por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva y el CDTI, entre otros. En su estructura,

también muy simple, se ha incorporado personal técnico cualificado en aquellas áreas o aspectos considerados de mayor interés.

En resumen, el objetivo fundamental de las OTRI consiste en promover la transferencia de la oferta científico-técnica de su respectiva institución a los sectores productivos. Ello responde a una activa política institucional, que no se había producido hasta la creación de la red, porque anteriormente la iniciativa de establecer acuerdos surgía del propio profesor o investigador o bien de la empresa. Se pretende, pues, que la interrelación de las universidades y OPI con las empresas responda a una política de la institución coherente, planificada y activa.

De manera general, las OTRI ofrecen a las empresas los siguientes servicios:

- Identificación de los resultados de investigación de los equipos activos potencialmente transferibles y difundirlos entre las empresas, directamente o en colaboración con los organismos de interfase más próximos a la empresa, facilitando así su transferencia.
- Colaboración y participación en la negociación de los contratos de investigación, asistencia técnica, asesoría, licencia de patentes, etc. entre los equipos de investigación y las empresas.
- Gestión de contratos, con el apoyo de los servicios administrativos de la entidad a la que pertenecen.
- Información sobre los Programas europeos de I+D, facilitando técnicamente la elaboración de los proyectos que se desee presentar y gestionando la tramitación de los mismos.
- Colaboración en el intercambio de personal investigador entre las empresas y su universidad o institución, facilitando a los potenciales beneficiarios la información necesaria sobre las ayudas existentes a tal fin.

En cuanto a la OTT, a su labor de coordinación de las diferentes OTRI y de apoyo a las mismas en el desarrollo de su función, une las siguientes actividades:

- Centralización de la información sobre la Oferta Tecnológica del conjunto de universidades y OPI, de manera que grupos de investigación y empresas de distintas zonas geográficas puedan establecer contactos si la índole de sus intereses coincide.
- Evaluación, en colaboración con la ANEP, de la viabilidad tecnológica de los resultados de investigación.

- Colaboración con el CDTI y demás organismos de interfase próximos a la empresa para facilitar la industrialización de aquellas tecnologías surgidas de los CPI que pueden ser económicamente viables, apoyando en sus gestiones a las OTRI.
- Establecimiento del diálogo con los diversos sectores socio-económicos con vistas a detectar temas de investigación orientada y/o aplicada subyacentes bajo problemas industriales concretos.
- Asesoramiento técnico a las OTRI en materia de patentes, contratos, Proyectos Concertados con las empresas, Programas europeos, etc., facilitándoles cuanta información precisen para un mejor desarrollo de sus actividades.

La red OTRI/OTT así creada constituye un sistema coordinado que la distingue de los organismos de interfase existentes en otros países desarrollados, lo que ha exigido su puesta en marcha paulatina y la participación activa de todos los miembros de la red. Antes de iniciar su labor, los técnicos incorporados a las OTRI asisten a un curso intensivo sobre Valoración y Transferencia de Tecnología, diseñado y dirigido por el personal técnico de la OTT. La coordinación de actuaciones se logra, fundamentalmente, a través de reuniones periódicas entre los responsables de las OTRI y de la OTT, en las que se perfila el modelo de funcionamiento, se profundiza en temas tales como modelos de contratos, criterios presupuestarios, aspectos técnicos y legales de patentes, modelos de relaciones con otros organismos de interfase del SCTI como CDTI e IMPI, formas de interrelación con las PME, etc. y, asimismo, se propician los contactos personales y el intercambio de experiencias y opiniones, lo cual es sumamente positivo en una actividad de esta índole.

La acción conjugada de los cursos y reuniones periódicas ha hecho posible la obtención de conocimientos comunes y la uniformidad de criterios de actuación entre las diferentes OTRI de la Red, lo cual favorece la cohesión y la colaboración de sus miembros.

En el futuro, las OTRI deberán consolidarse en sus respectivas instituciones y, una vez regulados por parte de éstas los aspectos relacionados con la gestión, avanzarán hacia la mayor difusión de su oferta tecnológica, por medio de las acciones que se reseñan a continuación. Como Red coordinada, reviste particular interés la posibilidad de plantear a las grandes empresas que lo demanden una oferta conjunta. En esta línea, en 1990 tuvo lugar, como experiencia piloto, una reunión entre responsables de I+D de Construcciones Aeronáuticas S.A. y responsables

de OTRI junto con investigadores de sus centros, expertos en campos de interés para la empresa y dispuestos a iniciar una futura colaboración.

Durante los dos años que se analizan, las OTRI han gestionado, más de 8.000 contratos por un valor global superior a los 22.500 MPTA. La contratación ha experimentado un notable incremento en el segundo año respecto al primero (Gráfico 4.4.1) no sólo por la incorporación de nuevos miembros sino también -en el caso de las universidades- debido al considerable aumento de su actividad, superior al 25%.

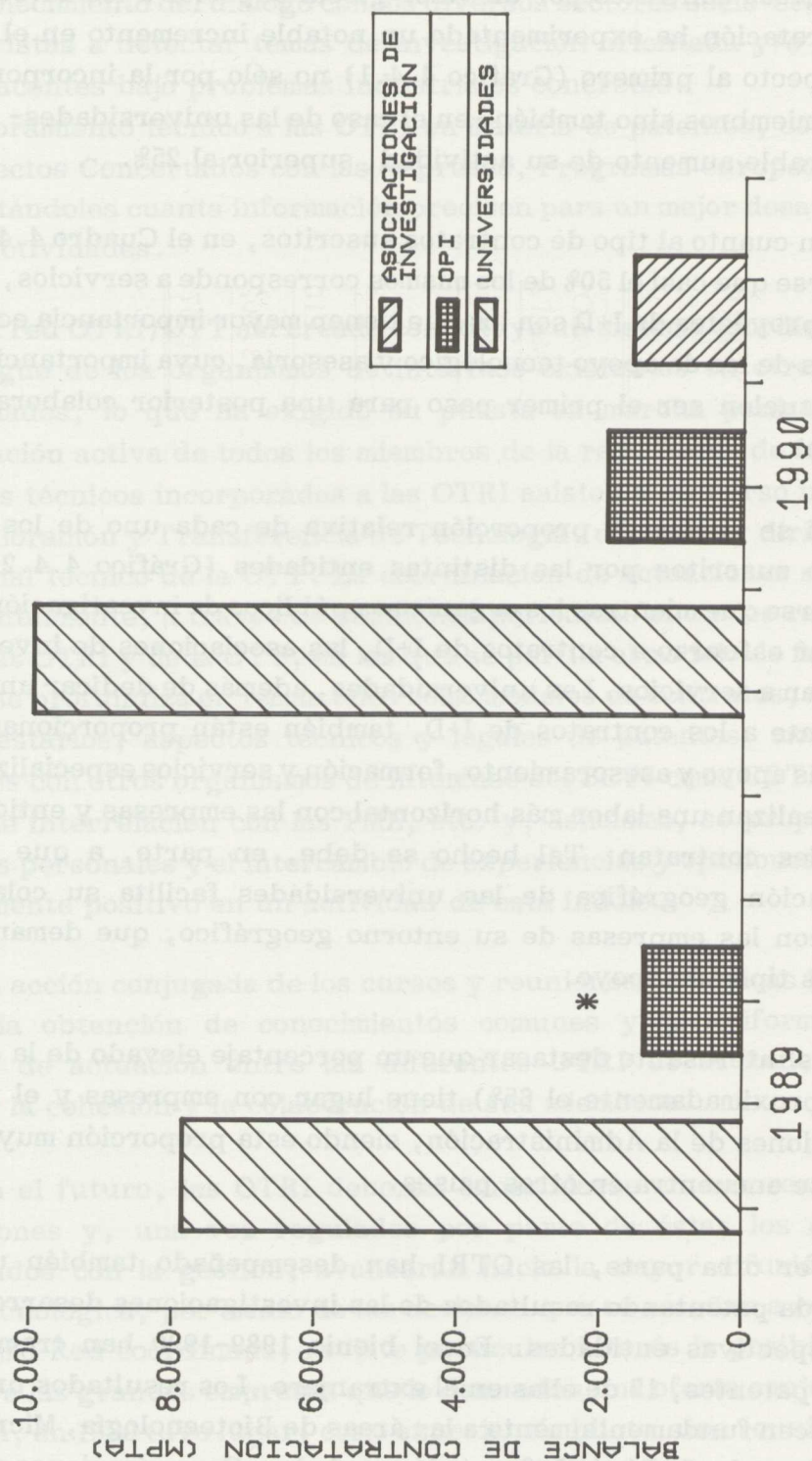
En cuanto al tipo de contratos suscritos, en el Cuadro 4.4.3 puede apreciarse que casi el 50% de los mismos corresponde a servicios, mientras que los proyectos de I+D son los que tienen mayor importancia económica, seguidos de los de apoyo tecnológico y asesoría, cuya importancia estriba en que suelen ser el primer paso para una posterior colaboración más estrecha.

Si se analiza la proporción relativa de cada uno de los tipos de contrato suscritos por las distintas entidades (Gráfico 4.4.2), puede observarse que mientras los organismos públicos de investigación dedican su mayor esfuerzo a contratos de I+D, las asociaciones de investigación lo dedican a servicios. Las universidades, además de dedicar un esfuerzo importante a los contratos de I+D, también están proporcionando a las empresas apoyo y asesoramiento, formación y servicios especializados; así pues, realizan una labor más horizontal con las empresas y entidades con las cuales contratan. Tal hecho se debe, en parte, a que la amplia distribución geográfica de las universidades facilita su colaboración íntima con las empresas de su entorno geográfico, que demandan muy diversos tipos de apoyo.

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

GRAFICO 4.4.1: EVOLUCION TEMPORAL DE LA CONTRATACION GESTIONADA POR LA RED OTRI/OTT

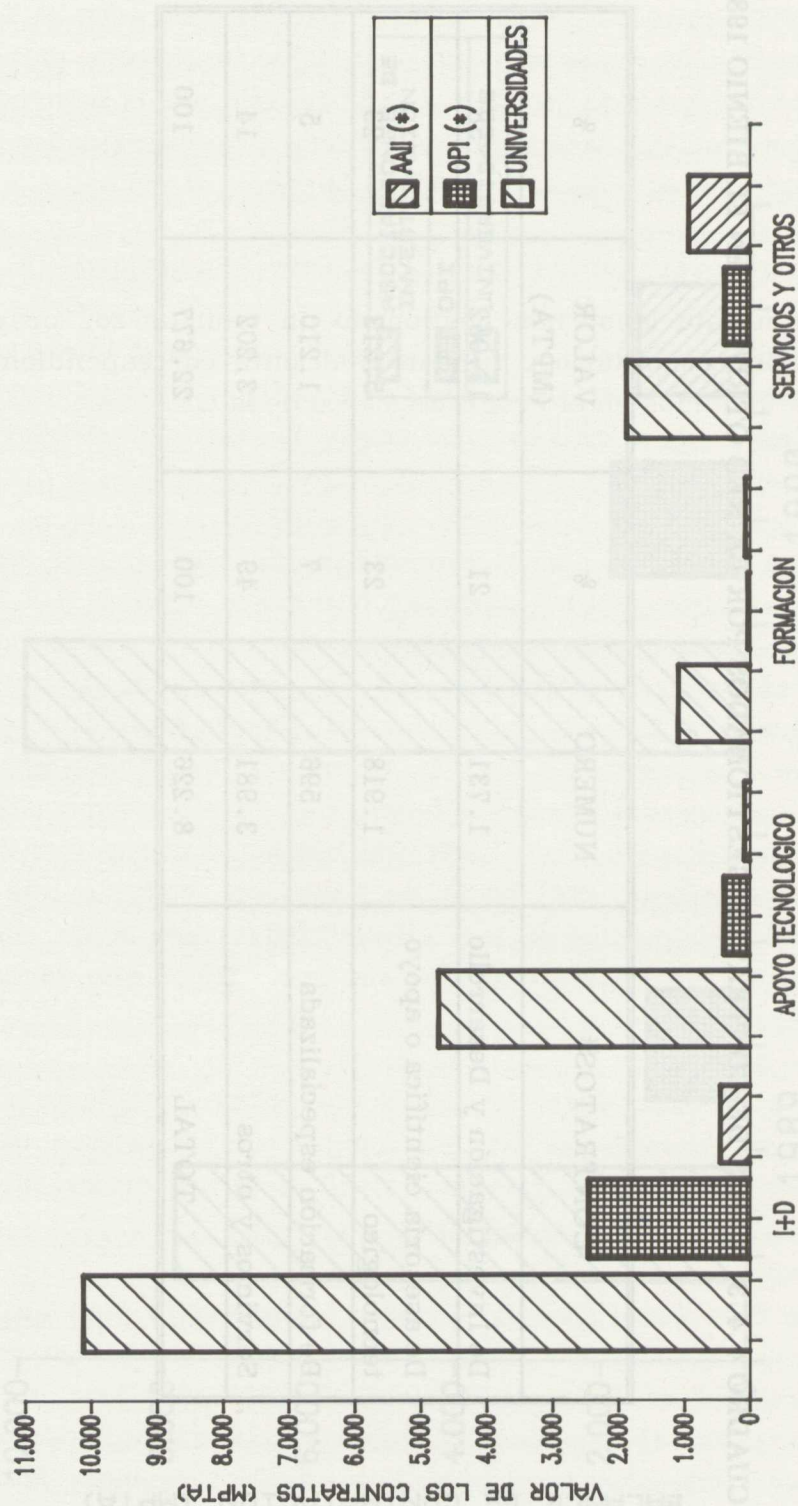


(*) Sólo incluye datos del CSIC, Único OPI integrado en la red ese año.

CUADRO 4.4.3: 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

GRAFICO 4.4.2: VALOR DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CONTRATOS SUSCRITOS POR LAS OTRI
EN 1989 Y 1990 EN FUNCION DE LA ENTIDAD



(*) Es preciso tener en cuenta que los datos OPI y AAII sólo se refieren a un año (1990), salvo en el caso del CSIC, integrado en la red desde el comienzo

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 los Programas Nacionales e Internacionales. En esta línea, se ocupan de difundir la información publicada por la Secretaría General del Plan Nacional 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 de la CE.

En 1990 una acción destacable de la red OTRI/OTT ha sido la de iniciar la sistematización su oferta científico-técnica y facilitar su amplia difusión geográfica con la puesta en marcha de la Base de Datos de la 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. Esta base de datos es accesible desde cualquier punto de la Red, así como desde la Oficina de Transferencia de Tecnología de la Secretaría General del Plan Nacional. Para una mayor difusión de la misma entre las pequeñas y medianas empresas se ha suscrito un convenio con el Instituto de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial del Ministerio de Industria para distribuirla a través del Sistema de Información Empresarial.

La Red ha promovido, asimismo, diversas acciones encaminadas a difundir entre las empresas su existencia y servicios, entre las que cabe destacar la participación en TECNOVA'89, donde se presentó la Red ante los distintos sectores. En ese sentido, debe indicarse que todas las OTRI tienen relación con los organismos de interfase de carácter regional más próximos a la empresa (CIDEM en Cataluña, Instituto de Fomento Andaluz en Andalucía, IMPIVA en Valencia, etc.) con lo que se complementa su posible acción ante las empresas de la zona.

Por otra parte, a lo largo de 1990 las OTRI han colaborado con los grupos de investigación en la elaboración 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. La labor de las OTRI en este Programa se expone en el siguiente epígrafe, en el que se realiza además una valoración de la resolución correspondiente.

Por último, es interesante indicar que la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación, responsable del Programa de la Comunidad Europea para la Cooperación Universidad-Empresa en el campo de la formación en tecnologías (Programa COMETT), ha situado en la Oficina de Transferencia de Tecnología de la Secretaría General del Plan Nacional el Centro de Información COMETT-España con objeto de coordinar éste con los demás Programas internacionales que se gestionan desde la Secretaría General del Plan Nacional y para facilitar la difusión del mismo entre sus potenciales beneficiarios, a partir de la información y los contactos existentes en las diferentes OTRI.

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

A las acciones emprendidas desde el Plan Nacional para promover la articulación del Sistema español de Ciencia-Tecnología-Industria (la red OTRI/OTT, los intercambios de personal investigador entre industrias y centros públicos de investigación y los Proyectos Concertados), se ha añadido otra cuyo objetivo específico es promover la transferencia de los resultados de la investigación pública al sector industrial. Esta acción trata de llenar un espacio insuficientemente cubierto por los instrumentos establecidos hasta ahora por parte de la Administración y pretende acercar los resultados científicos y técnicos a los sectores productivos y, por tanto, refuerza uno de los principales objetivos del Plan Nacional y su contribución a la proyección socioeconómica de la I+D pública.

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

La necesidad de este nuevo instrumento surge cuando los resultados de una investigación proceden de un planteamiento propio y exclusivo

de un centro público de investigación. En este caso, cuando un proyecto finaliza y se han alcanzado los objetivos científicos programados, es habitual que no esté suficientemente maduro para su implantación industrial. En consecuencia, es preciso completar los datos científicos con otros tecnológicos, realizando investigaciones o estudios complementarios difícilmente previsibles al plantear el proyecto y que, por esa razón, no se presupuestaron inicialmente.

Los objetivos genéricos de este Programa son:

- Conseguir que los resultados de investigación contribuyan no sólo al progreso de la Ciencia a través de publicaciones, sino también al desarrollo socioeconómico.
- Aflorar resultados de investigación de interés para la industria o, en general, de uso social.
- Interesar a grupos de investigación de orientación más básica por la aplicación de sus resultados.
- Facilitar, en casos especiales y con ayudas específicas, la contratación con empresas de grupos de investigación en temas con proyección futura.
- Contribuir al conocimiento de las OTRI por parte de los profesores e investigadores de las instituciones incluidas en la red; para ello la convocatoria especifica que las solicitudes deben tramitarse preceptivamente a través de ellas.

En correspondencia con los objetivos citados, y dependiendo de que el grupo solicitante desarrolle su actividad en investigación básica o aplicada y de la infraestructura de la que disponga para abordar los ensayos precisos, existen diversas modalidades de ayudas. En general, se exige que el grupo de investigación tenga contactos previos con alguna empresa para asegurar la eficaz transferencia de los resultados mediante la participación de la misma en el diseño y desarrollo de los ensayos de viabilidad; con ello se pretende que exista demanda del producto o proceso desarrollado y que cumpla las especificaciones que se le exigirán en su posterior industrialización.

No se exige cofinanciación cuando la incorporación precoz de la empresa pueda dificultar la difusión presumiblemente más amplia de los mismos, o cuando es preciso obtener previamente los datos tecnológicos para que el sector industrial se interese por los resultados potencialmente transferibles. En tales casos, el PETRI financia la totalidad de la acción.

La evaluación de estas acciones se ha adaptado a sus características particulares; al igual que en las demás actuaciones de los Programas, la valoración de su calidad científico-técnica la realiza la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP). La evaluación final se encomienda a una Comisión ad hoc designada por la Secretaría General del Plan Nacional de I+D en colaboración con la ANEP, de la que forman parte un representante de la Dirección General de Electrónica y Nuevas Tecnologías del MINER y otro del CDTI.

Teniendo en cuenta que la oportunidad es una de las características del PETRI, la evaluación está abierta a lo largo del año. El tiempo medio para llevarla a cabo es aproximadamente de dos meses.

La tramitación e información de las solicitudes a través de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la entidad correspondiente, facilita la evaluación y favorece, a su vez, la interacción entre la Comisión y los equipos de I+D que han formulado la propuesta que, en su caso, puede complementarse o modificarse por las aportaciones de la Comisión y la información complementaria facilitada por los equipos. El PETRI constituye, por lo tanto, un instrumento que refuerza el papel de las OTRI en la necesaria transformación del Sistema español de Ciencia y Tecnología en un sistema articulado Ciencia-Tecnología-Industria.

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 de ambas se ha efectuado conjuntamente a lo largo de 1990.

En la resolución de 1990, se han evaluado 300 solicitudes con un presupuesto total solicitado de 3.600 MPTA. De ellas, han sido aprobadas 115, lo que representa el 40%, con un presupuesto global de 1.275 MPTA de los que 768 MPTA (60%) son aportados por el Plan Nacional y 507 MPTA (40%) corresponden a cofinanciación empresarial.

En el Cuadro 4.4.4 se muestran las acciones aprobadas y sus diferentes presupuestos según los Programas en los que se encuadran. Estas acciones pueden englobarse en tres grandes áreas: Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones, Calidad de Vida y Agroalimentación. La financiación total y la cofinanciación de las acciones encuadradas en la primera área se sitúan alrededor del 50%, representando las de las otras dos el otro 50%.

Si se analizan las acciones a un nivel mayor de desagregación se puede observar que las correspondientes a los Programas de Automatización Avanzada y Robótica, Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, Nuevos Materiales, y Salud, superan el 55% de las citadas magnitudes y las tres primeras se engloban en el área de las Tecnologías de la Producción. En el otro extremo se señala la reducida presencia de acciones relativas al medio ambiente, cuando existen numerosos grupos trabajando en esta línea de actividad.

El 70% de las acciones PETRI aprobadas poseen cofinanciación empresarial y ésta es superior a la subvención concedida por el Plan Nacional en un 30% de las mismas. La cofinanciación empresarial supone al menos el 20% en todas las áreas, excepto en la de Recursos Geológicos que es poco representativa; en las áreas de Robótica, Microelectrónica, Agricultura y Recursos Marinos se sitúa alrededor del 50%. Ello pone de manifiesto el interés de las empresas por los resultados de investigación cuya viabilidad se va a estudiar mediante esta actuación.

Con respecto a las acciones cofinanciadas -el 67% de las aprobadas- es interesante analizar el tipo de entidades cofinanciadoras, que en un 87% de los casos son empresas. Dentro de ellas, el 87% son españolas y el 13% multinacionales; estas últimas están presentes sobre todo en desarrollos de aplicación en sectores como telecomunicaciones, farmacia y automóvil; en 4 acciones se trata de asociaciones empresariales de sectores tradicionales, como el calzado, o primarios, como el sector pesquero y el 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. El 87% de las solicitudes aprobadas corresponden a grupos pertenecientes a las universidades y el 10,4% a grupos del CSIC.

El estudio pormenorizado y la valoración de contenidos de las acciones PETRI aprobadas se expone en cada uno de los Programas (dentro del apartado 4.3.1 de esta Memoria); y también se integra el

**CUADRO 4.4.4: RESOLUCIÓN DEL PROGRAMA DE ESTIMULO A LA TRANSFERENCIA DE RESULTADOS
DE INVESTIGACION (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
Biotechnología	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

El estudio pormenorizado y la valoración de contenidos de las acciones PETRI aprobadas se expone en cada uno de los Programas (dentro del apartado 4.3.1 de esta Memoria); y también se integra el análisis de sus resultados con el de los demás ejes de actividad de los diferentes Programas. Las OTRI de cada entidad son las encargadas del seguimiento y primera evaluación de los resultados obtenidos.

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

Como se ha indicado en el epígrafe 4.2.5, el desarrollo de los Proyectos Concertados tiene por objetivo primordial la articulación de los intereses del Sistema de Ciencia y Tecnología con los propios de la industria. En el mismo epígrafe se ha mostrado 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. También se ha expuesto que la capacidad movilizadora de las ayudas concedidas a las empresas a través de los Proyectos Concertados es relativamente notable; así, cada peseta de ayuda concedida a las empresas a través de esta vía moviliza un presupuesto de 2,2 pts.

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 de 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 4.4.5, 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.

CUADRO 4.4.5: 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.

centros públicos de investigación, en aras a 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 ha habido participación de los CPI. Como muestra el Cuadro 4.4.6, tal participación asciende a un 15% de los presupuestos empresariales movilizados por los Proyectos Concertados; la cifra total contratada por los CPI asciende a 5.626 MPTA.

Conviene señalar, asimismo, que la cifra de investigadores en dedicación plena (1.308) movilizadas a través de los Proyectos Concertados, equivale a un 5,7% del total de los 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.

Por otra parte, el CDTI ha continuado realizando durante este período sus actuaciones tradicionales de financiación a las empresas a través de los proyectos de Desarrollo Tecnológico, atendiendo, básicamente, al esquema de prioridades establecidas que hoy conforman el Plan de Actuación Tecnológica de la Secretaría General de Formación Industrial y Tecnología del Ministerio de Industria y Energía. El objeto último de estos proyectos es facilitar a las empresas la incorporación de desarrollos tecnológicos de utilidad probada a sus carteras de productos y procesos productivos.

Como muestra el Cuadro 4.4.7, a lo largo de los tres últimos años el CDTI ha aprobado 481 proyectos, lo cual ha supuesto un compromiso de ayuda cercano a los 31.000 MPTA. Los presupuestos empresariales movili- zados alcanzan una cifra próxima a los 90.000 MPTA. Adviértase que se produce una cierta concentración de proyectos, presupuestos y aportaciones del CDTI en las áreas de Biotecnología, Química y Materiales, así como en las áreas conectadas con dos de los Planes incluidos en el Plan de Actuación Tecnológico Industrial del Ministerio de Industria y Energía: el Plan Electrónico Informático y el Plan de Automatización Avanzada. Tal concentración se corresponde con la estructura de la demanda de fondos por parte de las empresas y, en definitiva, con las oportunidades de explotación comercial de las innovaciones tecnológicas disponibles.

**CUADRO 4.4.6: 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.

CUADRO 4.4.7: PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO APROBADOS POR EL CDTI EN EL PERIODO 1988-1990

AREA/PROGRAMA	PROGRAMAS	PROYECTOS	PRESUPUESTO TOTAL	APORTACION CDTI
Biotecnología, Química y Materiales	Biotecnología	7	1.059,1	459,4
	Química	24	5.369,5	1.993,0
	Nuevos Materiales	38	10.545,9	2.881,2
	Salud	22	2.087,7	797,0
	Agrario y Recursos Naturales	60	9.638,5	3.428,9
	Alimentación	40	9.290,4	2.652,1
		191	37.991,1	12.206,6
Plan de Farmacia	Farmacia	19	2.738,2	1.237,8
Base Tecnológica Medioambiental	BIEIWA	11	1.640,8	568,2
Plan Electrónico Informático	PEIN	137	27.791,0	9.565,7
Plan Automatización Avanzada	PAUTA	56	11.771,4	4.374,4
Apoyo Sectores Manufactureros	SET	64	8.029,2	2.877,1
TOTAL GENERAL		481	89.961,7	30.829,8

Aunque en el apartado 4.2.5. de esta Memoria se analizan los resultados globales de este importante eje de actividad, y en el ámbito de los diferentes Programas se estudian los contenidos temáticos, 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 (Cuadro 4.4.6 ya citado), tanto en lo referente a la valoración económica de la colaboración como en lo relativo al personal científico del sector público involucrado en ellos.

AYUDAS PARA EL INTERCAMBIO DE PERSONAL INVESTIGADOR ENTRE INDUSTRIAS Y CENTROS PUBLICOS DE INVESTIGACION

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 hubo tres modalidades dentro del subprograma:

- 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 universidades u otros organismos de investigación.

En los casos a) y c) la ayuda consiste en un complemento del salario del profesor o técnico de la empresa. Esta, por su parte, ha de hacerse cargo de los costes originados por el seguro de accidentes en los casos a) y b), el seguro médico en el caso b) y la seguridad social en el caso c).

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 y defensa de la tesis doctoral, 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 con carácter temporal personal altamente cualificado sin costo para la empresa.
- Establecer relaciones con CPI dotados del personal y los medios de los que una empresa, con sus propios recursos, difícilmente podría disponer.
- 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 permitirán orientar sus actividades de I+D.
- Rentabilizar sus conocimientos y equipos.
- Obtener para sus jóvenes doctores mejores perspectivas de incorporación al mercado de trabajo.
- 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 le 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.

Cabe destacar que el 82% de los intercambios ha tenido lugar entre CPI y empresas privadas, existiendo una mayor proporción en el caso de la incorporación de técnicos de las unidades de I+D de las mismas a equipos de dichos CPI. Los intercambios con entidades extranjeras son escasos porque esta posibilidad se ha abierto por primera vez en la convocatoria iniciada en septiembre de 1989. En cuanto a los centros públicos de investigación, la participación de la universidad y el CSIC es del mismo orden de magnitud y, en cambio es muy baja la de los otros organismos públicos de investigación.

El interés de estas ayudas es evidente, a juzgar por los informes finales remitidos por las entidades receptoras en las que el período de beca ha finalizado. En la modalidad b) prácticamente todos los beneficiarios han sido contratados posteriormente por las empresas receptoras, cumpliéndose así adecuadamente uno de los objetivos del Programa.

OTRAS ACTUACIONES DE COORDINACION

A continuación se analizan 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.

El Programa MIDAS (Movilización de la Investigación, el Desarrollo y las Aplicaciones de los Superconductores) nació como una iniciativa de Red Eléctrica de España S.A., Unidad Eléctrica S.A. (UNESA) y la Comisión Permanente de la CICYT.

El objetivo de este Programa, vigente hasta diciembre de 1992, es 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; cuenta 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 trabajan 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, 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 asciende hasta el momento a 759 MPTA, de los cuales el Plan Nacional ha aportado el 64% y el sector eléctrico el 36% restante.

En este mismo marco también cabe citar 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 aplicados a la defensa que proporcionan tecnologías de posible aplicación civil. En la Comisión del Programa COINCIDENTE 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.

La Comisión de Programa tiene como misión establecer los proyectos y desarrollos encuadrables en el Programa COINCIDENTE y movilizar a los centros y empresas que tienen capacidad científica y tecnológica para abordarlos. El funcionamiento de este Programa consiste, en síntesis, en que los desarrollos más cercanos a la industria son financiados por los Ministerios de Industria y de Defensa y los proyectos de investigación a desarrollar por centros públicos de investigación se financian a través de los Programas del Plan Nacional más afines. El presupuesto dedicado a este Programa por el Ministerio de Defensa para el periodo 1988-1990 es de 1.315,8 MPTAS.

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 las relacionadas con los Programas de Nuevos Materiales y Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.

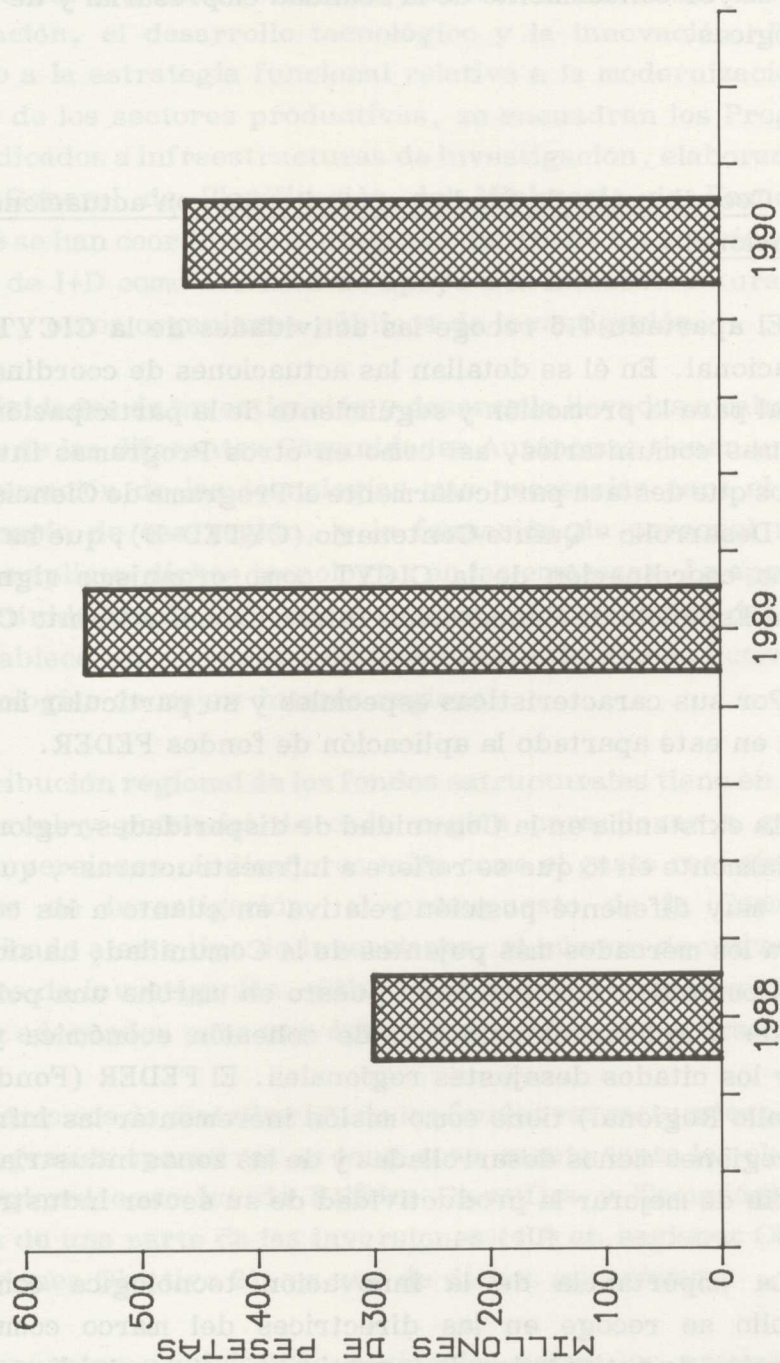
El Programa COINCIDENTE también ha impulsado programas de formación destinados a satisfacer necesidades planteadas por las industrias que trabajan en las nuevas tecnologías antes mencionadas, que han sido financiados por la Subdirección General de Tecnología e Investigación del Ministerio de Defensa.

Por otra parte, también cabe señalar la creciente participación de las asociaciones de investigación empresariales en los Programas y acciones del Plan Nacional. Dichas asociaciones de investigación son entidades sin fin lucrativo y con personalidad jurídica propia constituidas por las empresas de un sector con la finalidad de realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico en interés y beneficio de sus asociados. Están reguladas por el Decreto de creación de las mismas (1765/1961 de 22 de septiembre), modificado posteriormente por los Decretos 571/1966 de 3 de marzo, 1012/1970 de 9 de abril y Real Decreto 2516/1980 de 17 de octubre; en la Secretaría General del Plan Nacional está situado el Registro Nacional de Asociaciones de Investigación.

Con la puesta en marcha del Plan Nacional de I+D se produjo una modificación sustancial en cuanto al apoyo económico de estas entidades; de recibir una subvención directa anual han pasado a participar en las convocatorias de proyectos de investigación e infraestructura de los Programas correspondientes del Plan Nacional de I+D; ello ha supuesto un desafío para estas entidades, que realizan un esfuerzo considerable en orden a desarrollar las nuevas tecnologías aplicables a los sectores que representan, que son en general tradicionales, como calzado, textil, madera y muebles, juguetes, conservas vegetales, equipos mineros, etc. (Gráfico 4.4.3).

Puesto que la necesidad de profundizar de forma creciente en algunas de estas tecnologías exige un mayor conocimiento científico y equipos sofisticados, se consideró aconsejable promover una mayor comunicación de las asociaciones de investigación con los grupos de investigación de los centros públicos de investigación a través de la red

GRAFICO 4.4.3: EVOLUCION DE LA FINANCIACION APLICADA A ASOCIACIONES DE INVESTIGACION DESDE EL FONDO NACIONAL PARA LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA



OTRI/OTT, razón por la cual aquéllas que lo han solicitado han sido integradas en la misma (11 en 1990). Así, estas entidades más cercanas a las empresas, se constituyen en elementos de interfase entre centros públicos de investigación y empresas, enriqueciendo la red OTRI/OTT con su mayor conocimiento de la realidad empresarial y de sus demandas tecnológicas.

4.4.3. Coordinación de fondos comunitarios con actuaciones de ámbito nacional

El apartado 4.5 recoge las actividades de la CICYT en el ámbito internacional. En él se detallan las actuaciones de coordinación interministerial para la promoción y seguimiento de la participación española en Programas comunitarios, así como en otros Programas internacionales, entre los que destaca particularmente el Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - Quinto Centenario (CYTED-D), que ha implicado una estrecha coordinación de la CICYT como organismo signatario con la Agencia Española de Cooperación Internacional y Quinto Centenario.

Por sus características especiales y su particular importancia, se tratará en este apartado la aplicación de fondos FEDER.

La existencia en la Comunidad de disparidades regionales notables -especialmente en lo que se refiere a infraestructuras-, 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) tiene como misión 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.

En el eje 5 del marco de apoyo comunitario, dedicado a infraestructuras de apoyo a la actividad económica, se formula una mención especial a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. En este subeje, ligado a la estrategia funcional relativa a la modernización y el reforzamiento de los sectores productivos, se encuadran los Programas operativos dedicados a infraestructuras de investigación, elaborados por la Dirección General de Planificación del Ministerio de Economía y Hacienda, que 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.

Las actividades de investigación y desarrollo llevadas a cabo en las universidades de las diferentes Comunidades Autónomas tienen un doble efecto: la generación de las tecnologías más necesarias para el sector productivo propio de esa región, y la formación de personal técnico cualificado que aplique dichas tecnologías en las empresas. La aproximación de las actividades de I+D universitarias a los usuarios del sector industrial establece un mecanismo de orientación de dichas actividades hacia las tecnologías de mayor interés regional.

La distribución regional de los fondos estructurales tiene en cuenta la capacidad real y potencial de cada región para llevar a cabo su Programa de inversiones. Indicadores tales como el gasto real ejecutado en actividades de investigación, el presupuesto de la Comunidad Autónoma dedicado a este tipo de inversiones, el número de universidades, de centros de investigación -públicos o privados-, de investigadores, etc., son adecuados para una óptima asignación de recursos.

Los mecanismos de distribución de los fondos estructurales admiten que en los Programas operativos se tengan en cuenta tanto los objetivos de política regional como los de Política Científica y Tecnológica. La cofinanciación de una parte de las inversiones (40% en regiones Objetivo 1 y 50% en regiones Objetivo 2), es uno de dichos mecanismos.

Las propuestas e iniciativas regionales sobre los proyectos de interés se han canalizado a través de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, que las ha integrado dentro de los objetivos del Plan Nacional.



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, la Secretaría de Hacienda del 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).

La carencia de una base adecuada de investigación en las regiones Objetivo 1 constituye un fuerte obstáculo a la modernización tecnológica de su sector productivo. Situación agravada por el escaso potencial tecnológico de las empresas situadas en ellas.

Por tal motivo, en la elaboración del Programa operativo en las regiones Objetivo 1 los esfuerzos se han dirigido a la creación y mejora de una infraestructura científica básica, capaz de potenciar la formación del personal cualificado, y de facilitar la difusión y transferencia de tecnología a través de una adecuada red de servicios tecnológicos. La aproximación entre las empresas y los Centros Públicos de Investigación, se ha considerado esencial para iniciar el proceso de innovación tecnológica que precisan dichas regiones.

El presupuesto global del Programa operativo asciende a 17.767 MPTA para el período 1990-1992 e incluye las siguientes acciones:

- Modernización y consolidación de instalaciones de investigación ya existentes (20%).
- Creación de nuevas instalaciones de especial interés para el desarrollo regional (35%).
- Dotación de equipamiento científico de uso específico para grupos de excelencia (30%).
- Dotación de equipamiento científico de uso común y de servicios de apoyo a la investigación, equipamiento informático, fondos de bibliotecas, etc. (15%).

La potenciación de los servicios generales de investigación de los centros universitarios a través de la dotación de infraestructura

financiada por los fondos estructurales se integra en el marco global de la política de articulación del Sistema español de Ciencia-Tecnología-Industria impulsada por el Plan Nacional.

Para las zonas Objetivo 2 el Marco Comunitario de Apoyo incluye como un eje prioritario, la investigación y desarrollo a través de equipamiento científico y de la formación, habiendo destinado al mismo 6.760 MPTA.

La recuperación económica y la reconversión de regiones afectadas por el Objetivo 2 exige, tanto la modernización tecnológica y diversificación de su estructura productiva como una ampliación de su base económica. Las medidas dirigidas al desarrollo de su potencial, al apoyo de las pequeñas y medianas empresas y a facilitar la difusión tecnológica en el tejido empresarial existente son de indudable transcendencia para la consecución de dichos objetivos. La introducción de nuevas tecnologías de fabricación permitirá elevar su productividad y adaptar sus sistemas productivos a la fabricación de nuevos productos o a la introducción de innovaciones en los mismos.

En este sentido, 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.

El Marco Comunitario de Apoyo asigna a este eje de actividad la cantidad de 6.760 MPTA para las regiones incluidas en el Objetivo 2: Cataluña, Aragón, Madrid, Navarra, Rioja, Cantabria y País Vasco.

La introducción de las nuevas tecnologías en el tejido productivo de estas regiones ha constituido un objetivo prioritario en la elaboración del Programa, y con este fin se han potenciado los centros de alta tecnología, en temas de especial interés para las regiones afectadas.



En este Programa operativo se han apoyado la consolidación del Centro Nacional de Microelectrónica y del Instituto de Ciencia de Materiales de Cataluña, así como la creación de un nuevo Instituto de Inteligencia Artificial en esta misma Comunidad; la potenciación del Instituto de Materiales en Aragón, y la creación de un Centro Técnico de Alimentos en Madrid.

El Programa incluye, además de estas medidas de carácter sectorial, otras acciones más horizontales dirigidas al sector productivo, tales como la dotación de infraestructura de apoyo a la investigación en Universidades de Cataluña, Madrid y Navarra.

El Programa operativo FEDER para regiones Objetivo 2, 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. No se ha incluido en el Programa el País Vasco, por haber presentado el suyo con anterioridad, ni Cantabria, por haber canalizado su cuota regional hacia proyectos de medio ambiente.

La aplicación de fondos para el período 1990-1991 incluye los siguientes conceptos:

- Modernización y consolidación de instalaciones de investigación ya existentes (7%).
- Creación y consolidación de instalaciones de especial interés para el desarrollo regional (60%).
- Dotación de equipamiento científico de uso específico para grupos de excelencia (15%).
- Dotación de equipamiento científico de uso común y de servicios de apoyo a la investigación, equipamiento informático, fondos de biblioteca, etc. (18%).

En este contexto, conviene señalar que la Comunidad Europea se reserva un 15% de los fondos estructurales para el desarrollo de sus propias iniciativas. Dentro de estas iniciativas de interés comunitario, durante 1990 se han puesto en marcha varios Programas, tales como el

ENVIREG, el INTERREG, el REGIS y el STRIDE, para la mejora, respectivamente, de infraestructuras relacionadas con la protección del medio ambiente, de las relaciones interfronterizas, del desarrollo regional en áreas ultraperiféricas, o bien de las infraestructuras de investigación y desarrollo próximas al sector productivo.

El Programa STRIDE se aprobó el 4 de agosto de 1990 y está dotado con 400 MECU para el período 1991-1993, de los cuales alrededor de 136 (17.000 MPTA) corresponden a España; 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.

El especial énfasis de los objetivos del Programa hacia el fomento del desarrollo tecnológico industrial sugiere que los proyectos que deban incluirse en el mismo han de estar estrechamente vinculados al sector productivo e inmersos en el entramado empresarial de las propias regiones. Con el fin de garantizar en todo momento la coordinación entre las diferentes administraciones competentes en este campo, la Dirección General de Planificación del Ministerio de Economía y Hacienda ha arbitrado un mecanismo para la elaboración de las propuestas en el que participan, por parte de la Administración Central, la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Industria y Energía y la Secretaría General del Plan Nacional de I+D y, por parte de las Administraciones Autonómicas, los departamentos equivalentes.

Este sistema garantiza en todo momento la coordinación de los proyectos con las políticas de las diferentes administraciones. Las acciones que se incluyen en este Programa, que ha sido presentado ante la Comisión Europea en febrero de 1991, se encuadran en los siguientes apartados:

Mejora de la infraestructura científica (zonas Objetivo 1)

Se propone potenciar las instalaciones de investigación tanto de universidades o centros públicos como de empresas o asociaciones de investigación empresariales con actividades de I+D.

Son objetivos prioritarios aquellos proyectos que impliquen una mejora de la capacidad investigadora en áreas próximas a los sectores productivos más idóneos para cada región, así como los que tengan como objetivo la protección del medio ambiente o la explotación de los recursos naturales.

Igualmente tienen preferencia los proyectos de carácter institucional que supongan una sustancial mejora de la capacidad investigadora del centro u organismo donde vayan a aplicarse las ayudas STRIDE.

Las áreas temáticas prioritarias se han definido de acuerdo con los objetivos del Plan Nacional:

- Tecnologías Avanzadas de la Producción
- Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
- Ciencia de los Materiales
- Tecnologías Agroalimentarias
- Protección del Medio Ambiente
- Explotación de Recursos Naturales

Teniendo en cuenta la importancia del sector público en las actividades de investigación y desarrollo dentro del sistema español de ciencia y tecnología, las actuaciones en este eje se realizan en dos niveles: un primer nivel, más básico, en Centros Públicos de Investigación que, aprovechando la estructura extendida del sistema, permita el acceso a unos servicios básicos de investigación al mayor número de empresas posible; y un segundo nivel, más aplicado, y más próximo al sector productivo para mejorar la dotación de infraestructura científica de las asociaciones de investigación empresariales.

Acciones de formación

Los análisis sobre el factor tecnológico muestran que los recursos humanos cualificados suponen uno de los factores esenciales para un adecuado desarrollo tecnológico de las empresas. La escasez de personal

investigador en las empresas españolas ha orientado algunas de las actuaciones fundamentales del Plan Nacional, entre las cuales cabe citar la formación de personal investigador especializado en áreas de potencial interés industrial.

Para evitar posibles solapamientos y para que las acciones que se integren en el STRIDE se ajusten más a sus propios objetivos, se debe potenciar la formación de personal en un nivel más próximo a la aplicación de las nuevas tecnologías que al desarrollo de las mismas. En tal sentido, en el STRIDE se incluyen acciones de difusión de tecnologías específicas que, de acuerdo con las necesidades de cada región, permitirán la formación de técnicos de nivel medio capaces de ponerlas en práctica en sus propias líneas de producción.

Acciones de transferencia de tecnología a través de Programas europeos

Se trata de estimular la participación de los grupos de investigación nacionales en los Programas comunitarios. A través de la red OTRI/OTT se pretende mejorar la información sobre dichos Programas, y facilitar los aspectos administrativos de la participación.

Finalmente, dentro de este apartado puede destacarse la creación del Grupo Activador de la Microelectrónica en España.

Como ya se ha expuesto en el epígrafe 4.3 donde se analizan los Programas Nacionales, 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 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's), 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.

Las tres líneas de actividad consideradas marcan tres diferentes niveles de madurez en las respectivas tecnologías. Si la primera, la de los ASIC, constituye una tecnología madura pero ausente en nuestro país, la segunda puede constituir una verdadera especialización industrial para España, dada la ausencia de verdaderos líderes de la misma en Europa. La tercera, por el contrario, es la de mayor riesgo tecnológico pero, sin duda, con un gran futuro industrial. Por ello los diferentes entornos de I+D de nuestro país tienen diferentes posibilidades de acercarse a la acción GAME.

Conviene señalar que GAME hace y hará uso de los recursos materiales y humanos nacidos de anteriores esfuerzos de la Administración y la Industria, y asimismo contribuirá a su potenciación. Acercar la Universidad y otros organismos públicos y privados a las empresas es un objetivo prioritario de GAME. Con ello los primeros tendrán conocimiento directo de las necesidades tecnológicas reales y los segundos dispondrán de medios que, en muchos casos les serían inaccesibles. Para GAME esta colaboración es un pilar básico para una sólida capacitación técnica que permita a España participar con provecho en los Programas microelectró-

nicos futuros. En conclusión, GAME es una acción pionera de coordinación Industria-Administración española-CE que pudiera ser el germen de otras actuaciones similares.

4.5. Actuaciones de la CICYT en el ámbito 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 4.5.1 muestra la correlación entre los Programas del Plan Nacional, los Programas específicos del II Programa Marco de la CE y los Programas internacionales. Su examen permite deducir que se ha realizado un notable esfuerzo en la puesta en funcionamiento del mandato específico previsto en el artículo 130H del Tratado de la CEE sobre la coordinación de las políticas y Programas Nacionales de investigación. Esta coordinación es muy necesaria debido a la importancia que tiene la creación de un marco científico y tecnológico europeo con la entrada en vigor del Mercado Unico, la reducción de la dependencia europea de la tecnología externa y el aumento de la competitividad industrial europea. 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 Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, se ha procedido a la racionalización de la situación que existía con anterioridad a 1988. Así, de manera general, se ha encomendado la gestión de la participación española en Programas internacionales a los organismos que tenían asignada la gestión del Programa Nacional homólogo.

CUADRO 4.5.1: CORRELACION ENTRE PROGRAMAS NACIONALES, COMUNITARIOS E INTERNACIONALES DE I+D

AREAS	PROGRAMAS NACIONALES	SEGUNDO PROGRAMA MARCO	LINEA	PROGRAMAS INTERNACIONALES
		PROGRAMAS ESPECIFICOS		
TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION Y DE LAS COMUNICACIONES	Automatización Avanzada y Robótica	ESPRIT BRITE-EURAM	2 3	EUREKA CYTED-D
	Investigación Espacial			AGENCIA ESPAÑOLA EUROPEA(ESA)
	Microelectrónica	ESPRIT	2	FUENTE EUROPEA DE RADIACION SINCROTRON (ESRF) EUREKA CYTED-D
	Nuevos Materiales	BRITE-EURAM	3	ACCIONES COST FUENTE EUROPEA RADIACION SINCROTRON (ESRF) INST.M.V.LAUE-P.LANGEVIN(ILL) LURE LAB. DARESBUY CYTED-D EUREKA
	Tecnología de la Información y de las Comunicaciones	ESPRIT, RACE, DRIVE, DELTA, AIM BRITE-EURAM	2 3	EUREKA ACCIONES COST
	Química Fina	BRITE-EURAM	3	CYTED-D
	Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional	ESPRIT BRITE-EURAM	2 3	
CALIDAD DE VIDA Y RECURSOS NATURALES	Biotecnología	BRIDGE, ECLAIR, FLAIR SALUD BIOTECNOLOGIA	4 1 4	LANGEVIN (ILL) FUENTE EUROPEA DE RADIACION SINCROTRON (ESRF) ACCIONES COST CYTED-D EUREKA LABORATORIO EUROPEO DE BIOLOGIA MOLECULAR (EMBL) ORGANIZACION EUROPEA DE BIOLOGIA MOLECULAR (EMBO) COMISION ECONOMICA PARA EUROPA (CEPE) ORGANIZACION PARA COOPERACION Y DESARROLLO ECONOMICO (OCDE)
	I+D Farmacéuticos	SALUD BIOTECNOLOGIA	1 4	LABORATORIO EUROPEO DE BIOLOGIA MOLECULAR (EMBL) ORGANIZACION EUROPEA DE BIOLOGIA MOLECULAR (EMBO) CYTED-D FUENTE EUROPEA DE RADIACION SINCROTRON (ESRF)
	Salud	SALUD MEDICINA PREDICTIVA AIM STD-2	1 2 6	FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF) FUENTE EUROPEA DE RADIACION SINCROTRON (ESRF) ACCIONES COST
	Investigación Agrícola	INVESTIGACION AGRICOLA	4	EUREKA
	Investigación y Desarrollo Ganadero	ECLAIR STD-2	4 6	ACCIONES COST
	Recursos Marinos y Acuicultura	MAST INVESTIGACION EN EL SECTOR PESQUERO	7 7	CYTED-D ACCIONES COST FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF)
	Tecnologías de Alimentos	ECLAIR FLAIR STD-2	4 4 6	ACCIONES COST CYTED-D EUREKA
	Recursos Geológicos	MATERIAS PRIMAS Y RECICLADO JOULE	3 5	ORFEUS PROGRAMA PERFORACION DEL OCEANO (ODP) FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF)
	Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales	MATERIAS PRIMAS Y RECICLADO STEP, EPOCH STD-2	3 1 6	FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF)
	Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental	STEP, EPOCH STD-2	1 6	FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF) EUREKA ACCIONES COST
SOCIO-CULTURALES	Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina			
	Investigación sobre el Deporte			
	Patrimonio Histórico			FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF)
ACCIONES HORIZONTALES Y ESPECIALES	Problemas Sociales y Bienestar Social			FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF)
	Formación de Personal Investigador	SCIENCE	8	ORGANIZACION EUROPEA BIOLOGIA MOLECULAR (EMBO) FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF)
	Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico	VALUE	8	
	Interconexión Recursos Informáticos			ACCIONES COST
	Física de Altas Energías			CENTRO EUROPEO DE INVESTIGACION NUCLEAR (CERN)
	Antártida	STEP-EPOCH MAST	1 7	FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF)

El proceso de racionalización ha incluido, asimismo, las propuestas efectuadas por los organismos de gestión españoles en cuanto a la designación de representantes en los Comités de los Programas internacionales para su aprobación por la CICYT y su posterior acreditación -a través de los órganos competentes del Ministerio de Asuntos Exteriores- ante el Organismo internacional correspondiente. De esta forma se ha dado cumplimiento a lo establecido en el punto Dos d) del referido artículo 8 de la Ley 13/86.

La Secretaría General del Plan Nacional ha desarrollado una estructura que le permite llevar a cabo la coordinación de la labor desempeñada por 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, a fin de conseguir una mayor y mejor participación española en los Programas internacionales. 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.

El tipo de información recopilado varía sensiblemente de un Programa a otro. Si bien los retornos económicos obtenidos por los equipos participantes en Programas internacionales son un dato de indudable interés en un área como la I+D y en un país con un desarrollo científico y tecnológico como España, el efecto de arrastre que la colaboración con grupos y empresas líderes europeos puede tener para los españoles, supone unos retornos intangibles tan importantes como los meramente económicos para el fortalecimiento de un Sistema de Ciencia y Tecnología competitivo en España. Por todo ello, se ha dedicado un esfuerzo importante a diseñar y poner en funcionamiento bases de datos que recojan información sobre nuestra participación en Programas internacionales. En esta primera etapa se ha dedicado especial atención a los proyectos del II Programa Marco de I+D con participación de grupos españoles; en un futuro próximo se extenderá a los proyectos del III Programa Marco, así como a otros Programas internacionales.

4.5.1. 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.

Desde el momento en el que en los distintos foros comunitarios empezaron a examinarse los documentos de trabajo relativos al II Programa Marco, España apoyó decididamente aquellas líneas en las que se podrían obtener retornos tecnológicos más sustanciales, teniendo en consideración nuestra potencialidad en I+D, el desarrollo económico y social del país y la deseable concordancia entre los objetivos expresados en la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica y las orientaciones de la I+D comunitaria.

En este contexto, se prestó especial atención a la definición del contenido científico y técnico de los Programas no contemplados en el I Programa Marco y que podían ser importantes para conseguir los objetivos antes descritos. Tal fue el caso de los Programas de la Línea 7: Ciencia y Tecnología Marinas e Investigación en el Sector Pesquero. Asimismo, se apoyaron otras líneas que, a la vista de la experiencia del I Programa Marco, podían contribuir al incremento de la participación de las pequeñas y medianas empresas españolas; tal es el caso de la Línea 3: Modernización de los sectores industriales y más concretamente, el Programa BRITE/EURAM. En cuanto a las restantes áreas, la delegación española negociadora incidió especialmente en la definición de las correspondientes a Calidad de Vida, y más particularmente a las sublíneas Medicina y Salud y Medio Ambiente, y a Recursos biológicos en todas sus sublíneas.

Además, es interesante destacar la importancia que tuvo la presidencia española de la Comunidad, durante el primer semestre de 1989, para el desarrollo del II Programa Marco de I+D. Durante este período se dio un gran impulso a la adopción o, en su caso, acuerdo de posición común de los Programas específicos. En términos económicos, los 14 Programas adoptados (Radioprotección, BRITE/EURAM, ECLAIR, FLAIR, Clausura de Instalaciones Nucleares, TELEMAR, 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 que representa el 22% de los 5.396 MECU previstos como presupuesto total para el II Programa Marco.

Esta tarea se ha desarrollado gracias al apoyo de los diferentes Centros Directivos de la Administración con responsabilidades en I+D, del Servicio Exterior del Estado y de la Representación Permanente ante las Comunidades Europeas; todos ellos han contribuido a la adecuada fluidez en la fijación de la posición española, que se ha visto reflejada en la rápida adopción de los Programas.

Por lo que respecta al impacto del II Programa Marco en el diseño del Plan Nacional, en el Cuadro 4.5.1 puede apreciarse el paralelismo entre los Programas específicos comunitarios y gran parte de los Programas Nacionales, así como las claras convergencias entre sus objetivos y sus temáticas. España ha definido, pues, sus prioridades científicas y tecnológicas atendiendo no sólo a sus necesidades internas sino también a las acciones comunitarias plasmadas en el II Programa Marco. En esta línea, ha sido un objetivo fundamental promover y potenciar la participación de OPI, universidades y empresas españolas en los Programas comunitarios, con las beneficiosas sinergias que ello produce en el Sistema de Ciencia y Tecnología, las cuales permitirán mejorar la competitividad en el Mercado Unico de 1993.

No es menos importante la labor de la presidencia española en el proceso de interrelación entre el II y el III Programa Marco; con vistas a la revisión del II Programa Marco, se discutieron las bases para una reorientación temática y para la fijación del marco presupuestario dentro del cual había de delimitarse necesariamente la citada revisión. Para el Gobierno español, cuatro puntos han sido esenciales para el avance hacia una dimensión europea del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico:

- Incidencia de las acciones comunitarias de investigación y desarrollo sobre el incremento de la competitividad industrial.
- Impacto de estas acciones sobre la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.
- Efecto que estas actividades producen en la cohesión económica y social de la Comunidad.
- Contribución al incremento de la calidad de la ciencia europea como recurso fundamental del presente y del futuro.

Por su parte, el Comité de Expertos para la revisión del II Programa Marco formuló una serie de recomendaciones y sugerencias sobre acciones futuras coincidentes, en gran medida con la postura que España ha mantenido a este respecto:

- El Programa Marco debe ser considerado como una parte integral de la formulación y ejecución de las políticas comunitarias en todos los campos.
- Siguiendo el principio de subsidiariedad, la relación entre el Programa Marco y los Programas Nacionales debe abarcar los aspectos de armonización, complementariedad y concertación.
- El principio de cohesión debe responder de forma equilibrada a las exigencias y necesidades de todos los Estados miembros -y no sólo de los más avanzados-, respetando siempre la calidad científica, puesto que cohesión y excelencia son compatibles.
- Debe mantenerse el principio de precompetitividad en la I+D comunitaria.
- Debe favorecerse el efecto sinérgico de la cooperación en Ciencia-Tecnología con otras organizaciones europeas: EUREKA, EMBO, CERN, ILL, COST.
- Es importante favorecer la investigación básica y exploratoria y la creciente comunicación e intercambio de información entre los científicos europeos, con el establecimiento de redes y con una mejor explotación del potencial del sistema universitario europeo, así como con una formación cualificada de científicos e ingenieros de medio y alto nivel.
- Debe facilitarse la participación de las PYMES en los Programas comunitarios de I+D y su acceso a los resultados de los mismos.

A la vista de estas orientaciones y tras intensos debates en los foros comunitarios, el III Programa Marco de I+D (1990-1994), adoptado por Decisión del Consejo de Ministros de 23 de abril de 1990, cuyas actuaciones se iniciarán previsiblemente en 1991, se caracteriza por la agrupación de las actividades en torno a un número limitado de ejes estratégicos, que darán a la actuación comunitaria pertinencia, concentración y flexibilidad de gestión. 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. En el Cuadro 4.5.2 se muestra la correlación entre las actividades del II y del III Programa Marco.

La posición española en la definición del III Programa Marco ha apoyado la concentración de recursos en el área precompetitiva. En el Cuadro 4.5.3 se muestra la situación actual de los distintos Programas específicos del III Programa Marco. A este respecto, conviene señalar que dada la programación deslizando, quedan todavía fondos del II Programa Marco no comprometidos, que hay que añadir a los anteriores.

Durante la fase de aprobación del III Programa Marco, y en la actual fase de discusión de los contenidos de los Programas específicos, España ha dado una prioridad especial a la línea 2 de Tecnologías Industriales y de los Materiales, dada la estructura de la industria española; de esta forma, se trata de favorecer al máximo la participación de la industria española, en particular de las PYME, y reducir al mínimo los problemas de competitividad que puede implicar el establecimiento del Mercado Interior; asimismo, se intenta no sólo potenciar la industria de tecnologías punteras, sino también mejorar la industria tradicional.

Otra de las prioridades defendidas con énfasis por el Gobierno español ha sido la inclusión en el III Programa Marco de la línea Capital Humano y Movilidad. Es evidente que los países comunitarios que no desarrollen o pongan en práctica medidas que aseguren la disponibilidad de mano de obra cualificada y una oferta de empleo adecuada sufrirán graves deficiencias. Con la aplicación del principio de cohesión que debe regir la Política Científica de la Comunidad, se deben evitar desequilibrios importantes dentro de los países que la integran y tratar de que el incremento de movilidad no produzca concentración excesiva de mano de obra muy cualificada en las regiones más desarrolladas, y, por tanto con mayor oferta de empleo, y una escasez de la misma en las regiones de economía más débil.

La importancia del capital humano español en el contexto comunitario -con un número de universitarios superior al millón- ha orientado la política del Gobierno español en el proceso de aprobación del Programa específico Capital Humano y Movilidad. Se intenta que dicho Programa



CUADRO 4.5.2: 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
I. TECNOLOGÍAS DE DIFUSION			
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
Subtotal	3.109	Subtotal	3.120
II. GESTION DE LOS RECURSOS NATURALES		1. Calidad de Vida	375
3. Medio Ambiente	518	4. Explotación y aprovechamiento de los recursos biológicos	280
4. Ciencias y Tecnologías de los seres vivos	742	5. Energía	1.173
5. Energía	814	6. Ciencia y Tecnología al Servicio del Desarrollo	80
Subtotal	2.073	7. Aprovechamiento del lecho marino y evaluación de los recursos marinos	80
		Subtotal	1.988
III. APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS INTELECTUALES			
6. Capital Humano y Movilidad	518	8. Intensificación de la cooperación europea C/T	288
TOTAL	5.700	TOTAL	5.396

CUADRO 4.5.3: SITUACION DE LOS PROGRAMAS ESPECIFICOS DEL III PROGRAMA MARCO

PROGRAMAS ESPECIFICOS	DOCUMENTO COMISION	INFORME CAM/COG/GRUPO AD-HOC CREST		DICTAMEN DEL CREST	GRUPO TRABAJO INVESTIGACION, CUESTIONES ATOMICAS		PARLAMENTO EUROPEO	CONSEJO MINISTROS	CONSEJO EUROPEO	CONSEJO MINISTROS	CONSEJO EUROPEO
		ORAL	ESCRITO		ENMIENDAS	EXAMEN COM	BORRADOR POSICION COMUN	1ª LECTURA	2ª LECTURA	POSICION COMUN	MINISTROS ADOPCION
1. TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION	COM(90) 153 F	12-07-90	25-10-90	CREST/1224/90		17-12-90		ENERO 91			
2. TECNOLOGIAS DE LAS COMUNICACIONES	COM(90) 154 F	12-07-90	12-07-90	CREST/1210/90	CREST/1210/90/REV 2	17-12-90		ENERO 91		21-12-90	
3. TELEMATICA	COM(90) 155 F	12-07-90	12-07-90	CREST/1212/90	CREST/1212/90/REV 2	14-12-90	Varias reuniones	NOV. 90		21-12-90	
4. TECNOLOGIAS INDUSTRIALES Y DE LOS MATERIALES	COM(90) 156 F	13-07-90	18-09-90	CREST/1213/90	CREST/1213/90/REV 2	17-12-90		NOV. 90			
5. MEDIDAS Y PRUEBAS	COM(90) 157 F	13-07-90	13-07-90	CREST/1214/90	CREST/1214/90/REV 2			ENER/FEB 91			
6. MEDIO AMBIENTE	COM(90) 158 F	12-07-90	13-07-90	CREST/1216/90	CREST/1216/90/REV 2	14-12-90	Varias reuniones	NOV. 90		21-12-90	
7. C/T MARINAS	COM(90) 159 F	12-07-90	13-07-90	CREST/1211/90	CREST/1211/90/REV 2		Varias reuniones	ENER/FEB 91		21-12-90	
8. BIOTECNOLOGIA	COM(90) 160 F	13-07-90	01-08-90								
9. INVEG. AGRICOLA Y AGROINDUSTRIAL	COM(90) 161 F	13-07-90	01-08-90					ENER/FEB 91			
10. INVEG. BIOMEDICA Y SALUD	COM(90) 162 F	14-07-90	20-09-90		CREST/1225/90/	17-12-90		ENERO 91			
11. STD	COM(90) 163 F	14-06-90	14-06-90	CREST/1207/90	CREST/1207/90/REV 2	08-10-90	Varias reuniones	NOV. 90		21-12-90	
12. ENERGIAS NO NUCLEARES	COM(90) 164 F	13-07-90	13-07-90	CREST/1215/90				ENERO 91			
13. FISION NUCLEAR	COM(90) 343 F										
14. FUSION NUCLEAR	COM(90) 441 F					22-10-90					
15. CAPITAL HUMANO Y MOVILIDAD	COM(90) 165 F			CREST/1208/90	CREST/1208/90/REV 1	Varias reuniones					

Nota: los datos se refieren a marzo de 1991

apoye sobre todo la formación y la movilidad de investigadores y potencie la creación de redes de equipos y laboratorios de investigación que desempeñen un papel primordial en la formación de investigadores.

4.5.2. Promoción y seguimiento de la participación española en Programas Comunitarios

Con objeto de realizar un adecuado y eficaz seguimiento de la financiación obtenida por España en los Programas comunitarios, la Secretaría General del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico ha desarrollado una aplicación informática que recoge los datos técnicos y económicos de todos los proyectos aprobados por la Comisión dentro de los respectivos Programas específicos en los que existe al menos un participante español.

En esta tarea se ha contado con la inestimable colaboración de los organismos de la Administración encargados de la gestión de los Programas específicos del II Programa Marco y la de los representantes en los Comités de Gestión y Coordinación o Asesores de la Comisión. Dichos organismos y los representantes nacionales en los citados Comités han facilitado la información necesaria a través de informes o por medio de la cumplimentación de unas fichas reflejadas posteriormente en el soporte informático.

La participación española en el II Programa Marco de I+D, todavía vigente, 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 que los grupos españoles colaboren en proyectos de I+D junto con otros grupos europeos de alto nivel, lo cual tiene una importancia capital para España, que hasta ahora no ha tenido una gran tradición investigadora en el sector industrial.

Cabe destacar también la formación de personal investigador, el intercambio de conocimientos como consecuencia de la movilidad y la posibilidad de las PYME para participar en proyectos de investigación y desarrollo conjuntamente con empresas europeas.

En el Cuadro 4.5.4 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 ostensiblemente 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 carácter industrial pronunciado ha existido participación española en más del 20% de los proyectos aprobados, en gran proporción a cargo de las PYME, lo que sin duda tendrá un efecto movilizador importante ante el III Programa Marco. Entre los Programas con fuerte participación española cabe citar el Programa BRITE/EURAM, de gran incidencia en los sectores productivos.

El Gráfico 4.5.1 muestra el porcentaje de proyectos con participación española en los que también participan grupos de otros países comunitarios. Como puede observarse, Francia, Reino Unido, República Federal de Alemania e Italia son los socios con los que más frecuentemente colaboran los grupos españoles.

Una indicación cualitativa del papel que desempeñan los grupos españoles puede obtenerse a partir de la distribución de líderes de proyecto por países. El Gráfico 4.5.2 muestra que el 14% de los proyectos con participación española están liderados por un grupo español, lo que pone de manifiesto el buen nivel de España en algunas de las áreas contenidas en el II Programa Marco. Asimismo, hay que resaltar que las calificaciones medias obtenidas por los proyectos con participación española son equiparables a las del conjunto de la CE, lo que refuerza la conclusión de que los grupos españoles son competitivos en Europa.

En aquellas áreas en las que la competitividad española era limitada se han conseguido acciones especiales para reforzar nuestra participación. Un ejemplo significativo es el de Microelectrónica, en el que la Secretaría General del Plan Nacional de I+D, la Dirección General de Electrónica y Nuevas Tecnologías (MINER) y la Dirección General XIII de la Comisión han firmado un acuerdo por el que se ha concedido a España la citada acción especial GAME por un total de 8 MECU, dentro del marco del Programa ESPRIT; en este caso, cabe resaltar, más que el importe de la acción propiamente, lo que ella supone en sí misma.

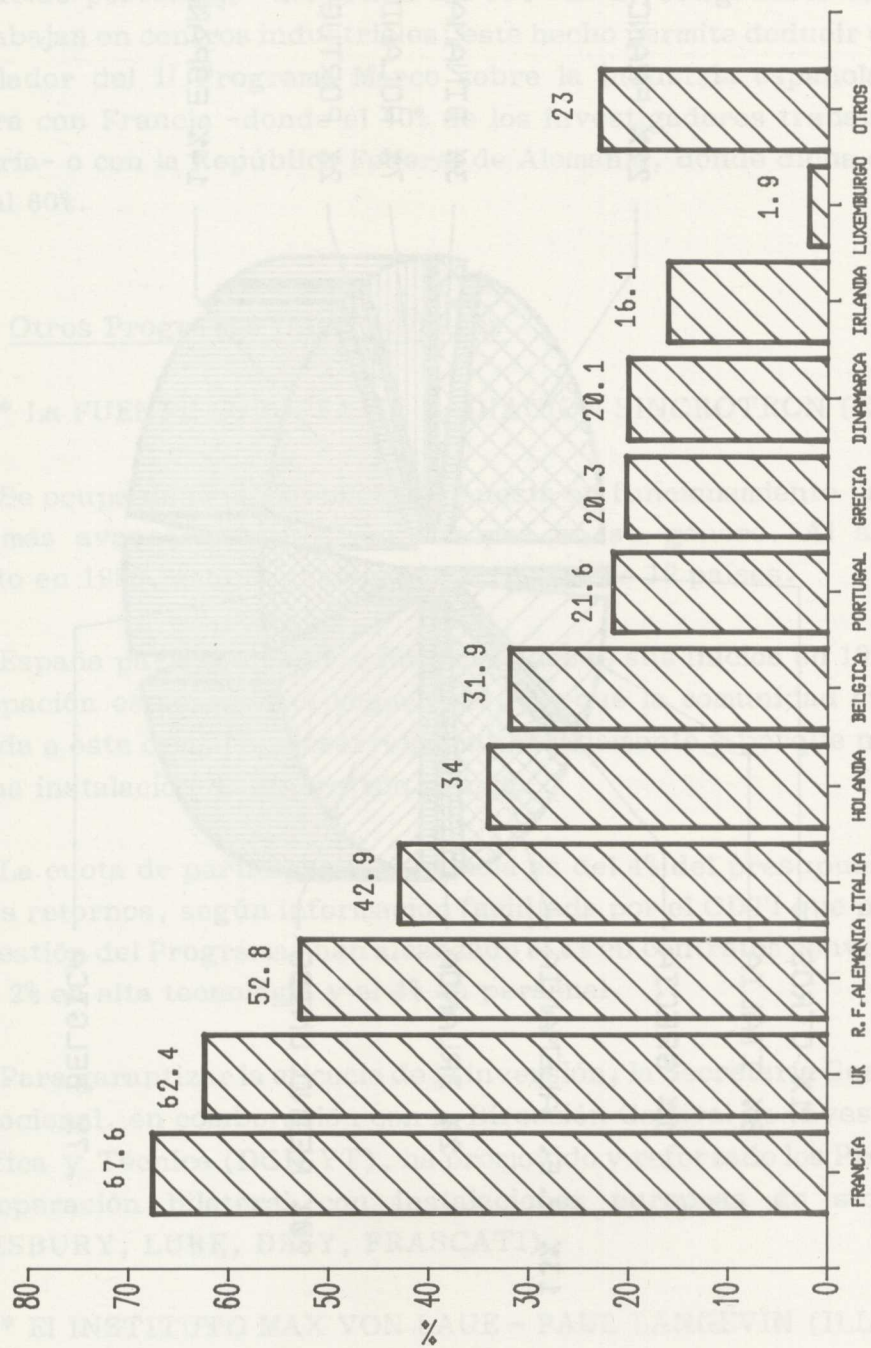
CUADRO 4.5.4.: PARTICIPACION ESPAÑOLA EN PROGRAMAS COMUNITARIOS DE I+D

PROGRAMA Y ACCION II PROGRAMA MARCO	FONDOS REPARTIDOS EN LAS CONVOCATOR.	TOTAL FINANC. CONCEDIDA A ESPAÑA ECU	%	FINANCIACION CONCEDIDA A ESPAÑA 1990 ECU	TOTAL DE PROYECTOS APROBADOS	TOTAL PROV. PARTICIPACION ESPAÑOLA	PROV. CON PARTICIP. ESPAÑ. 1990
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-TIP	300.000.000	2.906.343	1,0	2.906.343	2	2**	-
ESPRIT II-VLSI SKILLS	12.000.000	902.000	7,5	-	1	1	100,0
RACE-I	336.342.000	15.549.200	4,6	-	54	24	44,4
RACE-II	148.485.000	5.292.900	3,6	5.292.900	34	14	41,2
DRIVE	50.056.000	1.950.272	3,9	-	72	13	18,1
DELTA	17.750.000	309.700	1,7	-	30	6	20,0
AIM	16.257.216	1.064.930	6,5	-	43	11	25,6
BRITE/EURAM I	183.000.000	12.542.670	6,8	-	163	41	25,1
BRITE/EURAM II ***	222.000.000	16.100.000	7,2	16.100.000	148	37	25,0
BRITE/EURAM:Inv. Aeronáutica	17.750.000	309.700	1,7	-	30	6	20,0
BCR	-	-	-	-	224	20	8,9
FOREST	10.500.000	983.270	9,4	983.270	36	10	27,8
ECLAIR	64.000.000	5.974.561	9,3	-	43	18	41,9
FLAIR	20.300.000	1.166.617	5,7	1.166.617	36	19	52,8
MATERIAS PRIMAS Y RECICLADO	23.300.000	2.710.000	11,6	2.710.000	70	22	31,4
BRIDGE	59.000.000	5.384.735	9,1	5.384.735	59	23	39,0
CLAUSURA INST. NUCL.	30.918.400	1.086.200	3,5	858.300	132	4	3,0
GEST. ALM. RESIDUOS RADIAC.	54.137.000	2.532.377	7	2.532.377	211	5	7,1
FUSION TERMONUC.***	-	3.863.994**	-	-	-	1**	-
JOULE	105.000.000	4.179.600	4,0	1.563.237	243	29	11,9
STD-2	71.287.009	1.738.954	2,4	123.959	316	26	8,2
PESCA (FAR)	13.088.502	1.815.525	13,9	-	55	12	21,8
MAST	50.000.000	1.089.975	2,2	-	45	9	20,0
SCIENCE	71.287.009	4.277.638	6,0	-	250	54	21,6
SPES	2.654.000	72.505	2,7	60.375	29	10	34,5
ACCESOS GRANDES INSTAL.	21.250.000	2.300.000	10,8	-	11	1	9,1
DOSES	3.298.265	268.450	8,1	-	4	3	75,0
EUROTRA**	17.850.000	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
FUERA PROGRAMA MARCO							
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	13.000.000	924.900	4,4	380.900	90	6	6,6
(carbón + acero)							
CECA-ACERO	38.300.000	1.672.400	4,3	-	107	11	10,2
PROV. 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.

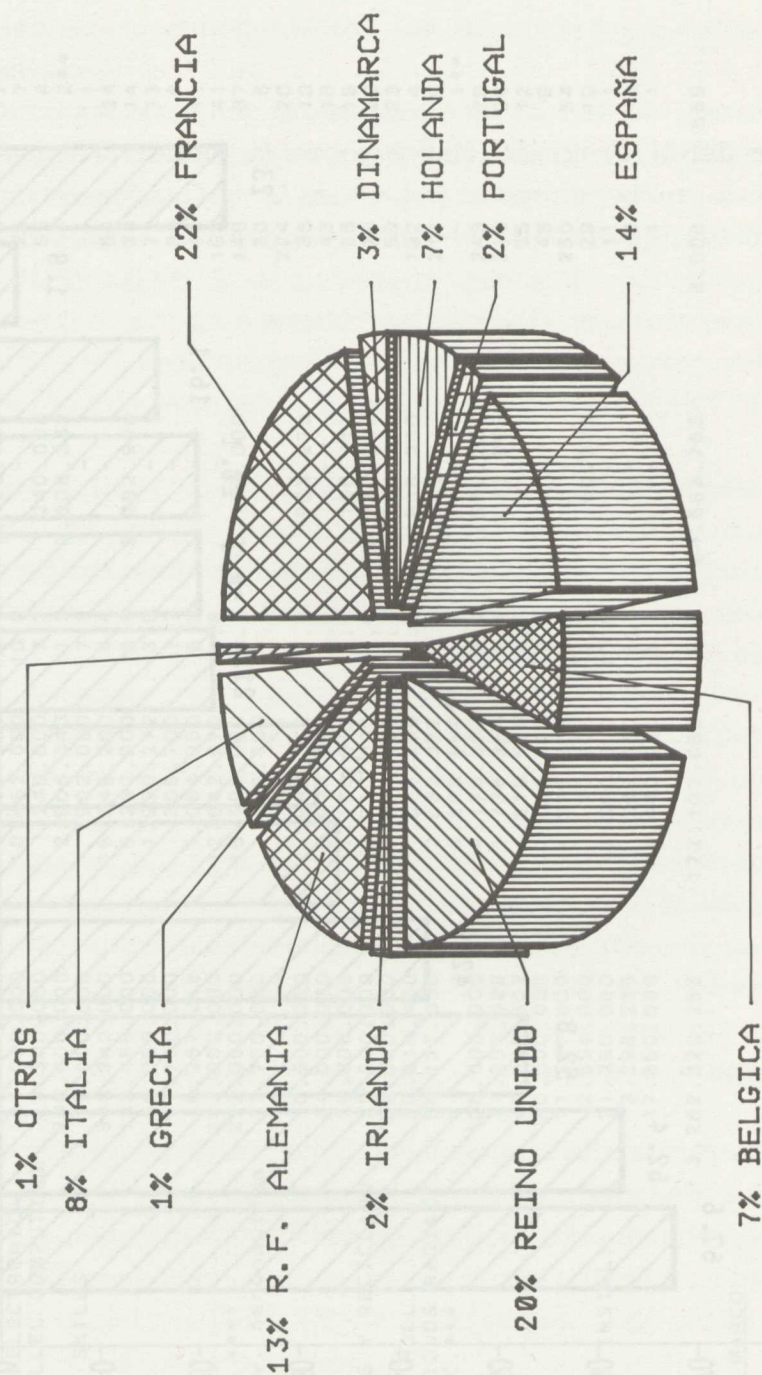
** No se incluyen en el total por falta de información. *** Contratos de asociación. **** Resultados provisionales.

GRAFICO 4.5.1: II PROGRAMA MARCO DE I+D
PORCENTAJE DE PROYECTOS ESPAÑOLES CON PARTICIPACION DE SOCIOS DE OTROS PAISES



Datos a 14.12.90

**GRAFICO 4.5.2: PORCENTAJE DE PAISES QUE LIDERAN PROYECTOS CON PARTICIPACION ESPAÑOLA
EN EL II PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA CE**



Datos a 14.12.90

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 (como muestra el Gráfico 4.5.3). Este dato es importante si se tiene en cuenta el reducido porcentaje -del orden del 30%- de investigadores españoles que trabajan en centros industriales; este hecho permite deducir el efecto estimulador del II Programa Marco sobre la industria española, si se compara con Francia -donde el 40% de los investigadores trabajan en la industria- o con la República Federal de Alemania, donde dicha cuota se eleva al 60%.

4.5.3. Otros Programas Internacionales

* La FUENTE EUROPEA DE RADIACION SINCROTRON (ESRF).

Se ocupa de la construcción y puesta en funcionamiento para 1993 de la más avanzada instalación europea en su género. Al acuerdo, suscrito en 1988, están anexionados actualmente 12 países.

España participa en este Programa desde sus inicios en 1986; esta participación es sumamente importante, porque la comunidad científica dedicada a este campo se desarrolla muy rápidamente y porque no existe ninguna instalación de sincrotrón propia.

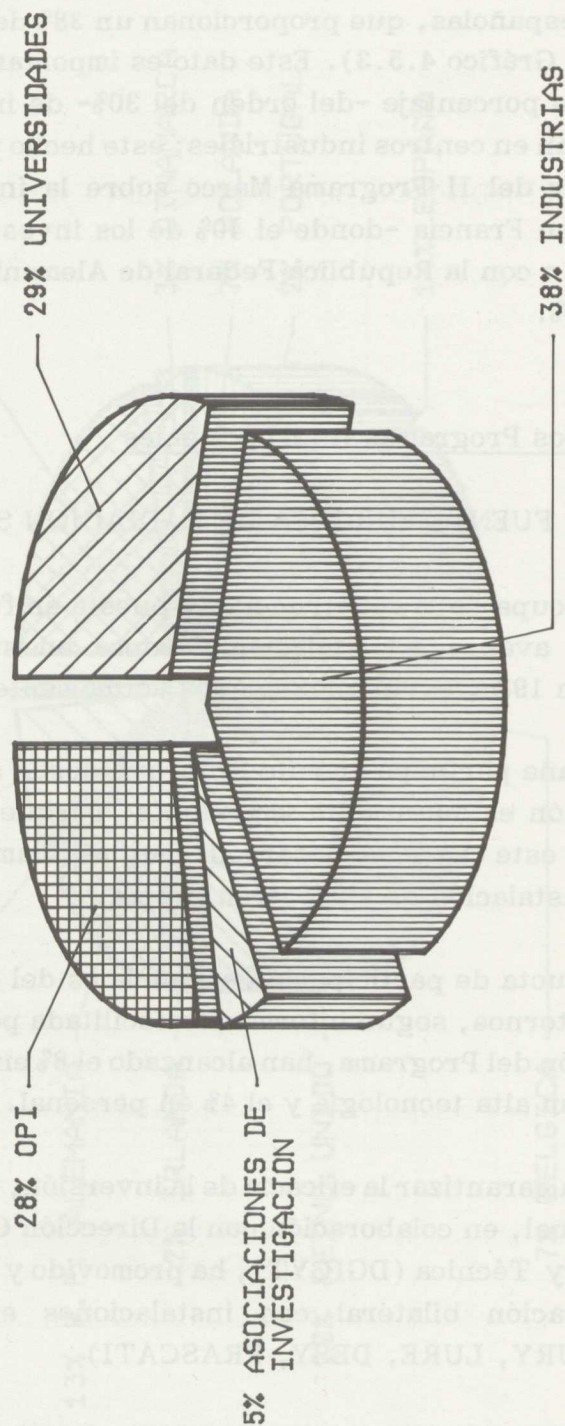
La cuota de participación española es del 4% del presupuesto y en 1990 los retornos, según información facilitada por el CDTI que participa en la gestión del Programa, han alcanzado el 8% en contratos convencionales, el 2% en alta tecnología y el 4% en personal.

Para garantizar la eficacia de la inversión, la Secretaría General del Plan Nacional, en colaboración con la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT), ha promovido y reforzado los Programas de cooperación bilateral con instalaciones europeas de sincrotrón (DARESURY, LURE, DESY, FRASCATI).

* El INSTITUTO MAX VON LAUE - PAUL LANGEVIN (ILL).

Instalado en Grenoble (Francia), está especializado en la investigación de la estructura y propiedades de la materia, empleando como

GRAFICO 4.5.3: II PROGRAMA MARCO
DISTRIBUCION DE GRUPOS DE INVESTIGACION ESPAÑOLES PARTICIPANTES POR TIPOS DE ENTIDADES



Datos a 14.12.90

tecnología básica el uso de neutrones térmicos o ralentizados, tecnología de la que no se dispone en España.

Los retornos españoles en tiempo de experimentación suponen cuatro veces la cuota de participación. Además, hay científicos españoles contribuyendo al desarrollo de la tecnología desarrollada en dicho Instituto.

*** La FUNDACION EUROPEA DE LA CIENCIA (ESF).**

Organización no gubernamental de instituciones científicas europeas, cuyo objetivo es el fomento de la cooperación en investigación básica de calidad; es, además, un elemento fundamental para el apoyo del diseño de la política científica europea.

Cabe destacar su amplia gama de actividades, su vocación transnacional en el fomento de la cooperación multilateral y en el apoyo a la movilidad y formación de jóvenes investigadores, y su capacidad integradora de las diferentes comunidades científicas europeas. La Secretaría General del Plan Nacional de I+D, miembro reciente de la Fundación, pretende junto con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas aumentar la participación española en las actividades de la ESF.

*** La ORGANIZACION EUROPEA DE BIOLOGIA MOLECULAR (EMBO) y el LABORATORIO EUROPEO DE BIOLOGIA MOLECULAR (EMBL).**

Son organizaciones europeas de excelencia en Biología Molecular que sirven para reforzar la formación y participación de científicos españoles en ese campo, en el que España desempeña un papel destacado.

Si bien los retornos en los aspectos de formación y colaboración temporal son excelentes, se percibe una baja participación en los puestos estables, por lo que la Administración española está haciendo un importante esfuerzo para mejorar la situación.

*** El PROGRAMA LEST (Large Earth-based Solar Telescope).**

Tiene como objetivo la instalación de un telescopio solar de los llamados "de nueva generación", que será el más grande del mundo,

estará dotado de la más alta tecnología en su especialidad y será el único telescopio con base en la tierra capaz de alcanzar una resolución de 0,1 arc segundo. Los futuros usuarios del telescopio LEST tendrán acceso a él desde salas de control remoto en los distintos países miembros. España participa en el Programa en una acción coordinada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, en colaboración con el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el CSIC.

El Consejo de la Fundación LEST ha aprobado en 1990 la instalación del telescopio en el archipiélago canario, concretamente en la isla de La Palma. Esto contribuirá a mejorar el complejo de observación astronómica ya instalado en las Islas Canarias que -exceptuado el de Hawai que también fue candidato al emplazamiento del LEST en su territorio- es el más importante del hemisferio norte.

En este proyecto se pretende implicar a instituciones y empresas españolas en la construcción de la instalación, para lo cual se están adoptando las medidas oportunas en colaboración con el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

* Las ACCIONES COST (Cooperación Científica y Técnica entre las Comunidades Europeas y Países Terceros Europeos).

Se desarrollan en régimen concertado (cada organismo ejecutor paga de su propio presupuesto el coste de las investigaciones o estudios) en doce áreas diferentes: Informática, Telecomunicaciones, Transportes, Oceanografía, Materiales, Medio Ambiente, Meteorología, Agricultura, Biotecnología, Tecnología Alimentaria, Socio-Tecnologías e Investigación Médica. España participa en 38 de las 52 acciones COST que se están desarrollando.

Debido a su flexibilidad y carácter informal, a la diversidad de las modalidades de participación que ofrecen, a su capacidad de respuesta a las necesidades científicas y a su eficacia en el plano económico, son un importante instrumento para la promoción de la cooperación científica y técnica europea. Existen dos categorías de ACCIONES COST: acciones concertadas que forman parte de un Programa comunitario y están abiertas a países terceros COST sobre una base multilateral; y acciones concertadas que no forman parte de un Programa comunitario y son propuestas por los Estados COST o por la Comisión.

*** EL PROGRAMA DE PERFORACION DEL OCEANO (ODP).**

Se ocupa de la exploración de la estructura y de la historia de la corteza terrestre, mediante sondeos de las profundidades marinas. Investigadores españoles han participado en campañas de sondeos, que duran algunos meses y en las que se reúnen científicos de todo el mundo.

El Grupo GEMA (Grupo Especializado para el Mar de Alborán) presentó en 1989 una propuesta preliminar para la exploración del Mar de Alborán. Hasta el momento este Grupo se ha centrado en actividades financiadas por la CICYT a través del Programa Nacional de Recursos Geológicos, que le permitirán elaborar la propuesta definitiva del mencionado proyecto. Asimismo, la colaboración entre grupos españoles y franceses ha dado lugar a otra propuesta preliminar sobre la margen galaica.

*** EL PROYECTO ORFEUS (Observatorios y medios de investigación para la sismología europea).**

Tiene como objetivo la creación de una base de datos de registros sismológicos digitales de banda ancha de la región europea. Entre sus actividades más destacadas se encuentra la participación en el proyecto Geotransversal europeo de la ESF.

La participación española en los citados Programas internacionales de carácter multilateral -a través de los créditos de la Comisión Permanente de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología- ha supuesto 580 MPTA en 1988, 696 MPTA en 1989 y 1.010 MPTA en 1990.

*** ORGANIZACION EUROPEA PARA LA INVESTIGACION NUCLEAR (CERN).**

Tiene como misión fundamental suministrar a la comunidad científica alguna de las herramientas necesarias para analizar la estructura de la materia a niveles cada vez más precisos y conseguir de esta manera un conocimiento más avanzado del funcionamiento y formación del universo.

La actividad más espectacular desarrollada en los últimos años es el LEP (Large Electron Positron Collider). Se está intentando mejorar la participación de la industria española en este proyecto, para cuya

construcción se ha conseguido un importante contrato de tecnología convencional y, más recientemente, un contrato de alta tecnología, como fruto de la creación de un consorcio español (ACICA).

* EL PROGRAMA EUREKA.

Está formado por proyectos de colaboración entre empresas a escala internacional. Su gestión ha sido encomendada al CDTI, si bien la CICYT realiza su seguimiento al igual que en los demás Programas de I+D internacionales. La actuación española en este Programa ha destacado mucho: ha sido uno de los países con mayor número de proyectos presentados y aprobados, con lo que se ha logrado una considerable movilización de los sectores industriales y la colaboración con organismos públicos de investigación. El Programa cuenta con un total de 386 proyectos, en 103 de los cuales participa España y aporta 58.000 MPTA, lo cual supone el 22% de la inversión total de los mismos. El porcentaje de participación española respecto del total de EUREKA representa un 6,1%. España participa preferentemente en proyectos relativos a las siguientes áreas: Biotecnología, Energía, Informática, Optoelectrónica, Medio Ambiente, Robótica, Telecomunicaciones y Transporte.

* EL PROGRAMA DE LA AGENCIA EUROPEA DEL ESPACIO (ESA).

Se ocupa básicamente de la realización de los trabajos de diseño y desarrollo de los siguientes Programas: Científico, Observación de la Tierra, Microgravedad, Telecomunicaciones, Sistemas de Transporte Espacial (Ariane, Hermes) y Estaciones Espaciales y Plataformas (Space-lab, Eureka, Columbus), su gestión está encomendada al CDTI y, como en el resto de los Programas, la CICYT lleva a cabo su seguimiento muy de cerca, puesto que el Programa de Investigación Espacial del Plan Nacional tiene como objetivo promover la participación española en los Programas de la ESA. El retorno industrial es elevado, participando en estos Programas 32 empresas y 11 centros de investigación y universidades españoles.

Por otra parte, la CICYT participa en los foros internacionales donde se debaten y desarrollan aspectos generales de Política Científica y Tecnológica:

*** ORGANIZACION PARA LA COOPERACION Y EL DESARROLLO ECONOMICO (OCDE).**

Con independencia de la presidencia española en el Comité de Política Científica y Tecnológica de la OCDE, se ha incidido en la necesidad de coordinar la participación española en los temas de gestión y planificación de la I+D, seguridad en Biotecnología, Estadística de I+D y Programa TEP (Tecnología, Economía y Sociedad).

La Comisión Permanente de la CICYT ha acordado la creación de un Comité Español, cuya secretaría radicará en la SGPN, encargado de la transmisión a la OCDE de las posiciones técnicas y posibles propuestas estudiadas por dicha Comisión.

*** COMISION ECONOMICA PARA EUROPA (CEPE).**

La SGPN está representada en el Comité de Consejeros de Ciencia y Tecnología (SAST), que se ocupa de los temas de gestión de la investigación y cooperación científica en diversos campos.

*** ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO).**

A lo largo de los años 1989 y 1990 se han mantenido contactos con los representantes españoles en los Programas Científicos de UNESCO, con el fin de establecer correlaciones entre el Plan Nacional y los diferentes Programas UNESCO. La SGPN cofinancia la fase preparatoria y el desarrollo de la Conferencia UNESCO sobre Ciencias Sociales que tendrá lugar en 1991.

4.5.4. Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - Quinto Centenario (CYTED-D)

La Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) cofinancian y cogestionan este Programa, en el que participa España junto a 19 países latino-americanos y Portugal.

En el año 1989 se destinaron al Programa 125 MPTA y en el año 1990, 112 MPTA. Con ello se han movilizado unos 1.500 investigadores de iberoamericanos, que participan en los proyectos que figuran en el Cuadro 4.5.5.

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 (como muestra el Cuadro 4.5.6). El subprograma I, Metodología en Ciencia y Tecnología, de carácter horizontal, cuenta con representantes de 9 países y mantiene sus actividades normales.

En el año 1989 han finalizado dos proyectos: uno en el área de Electrónica e Informática Aplicadas y otro en el área de Catálisis y Adsorbentes, que han conseguido una excelente evaluación debido al elevado grado de cumplimiento de las tareas y actividades previstas y al logro de los objetivos planteados. Ambos proyectos podrán continuar dando frutos en actividades con empresas.

Además del desarrollo de las actuaciones señaladas que hasta el momento forman el núcleo del Programa, la Secretaría General del mismo ha considerado necesario establecer nuevas actividades que faciliten la participación de los países iberoamericanos de menor desarrollo relativo, así como de las empresas; para ello, ha introducido un nuevo subprograma de carácter horizontal del mayor interés en Política Científica. Dichas actividades, aprobadas en la Asamblea General del mes de noviembre de 1989, son las siguientes:

- Redes Temáticas: constituyen la asociación de unidades de investigación de todos los países miembros en torno a temas científicos o tecnológicos prioritarios y de interés común, ocho de ellos ya en funcionamiento.
- Proyectos de innovación: definen actividades conjuntas de investigación y desarrollo con la participación de empresas ejecutoras y centros de investigación públicos, cuya gestión en España se ha encomendado al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.
- Actividades de gestión de la I+D: su fin es hacer frente a los problemas derivados de la difusión tecnológica y de la incorporación y utilización de conocimientos y tecnologías.

CUADRO 4.5.5.: PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PROGRAMA CYTED-D

SUBPROGRAMA I	METODOLOGIA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA
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".
SUBPROGRAMA II	ACUICULTURA
PROYECTO II.1:	"Estudios para la alimentación y el efecto de los factores ambientales en la maduración y el cultivo de peneidos".
SUBPROGRAMA III	BIOTECNOLOGIA
PROYECTO III.1:	"Biotecnología aplicada al desarrollo de métodos de diagnóstico de enfermedades".
SUBPROGRAMA IV	BIOMASA COMO FUENTE DE PRODUCTOS QUIMICOS Y ENERGIA
PROYECTO IV.1:	"Obtención de etanol a partir de materiales lignocelulósicos".
PROYECTO IV.2:	"Transformación de lignina en productos de alto valor agregado".
SUBPROGRAMA V	CATALISIS Y ADSORBENTES
PROYECTO V.1:	"Desarrollo de catalizadores para el proceso de craqueo catalítico".
PROYECTO V.2:	"Adsorbentes de uso industrial".
SUBPROGRAMA VI	NUEVAS FUENTES Y CONSERVACION DE LA ENERGIA (EXCLUIDA BIOMASA)
PROYECTO VI.1:	"Aplicaciones industriales de la energía solar a temperaturas bajas y medias".
PROYECTO VI.2:	"Macroacumuladores de energía térmica".
SUBPROGRAMA VII	ELECTRONICA E INFORMATICA APLICADAS
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".
SUBPROGRAMA IX	MICROELECTRONICA
PROYECTO IX.1:	"Proyecto integrado de capacitación en concepción y diseño de circuitos integrados".
SUBPROGRAMA XI	TRATAMIENTO Y CONSERVACION DE ALIMENTOS
PROYECTO XI.1:	"Tecnología de elaboración de alimentos de humedad intermedia".
SUBPROGRAMA XIV	TECNOLOGIA PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL
PROYECTO XIV.1:	"Autoconstrucción: construcción progresiva y participativa".
PROYECTO XIV.2:	"Técnicas constructivas industrializadas para viviendas de bajo costo".
ESTUDIO ESPECIAL:	MICAT
PROYECTO	"Mapa Iberoamericano de corrosión atmosférica".

CUADRO 4.5.6: PARTICIPACION DE LOS PAISES EN EL PROGRAMA CYTED-D

PAISES	SUBPROGRAMAS Y PROYECTOS															TOTAL
	II.1	III.1	IV.1	IV.2	V.1	V.2	VI.1	VII.1	VII.2	VII.3	IX.1	XI.1	XIV.1	XIV.2	EEC	
ARGENTINA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14
BOLIVIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
BRASIL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15
COLOMBIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9
COSTA RICA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6
CHILE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14
CUBA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8
ECUADOR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4
EL SALVADOR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
ESPAÑA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15
GUATEMALA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3
HONDURAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1
MEXICO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14
NICARAGUA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2
PANAMA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2
PARAGUAY	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0
PERU	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7
PORTUGAL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6
REP. DOMINICANA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3
URUGUAY	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7
VENEZUELA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12
TOTAL	16	9	5	10	5	8	9	6	8	8	9	10	13	14	14	--

Las áreas de actividad del Programa se correlacionan con los Programas Nacionales de Automatización Avanzada y Robótica, Microelectrónica, Nuevos Materiales, Biotecnología, I+D Farmacéutico, Recursos Marinos y Acuicultura, Tecnología de Alimentos, y el la Comunidad Autónoma de Cataluña sobre Química Fina.

4.5.5. Relaciones científicas bilaterales

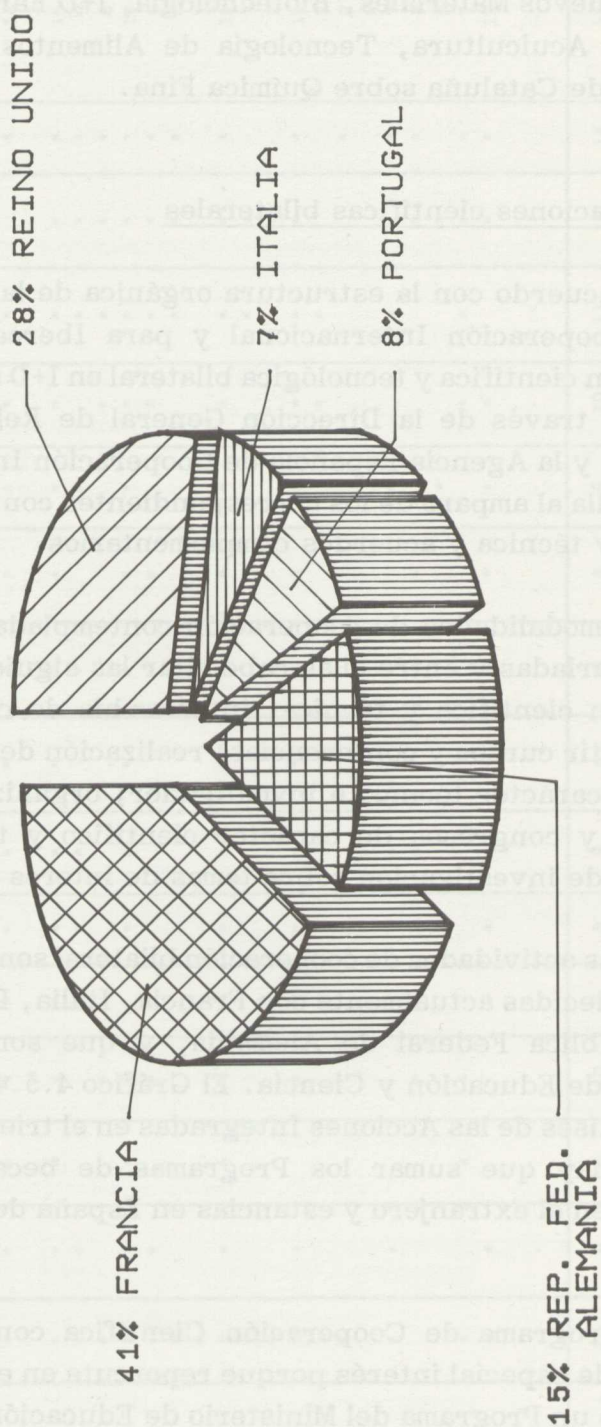
De acuerdo con la estructura orgánica de la Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica (SECIPI), la cooperación científica y tecnológica bilateral en I+D se canaliza fundamentalmente a través de la Dirección General de Relaciones Culturales y Científicas y la Agencia Española 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 que son gestionadas por el Ministerio de Educación y Ciencia. El Gráfico 4.5.4 muestra la distribución por países de las Acciones Integradas en el trienio analizado. A estas Acciones hay que sumar los Programas de becas de investigadores españoles en el extranjero y estancias en España de científicos extranjeros.

El Programa de Cooperación Científica con Iberoamérica es un Programa de 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;

GRAFICO 4.5.4: DISTRIBUCION POR PAISES DE LAS ACCIONES INTEGRADAS DEL PROGRAMA SECTORIAL DE PROMOCION GENERAL DEL CONOCIMIENTO EN EL TRIENIO 1988-1990



NUMERO DE ACCIONES: 1.013

y Cursos de posgrado; y todos ellos se desarrollan -en estrecha relación con los Programas Nacionales- en las siguientes áreas: Medio Ambiente y Recursos Naturales; Ganadería, Agricultura y Tecnología de Alimentos; Salud y Nutrición; Química Fina Farmacéutica; Biotecnología; Nuevos Materiales; Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones; y Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina.

El propósito de este epígrafe es recapitular sobre los logros derivados de la primera fase del Plan Nacional de I+D, de acuerdo con el proceso general de evaluación establecido en el epígrafe 2.3. Se completa así el análisis 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, se está estableciendo relaciones directas de causalidad entre el output del Sistema de Ciencia y Tecnología y los inputs públicos puestos a disposición del mismo. Por tal razón, el Capítulo 3 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 2.1 del epígrafe 2.2, 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.

5. EVALUACION GLOBAL: UNA PRIMERA APROXIMACION

El propósito de este epígrafe es recapitular sobre los logros derivados de la primera fase del Plan Nacional de I+D, de acuerdo con el proceso general de evaluación establecido en el epígrafe 2.3. Se completa así el análisis 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 3 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 2.1 del epígrafe 2.2, 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.

5.1. Crecimiento y equilibrio del Sistema de Ciencia y Tecnología

Como se ha señalado en el Capítulo 3, el Sistema español de Ciencia y Tecnología ha experimentado 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.

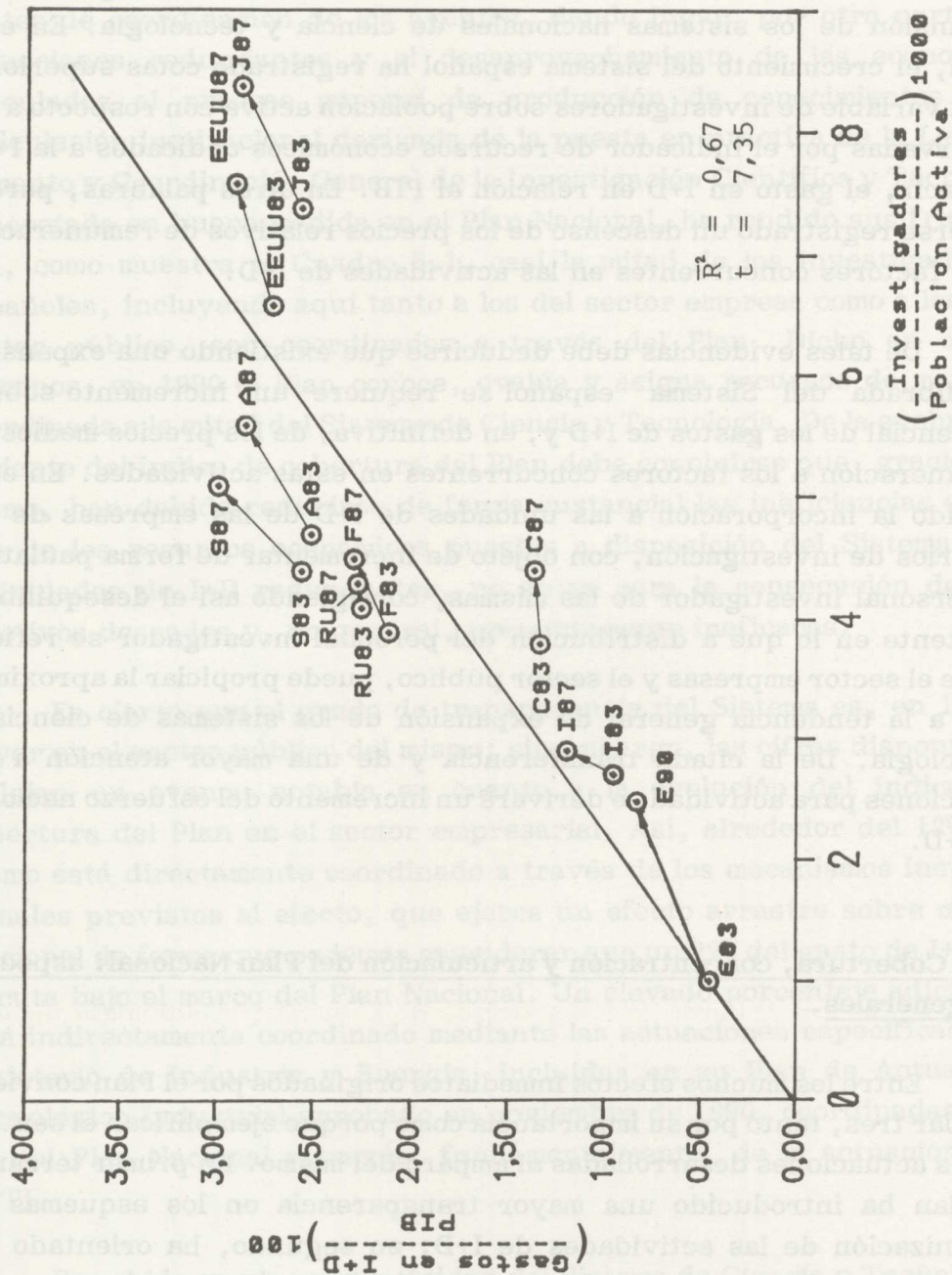
El crecimiento del Sistema ha sido también extremadamente importante en términos de número de investigadores. Así, cabe señalar que el crecimiento anual del número de investigadores desde 1982 se aproxima al 13%, tasa que supera ampliamente la registrada en los países de nuestro entorno económico. Conviene 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 3, 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 5.1 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, se observa 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

GRAFICO 5.1: EVOLUCION DE LOS PARES "GASTOS DE 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

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 existente en lo que a distribución del personal investigador se refiere 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.

5.2. Cobertura, concentración y articulación del Plan Nacional: aspectos generales.

Entre los muchos efectos inmediatos originados por el Plan conviene señalar tres, tanto por su importancia como porque ejemplifican el sentido de las actuaciones desarrolladas al amparo del mismo. En primer término, el Plan ha introducido una mayor transparencia en los esquemas de organización de las actividades de I+D; en segundo, 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 Nacional de I+D, 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 5.1, 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. De la evolución reciente del índice de cobertura del Plan debe concluirse que, gracias al mismo, han debido reducirse de forma sustancial las ineficiencias en el uso de los recursos económicos puestos a disposición del Sistema por actividades de I+D redundantes, no aptas para la consecución de los objetivos deseados y, en general, presuntamente ineficaces.

Es cierto que el grado de transparencia del Sistema es, en 1990, mayor en el sector público del mismo; 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, alrededor del 12% del mismo está directamente coordinado a través de los mecanismos institucionales previstos al efecto, que ejerce un efecto arrastre sobre un 9% adicional de forma que podemos considerar que un 22% del gasto de I+D se ejecuta bajo el marco del Plan Nacional. Un elevado porcentaje adicional está indirectamente coordinado mediante las actuaciones específicas del Ministerio de Industria y Energía, incluidas en su Plan de Actuación Tecnológico 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

CUADRO 5.1: 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.

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 5.1 muestra que aproximadamente 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.

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, el 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.

5.3. 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 5.2 muestra que, 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.

CUADRO 5.2: 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 gneral 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.

Por otra parte, en los tres últimos años se ha incrementado considerablemente el potencial de renovación del capital humano investigador. El mismo Cuadro 5.2 muestra que, en 1990, el número de becarios alcanzó una cifra equivalente al 27% del número total de investigadores, frente a un 14% 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.

El esfuerzo de capitalización del Sistema, sobre todo en lo que se refiere al número de becarios, ha sido desarrollado, al menos en los últimos años, en un escenario poco propicio. En efecto, la evolución reciente del mercado de trabajo de recién titulados ha incrementado sustancialmente el coste de oportunidad económico de la dedicación a la formación investigadora. En este sentido, debe ser valorado muy positivamente el incremento del número de becarios. De igual manera, conviene señalar 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.

5.4. Movilización del Sistema de Ciencia y Tecnología y Plan Nacional

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 4.2, 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 vinculado 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 elevada capacidad movilizadora de tal instrumento.

5.5. Articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología y Plan Nacional de I+D

Se ha mencionado repetidamente que uno de los objetivos del Plan Nacional 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 desarro-

lladas 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 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. Naturalmente, ambas evidencias tienen un carácter complementario.

El Cuadro 5.3 muestra, de forma agregada, los principales resultados obtenidos en los últimos 5 años de los equipos de investigación

CUADRO 5.3: 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	177	26	203
Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones	503	67	570	2.432	881	191	3.424	203	45	2	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 de las Comunicaciones y 438 responsables del área de Calidad de Vida y Recursos Naturales.

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

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 un 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 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 5.3 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 5.4, 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%. La puesta en marcha de la red OTRI/OTT en 1989 ha venido a incrementar sustancialmente esta facturación, tal como se desprende del estudio realizado en el punto 4.4.2 de esta Memoria. 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



**CUADRO 5.4: 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	
								Período	%
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	1023	1352	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	1194	1984-90	69

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

ratificación, de acuerdo con la información suministrada por otras universidades.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas observa un comportamiento similar al registrado por las universidades, al menos hasta 1988. En efecto, como muestra el Cuadro 5.5, 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 MPTA. 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 el desarrollo. En el epígrafe 4.4.2 de esta Memoria se da cuenta del papel desempeñado por la red OTRI/OTT en la articulación de los intereses públicos y empresariales en la ejecución y financiación de las actividades de I+D.

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 otros países comunitarios. 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 4.5 se ha dado cuenta de la participación española en los proyectos comunitarios. Es preciso recordar, a este respecto, que el peso económico de tal participación es superior al que corresponde a la economía española en el concierto comunitario. Tres evidencias permiten valorar, según criterios adicionales, la importancia y consecuencias de la participación española en proyectos comunitarios.

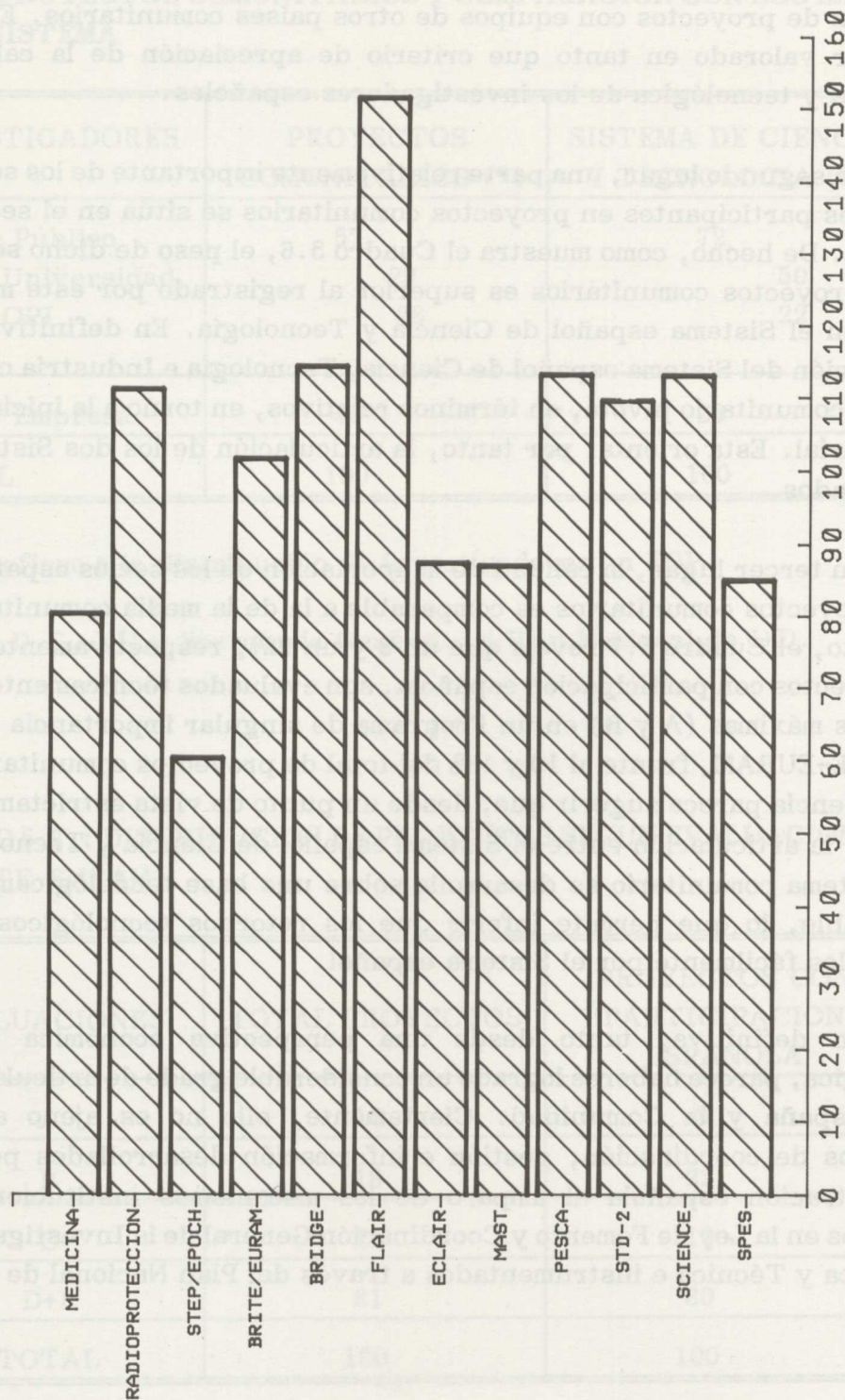
En primer lugar, los socios españoles suelen desempeñar un papel preponderante en algunos de los Programas. Así, como muestra el Gráfico 5.2, la relación entre retornos reales y parte alícuota del coste de los

CUADRO 5.5: NUMERO Y VALOR DE LOS CONTRATOS FIRMADOS ANUALMENTE EN EL CSIC

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Contratos firmados	24	28	25	58	127	149	233	349
con empresas privadas	11	19	16	36	86	109	172	213
con empresas públicas	9	7	3		21	5	14	17
con organismos públicos	4	2	6	7	20	35	47	101
Importe total (en millones de pesetas)	106	91	85	178	300	426	791	1609

Fuente: I. Fernández de Lucio "Valoración y Transferencia de Tecnología: La Experiencia del CSIC". Seminario Jorge Sabato de Política Científica y Tecnológica, 1988, Memorias CSIC y elaboración propia.

GRAFICO 5.2: RETORNOS ESPAÑOLES RESPECTO A UNA DISTRIBUCION IGUAL ENTRE SOCIOS (%) (*)



(*) II Programa Marco. Datos a 31.12.90

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

proyectos es superior a la unidad en varios de los Programas más importantes desde un punto de vista presupuestario. En definitiva, parece cierto que los equipos españoles no juegan 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 5.6, 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 de 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. En efecto, el Cuadro 5.7 revela que 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 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 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 5.6: DISTRIBUCION PORCENTUAL DE INVESTIGADORES ESPAÑO-
LES 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.

**CUADRO 5.7.: DISTRIBUCION DE PROYECTOS SEGUN EVALUACION TECNICA
EN BRITE-EURAM**

EVALUACIONES	TOTAL PROYECTOS	PROYECTOS CON PARTICIPACION ESPAÑOLA
A	10	8
B	18	22
C	11	10
D+E	61	60
TOTAL	100	100

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

6. REVISION 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.

Cabe insistir una vez más en que los recientes sucesos del Golfo Pérsico han incrementado sustancialmente el nivel de incertidumbre en el escenario económico internacional respecto a la evolución futura de la economía mundial. Debido a ello, y a la aparición de síntomas de estancamiento de la actividad económica, la mayor parte de países occidentales ha optado por introducir un mayor rigor en el diseño de sus políticas económicas. Evidentemente, el nuestro no puede ser una excepción.

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.

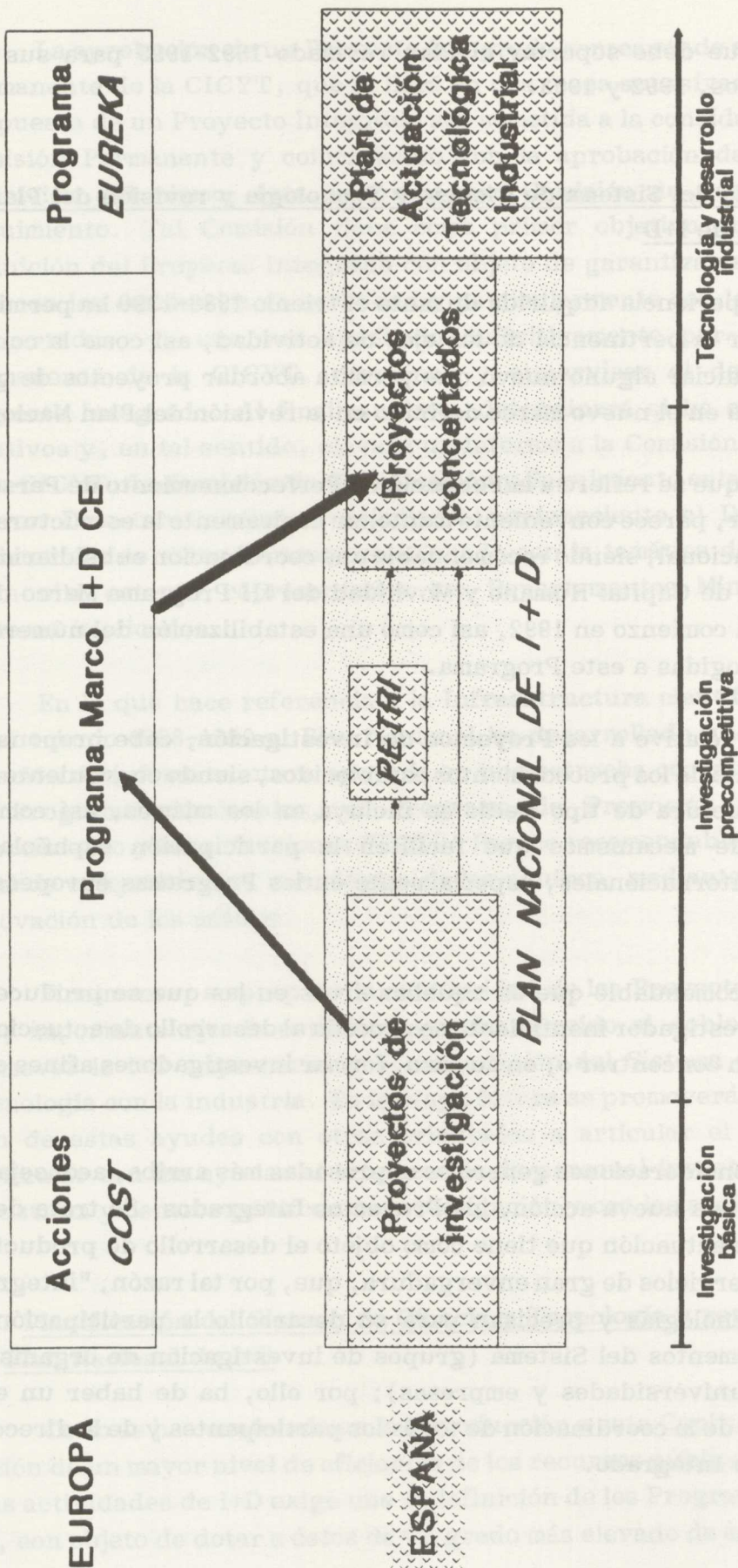
En segundo lugar, a lo largo de los tres últimos años ha sido posible constatar la existencia de solapamientos temáticos entre diferentes Programas Nacionales. Se plantea así la necesidad de adecuar la estructura de los Programas a una configuración que elimine contornos tecnológicos difusos y que, simultáneamente, 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 Unico. 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 6.1).

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.

La revisión del Plan Nacional de I+D se estructura en cuatro apartados. Los tres primeros se corresponden con sus objetivos genéricos y hacen relación al fomento, planificación y articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología. El último apartado establece el escenario presu-

GRAFICO 6.1: ARTICULACION DE LOS EJES DE ACTIVIDAD DEL PLAN NACIONAL



puestario que debe soportar el Plan revisado 1992-1995 para sus dos primeros años, 1992 y 1993.

6.1. 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); 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.

6.2. 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.

6.2.1. 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.

6.2.2. 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.

6.2.3. 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.

6.2.4. 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 6.1 se recogen los Programas que formarán parte del Plan Nacional en el periodo 1992-1995.

6.3. 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.

CUADRO 6.1: 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)

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.

6.4. 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 3.1, 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 presupuestario para la evolución del Fondo a lo largo de los próximos años, de acuerdo con los objetivos e hipótesis establecidos más arriba.

Las estimaciones realizadas para 1990 parecen indicar que se alcanza el 0,90% del PIB al coste de los factores. Los escenarios propuestos en el Cuadro 6.2, en base a las consideraciones descritas en apartados anteriores, consideran un aumento gradual del esfuerzo hasta alcanzar el 1,1% en 1993. De acuerdo con las previsiones sobre el crecimiento del PIB en términos nominales y reales, en el período 1990-1993, los gastos nacionales en I+D a precios corrientes crecerán un 16% anual, equivalente a algo más de un 10% en pesetas constantes, crecimiento inferior al observado a lo largo de la última década.

El efecto catalítico y movilizador del Fondo Nacional y la consecución de mayores cotas de eficiencia en el uso de recursos procedentes de dicho Fondo deberá permitir una disminución relativa de éste en favor de otras fuentes de financiación. Nos referimos, esencialmente, a la financiación empresarial y a la procedente de las Comunidades Europeas. A este respecto cabe diseñar dos escenarios. Según el primero, Escenario I, la relación entre Fondo Nacional y Gasto Nacional de I+D pasaría de un 5,85% en 1990 a un 4,6% en 1993; el Escenario II se fundamenta en el supuesto de que la relación citada pasaría de un 5,85% en 1990 a un 4,9% en los años posteriores (1991-1993).

La conjunción de los objetivos y supuestos citados anteriormente da lugar, en el Escenario I, a una tasa media acumulativa anual de crecimiento en el período 1990-1993 a precios corrientes del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica próxima al 7%, que equivale a algo menos de un 1% a precios constantes. El Escenario II cifra una evolución del Fondo tal que la tasa media acumulativa anual a precios corrientes es del orden del 9% a precios corrientes, lo que se corresponde con un crecimiento a pesetas constantes próximo al 4%. Evidentemente, la adopción del Escenario II permitiría alcanzar con mayor seguridad el objetivo final del 1,1% de esfuerzo nacional de I+D, cota por otra parte muy inferior a la registrada en la actualidad en los países de nuestro entorno económico.

El Cuadro 6.3 muestra una desagregación por ejes de actividad de la dotación del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica para los ejercicios 1992 y 1993, en el contexto del Escenario I, así como referencia a los ejercicios 1990 y 1991, de acuerdo con el modelo de deslizamiento propuesto en el epígrafe 2.3 de esta Memoria, mientras que el Cuadro 6.4 muestra la desagregación por Programas de acuerdo con los objetivos generales del Plan Nacional revisado y según el mismo Escenario I.

CUADRO 6.2: PREVISIONES PRESUPUESTARIAS DEL FONDO NACIONAL DE I+D

AÑO	Crecimiento (+) del PIB (%) a precios constantes	Deflactor (+) del PIB (%)	Esfuerzo I+D (%)	Gasto Nacional en I+D(**) a precios corrientes	Fondo Nacional I+D/ Gasto Nacional I+D(%)		Fondo Nacional a precios corrientes (**)	
					Escenario I	Escenario II	Escenario I	Escenario II
1990	3,5	7,5	0,90	410	5,85	5,85	24	24
1991	2,9	5,8	0,90	471	4,90	4,90	22	22
1992	3,2	4,9	1,00	536	4,70	4,90	25	26
1993	3,6	3,7	1,10	634	4,60	4,90	29	31

* Relaciona el Gasto Nacional en I+D con el PIB al coste de los factores.

** En miles de millones de pesetas.

+ Previsiones actuales en el marco de los escenarios presupuestarios 1991-1994.

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D y Dirección General de Planificación. Ministerio de Economía y Hacienda

CUADRO 6.3: DISTRIBUCION DE LAS PREVISIONES PRESUPUESTARIAS (*)

AÑO	Fondo Nacional a precios corrientes (Escenario I)	Formación	Proyectos e Infraestructura	Proyectos Concertados	Otras Acciones
1990	24,2	5,3	13,9	3,1	1,9
1991	22	4,9	11,8	3,4	1,9
1992	25	5,8	13	3,9	2,3
1993	29	6,6	15	4,5	2,9

(*) Miles de millones de pesetas. Se incluyen 1990 y 1991 como referencia.

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

**CUADRO 6.4: 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		Proyectos Invest. y Acciones Especiales		Proyectos Concertados		Otras Acciones		T O T A L	
	1992	1993	1992	1993	1992	1993	1992	1993	1992	1993
Ciencias Agrarias	600	630	900	950	390	450	100	100	1.990	2.130
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
T O T A L	5.800	6.600	13.000	15.000	3.900	4.500	2.300	2.900	25.000	29.000

288

ANEXO 6.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 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN 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 procesamiento 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 procesamiento de señal.
- Sistemas ópticos de generación, transmisión, recepción, procesamiento 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 6B. 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 patogenidad 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 patogenidad 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 6C. 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 PREDICCION 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.

AECI -	Asociación Española de Conservación e Investigación
AIJU -	Asociación de Investigación de la Industria del Juguito
AIM -	Advanced Informatics in Medicine (Informática Avanzada en Medicina)
AITEX -	Asociación de Investigación de la Industria Textil
ANEP -	Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva
ANFACO -	Asociación de Fabricantes de Conservas de Pescado y Marisco
BAP -	Biotechnology Action Programme (Programa de Acción en Biotecnología)
BCR -	Bureau Communautaire de Référence (Oficina Comunitaria de Referencia)
BRIDGE -	Biotechnology Research Industrial Technology for Europe (Investigación Biotecnológica para la Innovación, el Desarrollo y el Crecimiento en Europa)
BRTE / EURAM	Basic-Research in Industrial Technologies for Europe - European Research on Advanced Materials (Investigación Básica en Tecnologías Industriales para Europa - Investigación Europea en Materiales Avanzados)
CAICYT -	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica
CCAA -	Comunidades Autónomas
CDTI -	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
CE -	Comunidad Europea
CECA -	Comunidad Europea del Carbón y del Acero
CEDEX -	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CEPE -	Comisión Económica Para Europa
CERN -	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Consejo Europeo para la Investigación Nuclear)



LISTA DE ENTIDADES Y PROGRAMAS

AECI -	Agencia Española de Cooperación Internacional
AIJU -	Asociación de Investigación de la Industria del Juguete
AIM -	Advanced Informatics in Medicine (Informática Avanzada en Medicina)
AITEX -	Asociación de Investigación de la Industria Textil
ANEP -	Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva
ANFACO -	Asociación de Fabricantes de Conservas de Pescado y Marisco
BAP -	Biotechnology Action Programme (Programa de Acción en Biotecnología)
BCR -	Bureau Communautaire de Référence (Oficina Comunitaria de Referencia)
BRIDGE -	Biotechnology Research Industrial Technology for Europe (Investigación Biotecnológica para la Innovación, el Desarrollo y el Crecimiento en Europa)
BRITE / EURAM	Basic Research in Industrial Technologies for Europe - European Research on Advanced Materials (Investigación Básica en Tecnologías Industriales para Europa - Investigación Europea en Materiales Avanzados)
CAICYT -	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica
CCAA -	Comunidades Autónomas
CDTI -	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
CE -	Comunidad Europea
CECA -	Comunidad Europea del Carbón y del Acero
CEDEX -	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CEPE -	Comisión Económica Para Europa
CERN -	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Consejo Europeo para la Investigación Nuclear)



- CICYT - Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología
- CIDEM - Centre d'Informació i Desenvolupament Empresarial (Generalidad de Cataluña)
- CIEMAT - Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
- CIRIT - Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica (Generalidad de Cataluña)
- COINCIDENTE - Cooperación de Investigación Científica y Desarrollo Nacional en Tecnologías Estratégicas
- COMETT - COMMunity action programme in Education and Training for Technology (Programa Comunitario de acción en Educación y Formación para la Tecnología)
- COSINE - Cooperation for Open Systems Interconnection Networking in Europe (Cooperación para la gestión de Redes de Sistemas Abiertos en Europa)
- COST - COOpération européenne Scientifique et Technique (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
- CTNE - Compañía Telefónica Nacional de España
- CYTED-D - Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - Quinto Centenario
- DATRI - Base de Datos de Transferencia de Resultados de Investigación
- DELTA - Developing European Learning through Technological Advance (Desarrollo del Aprendizaje Europeo a través del Avance Tecnológico)
- DRIVE - Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe (Infraestructura dedicada a la Carretera para la Seguridad de los Vehículos en Europa)
- DGICYT - Dirección General de Investigación Científica y Técnica



DOSES -	Development and Organization of Statistics Expert Systems (Desarrollo y Organización de Sistemas Estadísticos Expertos)
ECLAIR -	European Collaborative Linkage of Agriculture and Industry through Research (Enlace de Colaboración Europea entre la Agricultura y la Industria)
EDP -	Equivalente a Dedicación Plena
EFA -	European Fighting Aircraft (Avión Europeo de Combate)
EMBL -	European Molecular Biology Laboratory (Laboratorio Europeo de Biología Molecular)
EMBO -	European Molecular Biology Organization (Organización Europea de Biología Molecular)
ENVIREG -	ENVironment REGional (Medio Ambiente Regional)
EPO -	European Patent Office (Oficina Europea de Patentes)
EPOCH -	European Programme On Climatology and Hazards (Programa Europeo sobre Climatología y Riesgos Naturales)
ESA -	European Spacial Agency (Agencia Europea del Espacio)
ESF -	European Science Foundation (Fundación Europea de la Ciencia)
ESPRIT -	European Strategic Programme for Research in Information Technology (Programa Estratégico Europeo de Investigación en Tecnología de la Información)
ESRF -	European Synchrotron Facility (Fundación Europea de Radiación Sincrotrón)
EUREKA -	EUropean REsearch Coordination Agency (Agencia de Coordinación de la Investigación Europea)
EUROTRA -	EUROpean TRAnslation (Traducción Europea)
FEDER -	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
FEVE -	Ferrocarriles de Vía Estrecha
FIS -	Fondo de Investigaciones Sanitarias
FLAIR -	Food Linked Agricultural and Industrial Research (Investigación Agroindustrial Relacionada con los Alimentos)

FPI -	Formación de Personal Investigador
FUNDESCO -	Fundación para el Desarrollo de las Comunicaciones
GAME -	Grupo Activador de la Electrónica en España
GEMA -	Grupo Especializado para el Mar de Alborán
I+D -	Investigación y Desarrollo
IAC -	Instituto de Astrofísica de Canarias
IEO -	Instituto Español de Oceanografía
IGN -	Instituto Geográfico Nacional
ILL -	Instituto Max Von Laue-Paul Langevin
IMPIVA -	Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana
INE -	Instituto Nacional de Estadística
INESCOP -	Asociación de Investigación de Industrias del Calzado y Conexas
INH -	Instituto Nacional de Hidrocarburos
INI -	Instituto Nacional de Industria
INIA -	Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
INSALUD -	Instituto Nacional de la Salud
INTA -	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
IRIS -	Interconexión de Recursos Informáticos
ISI -	Institute for Scientific Information (Filadelfia)
ITGE -	Instituto Tecnológico Geominero de España
JOULE -	Joint Opportunities for Unconventional or Long-term Energy supply (Oportunidades Conjuntas para el Suministro de Energía No Convencional o a Largo Plazo)
LEST -	Large Earth-based Solar Telescope (Gran Telescopio Solar de base Terrestre)

LRU -	Ley de Reforma Universitaria
MAPA -	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MAST -	MARine Science and Technology (Ciencia y Tecnología Marinas)
MEC -	Ministerio de Educación y Ciencia
MEH -	Ministerio de Economía y Hacienda
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
NABS -	Nomenclature for the Analysis and Comparison of Science Programmes and Budgets (Nomenclatura para el Análisis y Comparación de Programas Científicos y Presupuestos)
NASA -	National Aeronautics and Space Administration (Estados Unidos)
OCDE -	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OCICARBON -	Oficina de Coordinación de la Investigación del Sector Carbón
ODP -	Ocean Drilling Programme (Programa de Perforación del Océano)
OPI -	Organismo Público de Investigación
ORFEUS -	Observatories and Research Facilities for EUROpean Seismology (Observatorios y Medios de Investigación para la Sismología Europea)
OTC -	Official Trial Centre (Centro Oficial de Ensayos)
OTRI -	Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación
OTT -	Oficina de Transferencia de Tecnología
PATI -	Plan de Actuación Tecnológica Industrial
PEIN -	Plan Electrónico Informático Nacional
PETRI -	Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación

PGC -	Promoción General del Conocimiento
PME -	Pequeñas y Medianas Empresas
PYME -	Pequeñas y Medianas Empresas
PPNN -	Programas Nacionales
PSPGC -	Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento
RACE -	Research in Advanced Communication technologies in Europe (Investigación de Tecnologías Avanzadas de Comunicaciones en Europa)
RARE -	Réseaux Associés pour la Recherche Européenne (Asociación Europea de Redes de Investigación)
REGIS -	REGions Isolées (Regiones Aisladas)
RENFE -	Red Nacional de Ferrocarriles Españoles
SCIENCE -	Stimulation des Coopérations Internationales et des Echanges Nécessaires aux Chercheurs en Europe (Fomento de la Cooperación Internacional y de los Intercambios Necesarios a los Investigadores en Europa)
SCT -	Sistema Ciencia-Tecnología
SCTI -	Sistema Ciencia-Tecnología-Industria
SECIPI -	Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica
SGPN -	Secretaría General del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico
SPES -	Stimulation Programme for Economic Sciences (Programa de Fomento para las Ciencias Económicas)
SPRINT -	Strategic PRogramme for INnovation and technology Transfer (Programa Estratégico para la Innovación y Transferencia de tecnología)
STD -	Science and Technology for the Development (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo)
STEP -	Science and Technology for Environmental Protection (Ciencia y Tecnología para la Protección del Medio Ambiente)

- STRIDE - Science and Technology for Regional Innovation and Development (Ciencia y Tecnología para la Investigación y el Desarrollo Regional)
- TELEMAN - TELEMANipulación en ambientes nucleares peligrosos y alterados
- UNESA - Unidad Eléctrica, S.A.
- UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
- VALUE - VALorisation et Utilisation de la R +D pour l'Europe (Valorización y Utilización de la I+D en Europa)
- WIPO - World Intellectual Property Organization (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual)
- WOCE - World Oceanographic Circulation Experiment



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