



Panorama Laboral 2005

Informe sobre el estado del arte de las Tecnologías Industriales y su repercusión en el mercado laboral en la Comunidad de Madrid

E.T.S. Ingenieros Industriales

Universidad Politécnica de Madrid

Noviembre de 2005

Autores

Juan Manuel González García

Departamento de Ingeniería Energética y Fluidomecánica
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

Antonio Hidalgo Nuchera

Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

Rodrigo Martínez-Val Peñalosa

Departamento de Vehículos Aeroespaciales
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos

Los autores desean expresar su agradecimiento a las siguientes personas por su colaboración en el estudio:

Francisco Aparicio Izquierdo, Javier Sánchez Alejo y Carmen García Sánchez. Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA).

Arturo García de la Ceva. Servicio Regional de Empleo. Comunidad de Madrid.

Ramón Izard. Observatorio de Empleo. Comunidad de Madrid.

Carlos Mataix. ANFAC.

Helena Zamora. Farmaindustria.

Índice

CUADRO RESUMEN	3
1 PRESENTACIÓN DE LOS SECTORES INDUSTRIALES	4
2 EL SECTOR AEROESPACIAL	8
2.1 Caracterización económica y empresarial	8
2.2 La innovación en el sector aeroespacial	16
2.3 Capacidades, recursos y carencias del sector en la Comunidad de Madrid	24
2.4 Ocupaciones y formación en el sector aeroespacial	26
2.5 Flexibilidad y madurez del mercado laboral del sector	37
2.6 Análisis prospectivo del sector aeroespacial	37
3 EL SECTOR FARMACÉUTICO	45
3.1 Caracterización económica y nivel de innovación	45
3.2 El sector farmacéutico en España y en la Comunidad de Madrid	48
3.3 Capacidades, recursos y carencias del sector en la Comunidad de Madrid	55
3.4 Ocupaciones y formación en la industria farmacéutica	56
3.5 Flexibilidad y madurez del mercado laboral del sector	62
3.6 Análisis prospectivo del sector farmacéutico	64
4 EL SECTOR DE VEHÍCULOS DE MOTOR	67
4.1 Caracterización económica y nivel de innovación	67
4.2 La automoción en España y en la Comunidad de Madrid	76
4.3 Capacidades, recursos y carencias del sector en la Comunidad de Madrid	83
4.4 Ocupaciones y formación en automoción	84
4.5 Flexibilidad y madurez del mercado laboral del sector	91
4.6 Análisis prospectivo del sector vehículos a motor	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	109

CUADRO RESUMEN

La globalización lleva consigo un incremento de la competencia debido a la mayor integración de los mercados, por lo que el paso a una economía basada en el conocimiento y el fomento del uso de las nuevas tecnologías se está convirtiendo en un reto prioritario para todas las regiones europeas y, en particular, para la Comunidad de Madrid, que debe anticiparse y adaptarse a los cambios tecnológicos que se producen a un ritmo cada vez más rápido en el ámbito internacional. El conocimiento así como los propios recursos y capacidades tecnológicas se convierten en materias primas esenciales, y la posibilidad de acceder a los mismos de forma rápida y sencilla es una de las principales armas estratégicas de la competitividad.

En este contexto, la Comunidad de Madrid dispone de un excelente inventario de recursos tecnológicos radicados en diferentes agentes regionales: empresas e instalaciones industriales, universidades, centros de investigación, instalaciones de investigación para la gestión de proyectos complejos, etc. Ello implica que dispone de una elevada capacidad para generar y distribuir conocimiento en muy diversos campos tecnológicos. Por este motivo, la puesta en práctica de medidas dirigidas a conocer y evaluar los recursos tecnológicos para el desarrollo empresarial de la Comunidad de Madrid adquiere una relevancia singular.

En este informe se analizan las principales características de tres sectores industriales relevantes de la Comunidad de Madrid, tanto por su aportación económica al PIB regional y su traducción en empleos, como por su intensiva componente tecnológica, capaz de generar crecimiento a medio y largo plazo. Estos sectores industriales son: Aeroespacial, Farmacéutico y Vehículos de Motor.

La posición relativa de la Comunidad de Madrid en España es de predominio absoluto en el sector aeroespacial, pues factura el 63% del total nacional; de situación destacada en el farmacéutico, con un 36% (pero realizando un 50% del esfuerzo en I+D); y de peso apreciable aunque no en cabeza en el de automoción, que supone casi el 30% de la actividad industrial en la región.

Además de la propia caracterización económica de cada sector, se analiza su nivel de innovación y se identifican sus principales capacidades y recursos tecnológicos con la finalidad de conocer sus limitaciones, lo que facilitará el diseño de acciones específicas que permitan incrementar su nivel de competitividad. El análisis se completa con el estudio de las ocupaciones y formación sectorial, las características principales del mercado de trabajo y la capacidad de desarrollo (prospectiva) a medio y largo plazo.

A pesar de la ventajosa posición de Madrid en los tres sectores estudiados, el análisis detallado que se ha llevado a cabo muestra que existen facetas susceptibles de considerable mejora y aumento de la eficiencia y competitividad.

1 PRESENTACIÓN DE LOS SECTORES INDUSTRIALES

Este apartado tiene como finalidad caracterizar a los sectores industriales de la Comunidad de Madrid, y su comparación a nivel nacional, mediante la utilización de un conjunto de indicadores representativos que se han agrupado en indicadores de actividad económica e indicadores de actividad tecnológica. Estos indicadores se muestran a continuación.

Indicadores económicos (existentes para la Comunidad de Madrid y a nivel nacional):

- Número de empresas (2004)
- Empleo (2003)
- Valor Añadido Bruto (2002)
- Exportaciones (2003)
- Importaciones (2003)

Indicadores tecnológicos (existentes solamente a nivel nacional):

- Patentes solicitadas en la OEPM (2001-2003)
- Patentes solicitadas en la EPO (2001-2003)
- Patentes solicitadas en la USPTO (2001-2003)
- Patentes PCT (2001-2003)
- Gastos en innovación (2003)

Para llevar a cabo esta caracterización se ha seguido la siguiente metodología:

1. Utilización de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) a dos o tres dígitos para la identificación de los sectores industriales.
2. Utilización de la agrupación sectorial que establece la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) para la obtención de los valores de las patentes solicitadas, lo que puede permitir "a posteriori" profundizar con información tecnológica procedente de las bases de datos de patentes EPAT y ESPACENET.
3. A efectos de no perder la identidad sectorial de la CNAE, que se utiliza de forma generalizada por los Institutos de Estadística tanto regionales como nacional, se ha procedido a realizar una correspondencia o conversión de la clasificación sectorial de la CIP con la CNAE. De esta forma se han asignado los valores de las variables tecnológicas a los sectores CNAE utilizados.

De acuerdo con esta metodología se han obtenido los datos que se reflejan en las tablas 1.1 y 1.2, en las que aparecen remarcados los sectores industriales que van a ser objeto de análisis en este informe:

- Aeronáutica

- Farmacia
- Vehículos de motor

El sector Aeronáutico se considera como un subsector dentro de Otro Material de Transporte. Desde la perspectiva económica, la Comunidad de Madrid concentró el 63% de la actividad a nivel nacional en 2004 que fue de 3.309 millones de euros. Resalta el gasto en innovación, que alcanzó la cifra de 531 millones de euros, lo que supone el 16% de la facturación total; de este gasto cerca del 80% se realizó en Madrid. Sin embargo, destaca el que las patentes solicitadas fueron muy escasas en el periodo 2001-2003 con tan solo 18 solicitudes: 10 en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) y 8 en la Oficina Europea de Patentes (EPO).

El sector Farmacia (Productos Farmacéuticos) concentró en la Comunidad de Madrid el 26,2% de las empresas nacionales en 2004 y el 35,5% del empleo total en 2003. Por su parte, en este mismo año las exportaciones alcanzaron el 33,4% y las importaciones el 50% del total nacional. A nivel tecnológico, el gasto en innovación fue de 705.383 M€, casi el doble del sector Aeronáutico, mientras que las patentes solicitadas en el periodo 2001-2003 fueron de 419:137 en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), 87 en la Oficina Europea de Patentes (EPO), 67 en la Oficina Estadounidense de Patentes y Marcas (USPTO), y 128 por la vía del Tratado de París (PCT).

Por su parte, el sector Vehículos de Motor concentró en la Comunidad de Madrid tan solo el 9,7% de las empresas nacionales en 2004 y el 10,9% del empleo total en 2003. Estas cifras son coherentes con las correspondientes a las exportaciones e importaciones, en las que se obtuvieron el 8,2% y el 24,5% del total nacional, respectivamente. A nivel tecnológico se pone de manifiesto un gasto de innovación de 1.544.553 M€, doble que el del sector Farmacia, y un total de 342 patentes solicitadas en el periodo 2001-2003: 146 en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), 107 en la Oficina Europea de Patentes (EPO), 25 en la Oficina Estadounidense de Patentes y Marcas (USPTO), y 64 por la vía del Tratado de París (PCT).

Tabla 1.1. Indicadores económicos de los sectores industriales (Comunidad de Madrid y total nacional)

SECTORES	Nº de Empresas (2004)* CM	Nº de Empresas (2004)* España	Empleo (2003)*** CM	Empleo (2003)** España	VAB a precios básicos (2002)** y *** Millones € CM	VAB a precios básicos (2002)** Millones € España	Exportaciones (2003)**** Millones € CM	Exportaciones (2003)**** Millones € España	Importaciones (2003)**** Millones € CM	Importaciones (2003)**** Millones € España
1. Industrias extractivas	239	2.976	1.908	50.577	656,6	2.804	51,7	863,3	1.517,9	16.165,5
2. Industrias del petróleo	10	20	1.497			3.201	676,5	3.462,1	191,6	4.610,5
3. Energía y agua	354	4.259	13.427	61.880	2.034,6	13.670	127,1	238,5	236,7	251,6
4. Alimentación y bebidas	1.638	32.586	24.386	367.648	1.141,4	15.817	379,6	12.007,4	1.667,9	11.331,9
5. Tabaco	7	73	714	5.371			3,5	85,0	360,7	1.187,8
6. Textil	631	10.304	2.994	103.339	69,1	5.760	239,5	3.456,5	659,9	4.161,4
7. Confección y peletería	2.127	16.240	13.150	107.503	440,4		324,4	2.806,0	1.364,7	4.998,0
8. Cuero y calzado	319	6.757	1.640	60.355	87,4	1.745	127,1	2.663,8	332,1	2.218,8
9. Madera y corcho	1.129	18.346	4.601	101.886	223,7	2.588	34,5	1.018,8	249,3	2.043,6
10. Cartón y papel	359	2.205	7.490	55.242	363,7	10.009	289,6	2.726,9	1.065,6	3.776,2
11. Edición, impresión y reproducción	7.002	24.999	41.762	137.596	2.483,9		485,8	1.139,2	369,5	672,0
12. Industria química	599	4.617	26.450	138.228	1.713,7	10.078	2.094,9	15.081,2	6.428,5	23.257,8
12.1 Productos farmacéuticos	117	447	13.367	37.682	949,9		1.368,4	4.096,8	3.745,9	7.491,8
13. Caucho y materias plásticas	649	6.247	8.199	122.310	449,6	5.517	359,2	4.500,5	941.303	5.155,2
14. Otros productos minerales no metálicos	711	12.873	13.074	189.754	757,3	8.916	252,5	4.351,8	359,4	2.336,3
15. Metalurgia	233	1.758	3.630	76.091	265,7	14.866	452,5	6.127,6	1.005,3	9.886,1
16. Manufacturas metálicas	4.444	44.412	28.450	347.298	1.134,9		284,4	3.849,9	746,4	4.241,0
17. Maquinaria y equipo mecánico	1.439	14.788	21.063	190.201	928,2	7.961	1.030,7	8.805,9	4.455,2	15.495,4
18. Máquinas de oficina y equipos informáticos	285	1.209	3.874	5.439	939,4	7.104	451,6	1.333,8	2.770,1	4.907,0
19. Maquinaria y material eléctrico	374	3.182	9.711	87.234	695,3		783,6	4.546,6	1.559,1	6.434,0
20. Equipo electrónico	301	1.121	11.347	26.452	662,9		904,6	4.364,2	3.925,3	7.958,3
21. Equipo e instrumental médico-quirúrgico, de precisión, óptica y relojería	939	5.805	10.333	32.211			625,6	1.796,0	2.193,8	4.835,7
22. Vehículos de motor	218	2.256	17.890	163.522	837,5	11.487	2.746,3	33.303,7	7.892,8	32.282,0
23. Otro material de transporte	104	2.655	5.472	54.557	405,4		1.170,6	4.659,6	1.263,9	4.083,8
23.1 Construcción aeronáutica	39	137		13.160			1.055,2	1.965,7	838,8	1.937,8
24. Muebles y otras actividades de fabricación	3.543	28.398	21.534	165.403	685,4	4.933	369,9	2.864,1	1.124,6	3.899,8
25. Reciclaje	19	203	1.279	3.488			-	-	-	-
26. Servicios de consultoría técnica en arquitectura, ingeniería y sectores afines	17.688	92.418	53.240	176.094	1.570,3	6.129,5	3,8	5,2	1,2	5,2

Fuentes: * Directorio Central de Empresas (DIRCE); ** Instituto Nacional de Estadística (INE); *** Instituto Estadística de la Comunidad de Madrid; **** Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid

Tabla 1.2. Indicadores tecnológicos de los sectores industriales (Comunidad de Madrid y total nacional)

SECTORES	Patentes solicitadas en la OEPM (2001-2003) España	Patentes solicitadas en la EPO (2001-2003) España	Patentes solicitadas en la USPTO (2001-2003) España	Patentes PCT (2001-2003) España	Gastos en innovación (2003) Miles € España
1. Industrias extractivas	4	0	0	0	47.135
2. Industrias del petróleo	2	13	9	2	129.061
3. Energía y agua	15	1	0	4	85.798
4. Alimentación y bebidas	116	28	5	8	421.549
5. Tabaco					
6. Textil	63	15	4	0	409.328
7. Confección y peletería	86	14	0	3	34.691
8. Cuero y calzado	42	30	3	0	22.707
9. Madera y corcho	76	9	4	0	42.250
10. Cartón y papel	39	5	0	1	66.454
11. Edición, impresión y reproducción	159	9	0	5	127.808
12. Industria química	294	156	101	176	995.095
12.1 Productos farmacéuticos	137	87	67	128	705.383
13. Caucho y materias plásticas	331	60	5	13	158.276
14. Otros productos minerales no metálicos	165	14	1	6	150.034
15. Metalurgia	71	9	8	5	133.187
16. Manufacturas metálicas	465	131	18	28	345.143
17. Maquinaria y equipo mecánico	556	198	76	92	328.058
18. Máquinas de oficina y equipos informáticos	15	3	0	0	39.222
19. Maquinaria y material eléctrico	295	54	29	23	231.406
20. Equipo electrónico	63	53	32	5	185.123
21. Equipo e instrumental médico-quirúrgico, De precisión, óptica y relojería	164	26	5	5	85.504
22. Vehículos de motor	146	107	25	64	1.544.553
23. Otro material de transporte	39	16	6	31	543.056
23.1 Construcción aeronáutica	10	8	0	0	397.408
24. Muebles y otras actividades de fabricación	599	56	18	23	78.540
25. Reciclaje	5	0	0	0	8.557
26. Servicios de consultoría técnica en arquitectura, ingeniería y sectores afines					

2 SECTOR AEROESPACIAL

Se procederá a continuación a definir el sector considerado y a describir sus principales características y el entorno económico y empresarial en que se desarrolla.

2.1 Caracterización económica y empresarial

La industria aeroespacial es la columna vertebral de un sistema complejo y extenso que incluye, también, otras facetas de gran relieve económico: las compañías aéreas, los aeropuertos, los sistemas de ayudas a la navegación aérea, las fuerzas armadas en cuanto utilizadoras de aeronaves, los organismos gubernamentales que velan por la seguridad y desarrollo de la aviación y los que tutelan la utilización pacífica del espacio (esta última con sus múltiples conexiones con telecomunicaciones, recursos terrestres, etc.), y los centros de investigación aeroespacial.

El Instituto Nacional de Estadística, Eurostat y numerosas entidades dedicadas al análisis de la innovación lo consideran dentro de los sectores de alta tecnología, según el esquema adjunto:

- Industria farmacéutica
- Maquinaria de oficina y material informático
- Componentes electrónicos
- Aparatos de radio, TV y comunicaciones
- Instrumentos médicos, de precisión, óptica y relojería
- Construcción aeronáutica y espacial

Desde el punto de vista de los productos fabricados, la industria se orienta hacia:

- Aeronaves
- Satélites
- Misiles y sistemas de defensa

Cada uno de estos, a su vez, está subdividido y organizado alrededor de la célula o estructura, la propulsión del vehículo, y los sistemas que lleva a bordo. El presente informe abarca la actividad industrial relativa a todos los tipos de vehículos y segmentos citados.

El sector aeroespacial tiene una serie de connotaciones que, aunque pueden aparecer separadamente en otras actividades productivas, manifiestan sinérgicamente sus peculiaridades de forma destacada.

Estas características son las siguientes:

- Creador potente de riqueza

- Relevante en su actividad de I+DT
- Impulsor de tecnologías punta de trasvase horizontal
- Decisivo en la exploración del Universo
- Dual en los Campos: defensa/civil
- Dependiente del mercado institucional
- Generador de empleo de alta cualificación
- Acusado carácter cíclico
- Productos de largo ciclo de vida
- Industria de síntesis de gran capacidad de integración
- Inductor de la cooperación internacional
- Sujeto al mercado global
- Intensivo en capital
- Objeto de comercio internacional
- Clave de la política de seguridad y defensa

Debido a estas particularidades la industria aeroespacial ha estado siempre sometida a tutela e intervención gubernamental en todos los países, incluso en los más liberales. Y por otro lado, dado el riesgo tecnológico y financiero de los grandes proyectos que se están acometiendo en los últimos años, se ha acentuado el carácter multinacional y global de la misma, no sólo en faceta de mercado que es evidente, sino en la más estrictamente técnica y productiva. Continuamente se constituyen alianzas para sacar adelante nuevas iniciativas, desde aviones de tamaño medio como ocurre en los aviones regionales de reacción, dominado por canadienses y brasileños pero con alta participación de otros países incluida España, o de grandes aviones de transporte. Se llega dar el caso de formar alianzas específicas entre empresas que son competidoras en todos los demás productos de su segmento.

Las empresas han tendido tradicionalmente hacia la máxima especialización dentro de los segmentos señalados en el apartado anterior, aunque en las últimas décadas se han ido formando conglomerados industriales que abarcan a varios o, incluso, todos los segmentos por la fortísima competencia y por las presiones gubernamentales para contar con grupos próximos con suficiente capacidad y dimensión.

Desde el punto de vista del tipo de empresa, en la industria aeronáutica se pueden distinguir tres escalones principales a los que cabría añadir un cuarto importantísimo: el mantenimiento.

- Empresas integradoras. Son empresas de cabecera integradoras de las aeronaves, motores o equipos fundamentales. Los programas de estos fabricantes son los que, en cadena descendente y colateral, generan la actividad de toda la gama de industrias aeronáuticas.

- Contratistas de primera línea. Son los responsables de la producción y, en muchos casos, diseño de detalle o, hasta un cierto nivel, de subconjuntos y sistemas importantes de la aeronave.
- Subcontratistas. En muchos casos sin responsabilidad de diseño o en niveles menores que producen piezas elementales o pequeños subconjuntos. Estas empresas no suelen tener responsabilidad de diseño del componente y sí, en muchos casos del diseño de utillaje, para lo que suelen colaborar con algunas ingenierías especializadas.
- Mantenimiento. La vida activa de las aeronaves exige que se lleven a cabo las tareas de revisión y reparación señaladas por diversas reglamentaciones nacionales e internacionales con objeto de mantener los certificados de aeronavegabilidad. Esta función la llevan a cabo en parte los propios fabricantes, las compañías aéreas o fuerzas aéreas y, también, empresas debidamente calificadas por las autoridades aeronáuticas responsables de la seguridad de vuelo.

La Tabla 2.1 recoge algunos datos de las principales empresas mundiales del sector. Es de destacar la diferencia en volumen de negocios (y empleados, aunque esta cifra no figure explícitamente en dicha tabla) entre las grandes firmas norteamericanas y las europeas; entre las que destacan las británicas. Lo cual, unido al apoyo continuado durante décadas a las actividades de I+DT en EEUU, justifica la ventaja tecnológica que han tenido y que sólo recientemente se ha visto equilibrada en los aviones de transporte civil y en los aviones de transporte militar.

Tabla 2.1. Principales empresas de la industria aeroespacial (2002)

Nombre	País	Cifra de negocios (mill. dólares)
Bae	UK	20300
Boeing	USA	57900
Bombardier	CND	7800
Dassault	F	3100
EADS	UE	28600
Finmeccanica	I	4050
General Dynamics	USA	6100
General Electric	USA	11400
Goodrich	USA	4200
Honeywell	USA	9700
Lockheed Martin	USA	24100
Mitsubishi	JP	3900
Northrop Grumman	USA	11500
Raytheon	USA	15500
Rolls Royce	UK	7000
SNECMA	F	6200
Textron	USA	4700
Thales	F	6800
TRW	USA	6300
United Technologies	USA	13100

Más adelante se volverá sobre las características empresariales del sector, y su distribución entre los tres niveles apuntados más arriba.

Como se ha señalado anteriormente la actividad económica que se mueve alrededor de la industria aeroespacial es enorme. Su principal exponente, el transporte aéreo, tiene una repercusión económica y social de la máxima importancia, dando empleo a más de 20 millones de personas en el mundo y generando más de un billón de dólares de negocio. Se puede argumentar con todo rigor que la sociedad actual es inconcebible sin las prestaciones del transporte aéreo. Y la magnitud de la aviación comercial es enorme. Cuenta con más de 900 operadores de líneas aéreas, 200 organizaciones gubernamentales, 1.350 operadores de aeropuertos, 150.000 tripulantes y 17.000 aparatos. Cada 2 segundos aterriza un avión, lo que significa más de 40.000 vuelos diarios que mueven alrededor de 4 millones de pasajeros. En el 2002 volaron más de 1.500 millones de pasajeros. Y como la seguridad es el criterio decisivo de la aviación toda esta actividad se realiza con una tasa de accidentes bajísima, del orden de uno por cada millón de horas de vuelo de media de todos los países, estando los europeos, norteamericanos, Japón y Australia en las tasas más bajas; y algunos países de África y Asia en las cifras más altas, del orden de 10 veces la de aquéllos. La seguridad es tal que en Estados Unidos, país del máximo desarrollo de transporte aéreo y por carretera, las víctimas mortales de automóvil superan en más de 400 veces a las de accidentes aéreos.

En cuanto a la industria manufacturera propiamente dicha, el sector está polarizado en los Estados Unidos (50%), Europa (35%), Japón (6%) y Canadá (6%). Otros países que desarrollan una producción de cierta entidad son China, Israel, Taiwán, Brasil, Corea y la India. La participación de Estados Unidos en el volumen global aeroespacial se viene erosionando lenta pero progresivamente, habiendo declinado desde una posición de absoluto dominio a mediados de los años 80, en que generaba más de las dos terceras del total mundial, hasta el presente en que representa alrededor de la mitad, según muestra la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Cifra de negocios y empleo en diversas partes del mundo (AECMA 2003)

	Cifra de ventas (millardos €)	Empleo (miles)
EEUU	104,0	531,9
UE	74,6	407,8
Japón	11,4	31,0*
Canadá	14,5	78,8
Otros**	9,0	103,0
Global	213,4	1152,5

*No comparable por criterios estadísticos diferentes

**Sin incluir China ni ex-URSS

La contribución europea está muy concentrada en cuatro países: Reino Unido, Francia, Alemania e Italia; que copan el 30% del global mundial, siguiendo después España, Suecia y Países Bajos, que elevan la cuota hasta el 35% en el contexto mundial. La figura 2.1 ilustra este comentario sobre la base del empleo directo en los respectivos países.

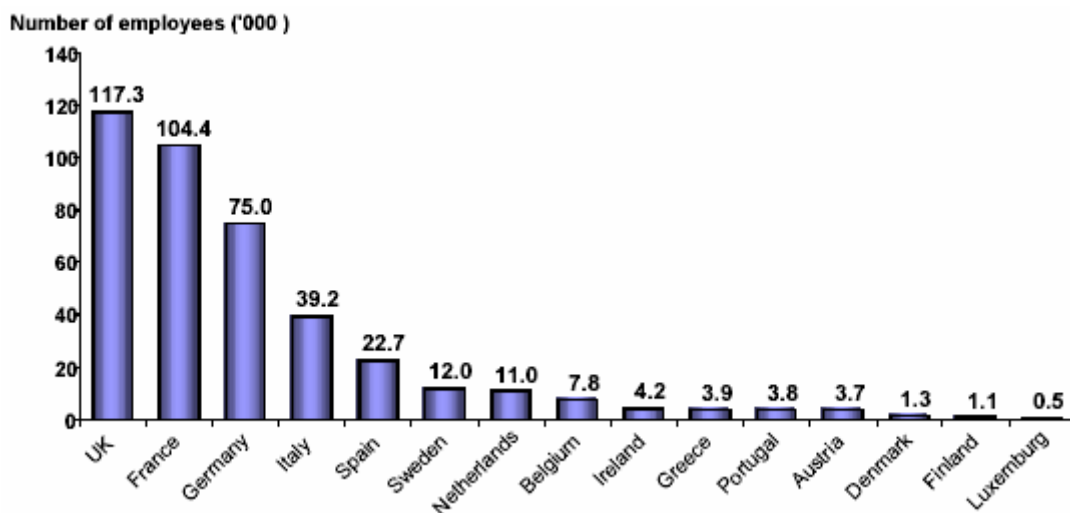


Figura 2.1. Empleo directo en la industria aeroespacial europea (AECMA 2002)

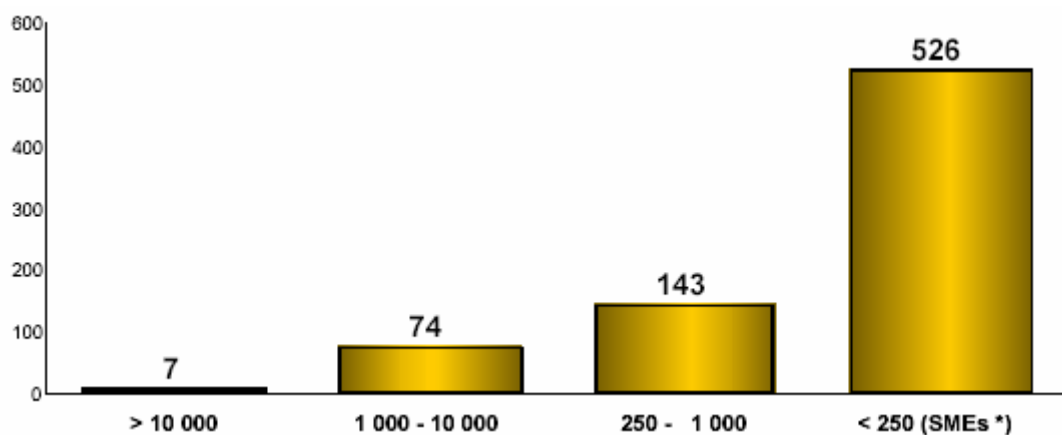


Figura 2.2. Empresas asociadas a AECMA, por tamaño (AECMA 2002)

El caso de Países Bajos merece la pena de destacarse pues ha tenido siempre una posición muy relevante y superior aunque semejante a la española, hasta que la profunda crisis global y del transporte aéreo de comienzos de los años 90 llevó al cierre de la empresa Fokker, una de las pioneras y más renombradas. En una década de recortes y cierres la industria ha perdido más de la mitad de su potencial y sólo se ha recuperado en parte por la participación en nuevos programas industriales europeos: A380, A400M, Galileo, etc. Países Bajos ha sido el caso más notable y casi único de crisis generalizada del sector en Europa.

En cuanto al empleo directo en la industria aeroespacial, el tamaño de las empresas reflejado en la figura 2.2 refleja muy bien la situación: unas pocas grandes empresas integradoras que cubren todos los segmentos; un segundo escalón con un nutrido número de empresas, bien integradoras de aeronaves o motores de aviación de menor tamaño o bien contratistas principales responsables de grandes subconjuntos o sistemas; y un tercer escalón de empresas, incluyendo muchas PYMES proveedoras de partes, utillaje, componentes, etc. Todas las empresas grandes están asociadas a AECMA (Association Européenne de Constructeurs de Matériel Aérospatiale), pero sólo una parte de las PYMES lo están, cosa que también ocurre a nivel de cada país, como se verá más tarde para el caso español.

La crisis citada de comienzos de los años 90 se observa claramente en la figura 2.3. La industria europea, que venía haciendo notables avances sobre todo en el mercado civil por el continuo progreso del consorcio Airbus, sufrió un duro revés entre 1990 y 1994, perdiendo unos 150.000 puestos de trabajo y alrededor de un 25% de su facturación. Una vez superada la crisis, la cifra de negocios se ha recuperado más que sobradamente hasta un máximo en el año 2001, con un nuevo máximo en el año 2004 no registrado en el gráfico anterior, aunque el empleo no ha vuelto a los niveles de 1990. Un importante aumento de productividad unido a una política más activa de subcontrataciones y de "outsourcing" de algunas actividades fuera del sector han permitido multiplicar por casi dos el volumen de actividad por empleado en unos 10 años.

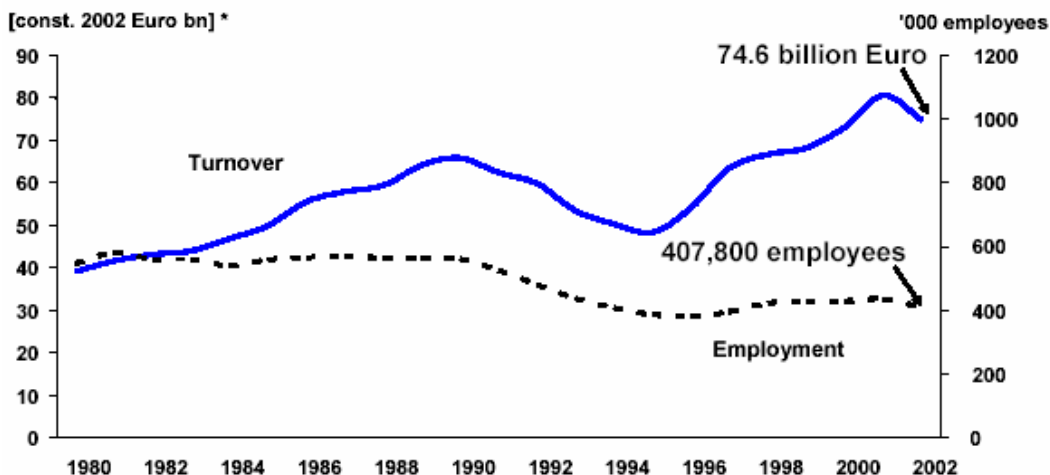


Figura 2.3. Facturación y el empleo en la industria aeroespacial europea (AECMA 2002)

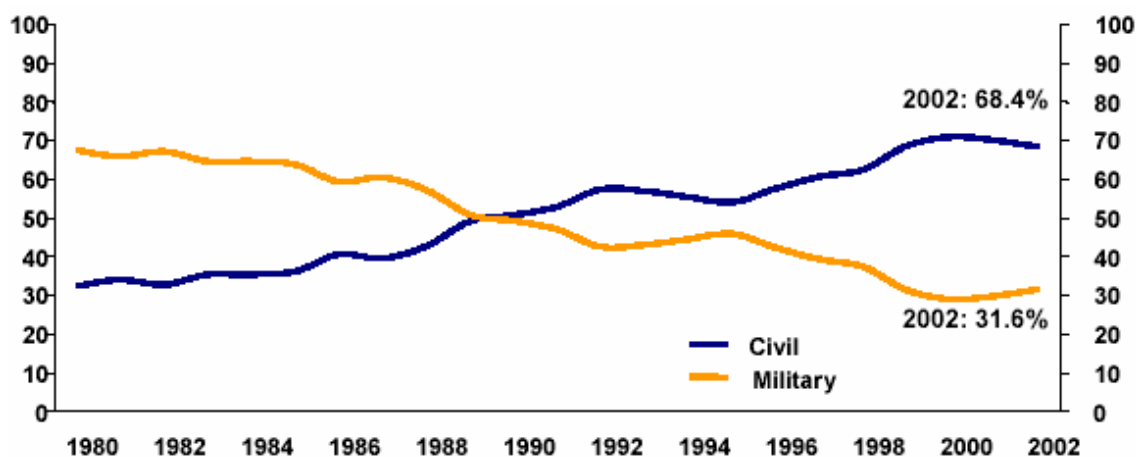


Figura 2.4. Porcentaje de facturación en los mercados civil y militar en Europa (AECMA 2002)

En buena medida la progresión de la industria europea se ha debido a haberse decantado por el mercado civil, en detrimento del militar (figura 2.4), pues este último está sometido a vaivenes imprevisibles de la situación geopolítica mundial: conflictos bélicos, actuaciones terroristas, desaparición del bloque comunista europeo, etc. A pesar de la reciente recuperación del mercado militar tras los atentados del 11 de septiembre de 2001 en EEUU y de las intervenciones en Afganistán e Irak, la previsión para el mercado militar es muy incierta, centrada en sistemas de armas cada vez más sofisticados, mientras que la demanda para aviación civil se

estima que crecerá alrededor del 5% anual durante al menos dos décadas (Airbus 2004, Boeing 2003) y se necesitarán entre 16000 y 20000 nuevos aviones de transporte (figura 2.5).

Total demand will be met by 15,181 new and 3,021 recycled aircraft

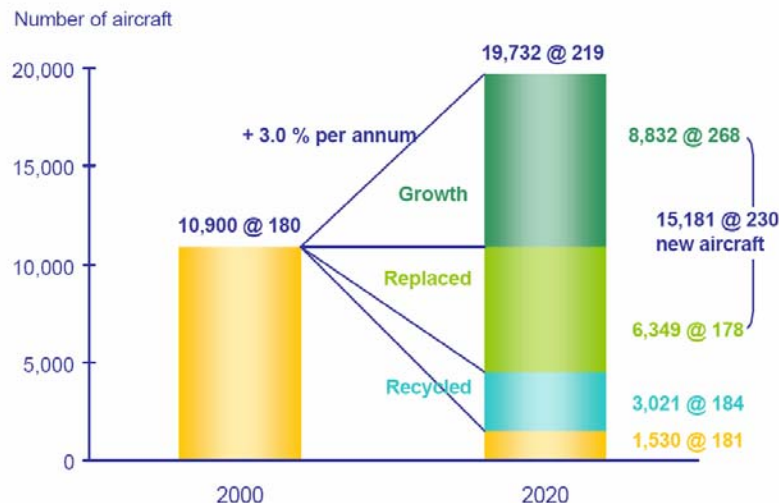


Figura 2.5. Demanda de nuevos aviones hasta 2020 (Airbus 2003)

Centrándonos en el caso español, el empleo directo del sector aeroespacial fue en el 2004 de unas 26.200 personas, según datos de la Asociación Técnica Española de Constructores de Material Aeroespacial, ATECMA, incluyendo las actividades de mantenimiento de aeronaves y motores, lo que supone aproximadamente un 5,5 % del sector europeo. La tabla 2.3 recoge las cifras más significativas del sector.

Tabla 2.3. Datos clave de la industria aeroespacial española (ATECMA 2004)

Empleo	26207 personas
Facturación	3.309 millones de euros
Gasto en I+D	16% de la facturación
Exportaciones	72% de la facturación
Cartera de pedidos	170% de la facturación

La actividad del sector ha sido siempre creciente, casi sin notar la crisis de los años 90, y está en un tremendo auge debido a la participación en todos los programas importantes que se desarrollan actualmente en Europa: Airbus en todos sus modelos, incluyendo el gigante A380; aviones de transporte militar como el A400M; el avión de combate europeo; el programa Ariane de vehículos lanzadores de satélites artificiales; el programa Galileo de constelación de satélites GPS y de servicios; y las plantas propulsoras y sistemas de abordaje para todos ellos. El desarrollo de productos propios ha tenido también una venturosa andadura en la última década. Ello ha supuesto un incremento de más de 10.000 empleos directos en este período.

La figura 2.6 muestra la tendencia marcadamente positiva de esta evolución en los últimos años, mientras que la figura 2.7 presenta la distribución de actividad por productos; actividad claramente dominada por la fabricación y el mantenimiento de aviones, que supone actualmente un 65% del total.

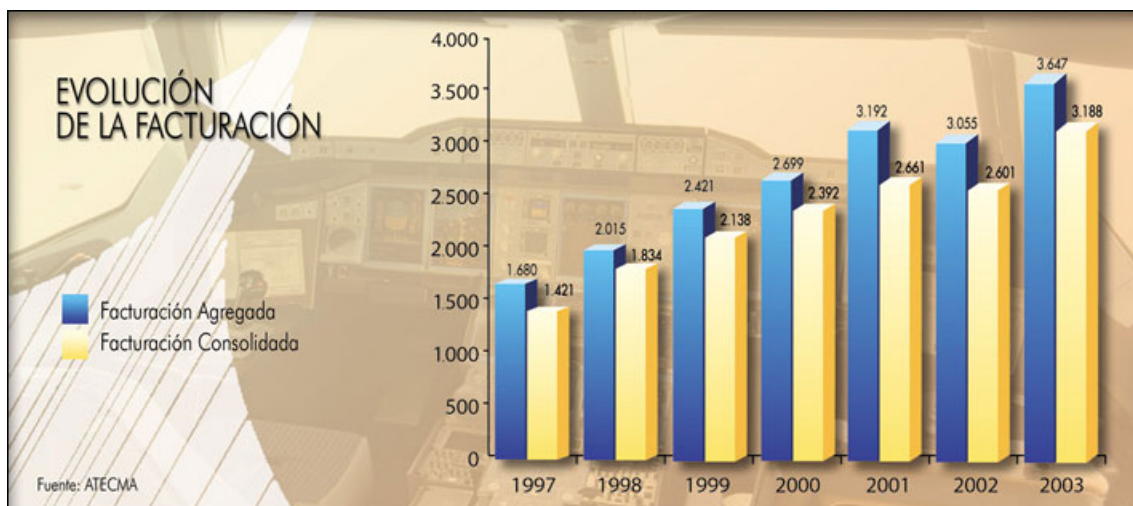


Figura 2.6. Evolución de la facturación de la industria aeroespacial española (ATECMA 2003)

La industria aeroespacial española identificada como tal (muchas PYMES proveedoras habituales u ocasionales figuran clasificadas en sus Campos principales de actividad) está compuesta por unas 290 empresas, de las que solo 6 tiene más de 1000 empleados y otras 6 entre 250 y 1000 trabajadores. Tienen una facturación consolidada de unos 2.900 millones de euros, lo que representa aproximadamente el 0,4 % del PIB nacional, y un 3,5 % del sector europeo.



Figura 2.7. Actividad económica por sectores de producción (ATECMA 2003)



Figura 2.8. Distribución de las empresas del sector aeroespacial (ATECMA 2003)

A la vista del mapa de la figura 2.8 y los datos de las diversas empresas, alrededor del 63% de toda la actividad se concentra en la Comunidad de Madrid, que va seguida de Andalucía y el País Vasco, con un ascenso importante de Cataluña en el último quinquenio. No obstante, las cifras de la Comunidad de Madrid están algo distorsionadas por radicarse en su zona los principales talleres de mantenimiento de IBERIA, que con otros criterios estadísticos quedarían fuera del sector.

Dentro de la propia Comunidad pueden distinguirse tres áreas en que se concentran las empresas: Getafe y municipios colindantes, donde se radican Airbus, EADS Military Transport Division y CESA con un nutrido grupo de contratistas y proveedores; el corredor del Henares con IBERIA mantenimiento, ITP e INDRA entre otros; y el norte, eje Alcobendas-Tres Cantos, con INDRA, GAMESA, SENER, y otras dedicadas a fabricación de componentes de materiales compuestos.

2.2 La innovación en el sector aeroespacial

La industria aeroespacial figura en vanguardia del avance tecnológico actuando, a su vez, de motor de desarrollo para otras disciplinas. El efecto sinérgico de su componente I+DT es de gran importancia. Pero, por la misma razón, los costes de I+DT en relación con los costes de producción no tienen igual en otros sectores industriales y los periodos de recuperación de inversiones son mucho más largos.

En este sector se da una conexión especialmente estrecha entre investigación, innovación, producción y operación. Las oficinas de proyecto, motor directo de muchas de las innovaciones y demandante de gran parte de las investigaciones tiene la responsabilidad de mantener vivos programas que duran alrededor de 50 años, desde la fase definición del avión hasta que termina su vida operativa el último fabricado, según se observa en la figura 2.9. Son productos muy caros y complejos y, aunque el concepto de avión se mantiene durante décadas, hay que introducir continuas variantes en las sucesivas series para atender al mercado, Cambiante y extremadamente competitivo. Variantes que incluyen habitualmente importantes modificaciones en la planta propulsora, equipos y sistemas, procedimientos de fabricación, etc.

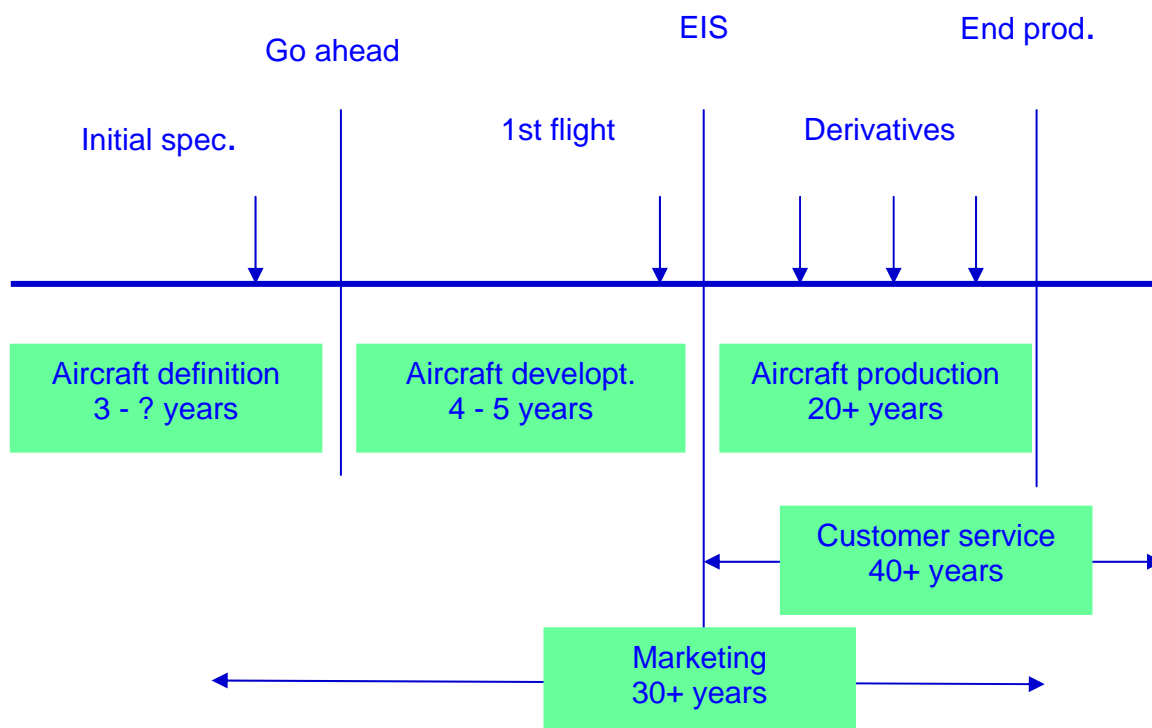


Figura 2.9. Ciclo vital de un programa de avión de transporte

En relación con la I+DT del sector conviene tener claros dos aspectos: primero, la calidad y cantidad de la investigación y desarrollo que se lleva a cabo en cierto período determina en gran parte el grado de avance y valor de los productos aeroespaciales que se desarrollen y produzcan para una generación o más; segundo, la investigación y desarrollo que no se realice en cierto momento impedirá o dificultará las aplicaciones en productos durante esa misma generación.

El esfuerzo de investigación y desarrollo de la industria ha conseguido reducir, en los últimos 40 años, a la mitad el consumo de combustible de los aviones con la consiguiente mejora del impacto ambiental. Además, la industria ha conseguido hacer del viaje aéreo el modo más seguro de transporte.

Pero la actividad investigadora no cesa en este Campo, porque dado el crecimiento esperado del transporte aéreo, toda iniciativa es poca para reducir la tasa de accidentes. La industria ha urgido la creación de EASA (European Aviation Safety Authority) para concentrar los esfuerzos nacionales y acelerar los trabajos en el tema de la seguridad, cuidando todos sus aspectos desde el diseño, la fabricación y el mantenimiento hasta la operación. Se prevé también para el futuro una estrecha coordinación entre EASA y Eurocontrol.

El empleo en el sector aeroespacial mundial se ha venido repartiendo según estas proporciones: Algo más del 60 % en producción, 18 % en I + D y aproximadamente 20 % en mantenimiento. La proporción de I+DT es sumamente alta si se compara con otras industrias y tecnologías y se lleva a cabo tanto por la iniciativa pública como por la privada, con ligero predominio de aquella (10% frente al 8 %).

La inversión en I+DT en Europa fue en el año 2002 del 13,9% de la facturación, con un monto total de 10.400 millones de Euros. Esta cifra está financiada en parte por los gobiernos y en parte por las propias compañías.

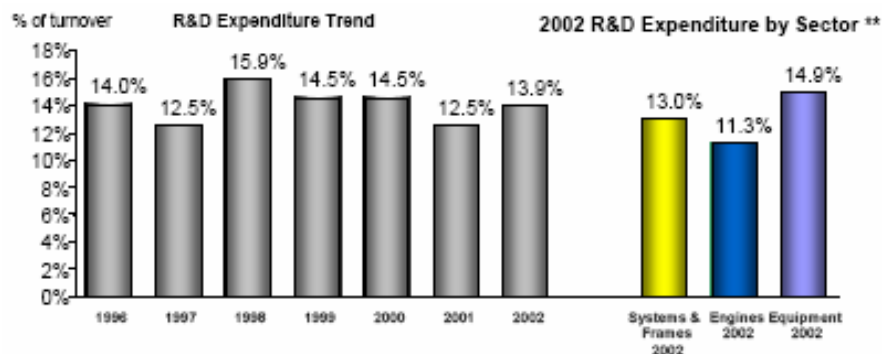


Figura 2.10. Porcentaje de gasto en actividades de I+DT en la Unión Europea (AECMA 2003)

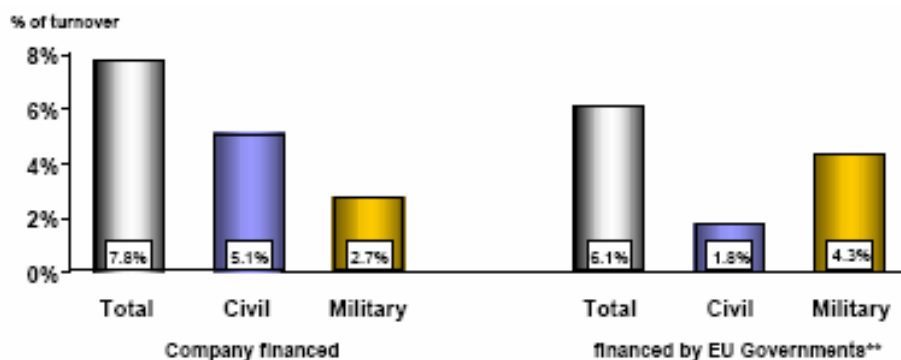


Figura 2.11. Distribución del gasto en I+DT en la UE (AECMA 2003)

Comparado con otros sectores de alta tecnología, la industria aeroespacial es líder en inversiones en investigación y desarrollo. Por norma se viene gastando últimamente en Europa un promedio de 12-16% de su cifra de negocios cada año. Como se ve en la figura 2.10, es en el área de equipos donde se dedica más porcentaje de facturación a I+DT.

Uno de los temas que produce mayor fricción entre la Unión Europea y Estados Unidos es el apoyo a la industria. En este sentido debe señalarse que la financiación de actividades de I+DT con fondos públicos en la Unión Europea es alrededor del 44% del total, y está principalmente vinculada a los programas militares.

Los Programas Marco de investigación europea dedican a la aeronáutica civil en torno al 30% de todo el gasto público disponible para la investigación. Por ejemplo, el VI Programa Marco que se desarrolla en el período 2003-2006 tiene un presupuesto de 1.075 millones de euros para la investigación aeronáutica y espacial. Debe recalcar que, aparte de los programas comunitarios, la mayoría de los estados miembros de la UE mantienen programas nacionales de investigación aeronáutica y espacial y las autoridades comunitarias buscan una mayor

coordinación para vencer la actual fragmentación de I+DT en aeronáutica civil y minimizar la duplicación de esfuerzos.

A este fin, la Comisión de la UE ha creado el European Research Area (ERA). Es en ese espacio donde se van a desarrollar los Programas Marco empezando por el VI Programa vigente.

En cuanto a la situación en Estados Unidos, se estima que el apoyo de la Administración vía NASA y Departamento de Defensa es casi tres veces superior al de la Unión Europea, considerando tanto el segmento civil como el militar. En EEUU más de la mitad del gasto total en I+DT es financiado por la Administración pública. No obstante, en Europa se lleva a cabo un importante esfuerzo para disminuir esa diferencia. En la mayoría de los países europeos el tipo de ayuda aplicado son subvenciones del 50 % de lo invertido en I+DT, excepto la financiación del desarrollo de programas concretos (tipo Airbus) que son anticipos reembolsables y con niveles máximos de apoyo inferiores al 30% de los costes no recurrentes, como en el caso del Airbus A380.



Figura 2.12. Momento del despegue en el primer vuelo del Airbus A380, el mayor avión civil del mundo, el 27 de abril de 2005.

En EEUU la industria aeroespacial recibe un porcentaje importante de todos los fondos nacionales para investigación y desarrollo. Sin embargo, tal porcentaje, que llegó a ser del 20 % al final de los años 1980, ha venido decreciendo hasta llegar a superar escasamente el 5 % al final del siglo XX. La inversión en I+DT aeroespacial del gobierno y la industria ha descendido desde 24.500 millones de dólares en 1987 al nivel de 15.000 millones de dólares actualmente, un 56% en términos reales, lo que ha levantado voces de alarma, advirtiendo de las consecuencias a largo plazo. Ello ha ido en paralelo a un descenso en la cuota de mercado global aeroespacial que ha caído desde un pico de 72% en 1985 al 50% del comienzo de los años 2000. Se ha puesto en marcha un programa de aceleración con una subida progresiva desde 2002 para llegar al 15 % de los fondos nacionales a partir del 2005.

Aunque la inversión en investigación y desarrollo aeroespacial americana es importante, la mayor parte está orientada al producto y sólo un relativamente pequeño porcentaje se gasta con una visión de largo plazo. Por ello, las voces críticas señalan que es totalmente necesario que el gobierno norteamericano, y particularmente la NASA, continúen con su histórico papel de apoyar la investigación de punta, precompetitiva. Esta tiene un horizonte de tiempo más largo (diez años o más) de lo que la industria suele considerar, antes de que esté lo bastante madura para realizar la transición al desarrollo del producto.

La industria aeronáutica europea, incluyendo muy destacadamente los sectores de equipos y motores, necesita ayudas sobre su inversión en I+DT para asegurar la competitividad y evitar la situación de práctico monopolio de EEUU en la aviación de transporte. Aún hoy día, después del florecimiento de la industria europea, cerca del 70% del parque de aviones de las líneas aéreas están contruidos en EEUU; cifra que va descendiendo paulatinamente por el equilibrio que existe en la cartera de pedidos entre Airbus y Boeing en la última década. En aviones de menor tamaño para transporte regional, la presencia estadounidense es minoritaria, pues en aviones de hélice el dominio corresponde a la Unión Europea, y en aviones de reacción está repartido entre Canadá y Brasil, en ambos casos con cierta participación española.

Los sectores aeronáutico y espacial son Campos en los que Europa cuenta con una tradición de éxito, y un gran potencial económico y comercial. Para hacer frente a las necesidades previsibles en materia de transporte aéreo a escala mundial y las necesidades de defensa en escenarios geopolíticamente complejos, hay que hacer un esfuerzo de integración de la capacidad industrial y de las actividades de I+DT. Por ello, en el segmento civil se han convocado una serie de líneas de investigación preferentes, detalladas en el Programa de Trabajo de la Prioridad temática "Aeronáutica y Espacio".

En aeronáutica, teniendo como base, por un lado, la Agenda Estratégica de Investigación que ha establecido el Consejo Asesor sobre la Investigación Europea en Aeronáutica (ACARE) y, por otro, el Libro Blanco "La política europea de transportes de cara a 2010: la hora de la verdad", el Programa de Trabajo de investigación en aeronáutica ha establecido dos objetivos principales:

- Cubrir las necesidades de la sociedad de un transporte aéreo más eficiente, seguro y respetuoso con el medio ambiente.
- Que la aeronáutica europea alcance el liderazgo global con una cadena competitiva de suministradores, incluyendo a las PYMES.

El Programa de Trabajo está estructurado en cuatro áreas de investigación que son:

- Refuerzo de la competitividad de la industria europea de fabricación en lo que se refiere a aeronaves civiles, motores y equipos.
- Reducción del impacto medioambiental de la aviación mediante la disminución del consumo de combustible, de las emisiones de CO₂ y NO_x y de otros contaminantes químicos, y de la contaminación acústica.
- Refuerzo de la seguridad ("safety" y "security") de las aeronaves en un contexto de aumento importante del tráfico aéreo.

- Aumento de la capacidad operativa y la seguridad del sistema de transporte aéreo, en apoyo del "Cielo Único Europeo" (sistema de control y de gestión del tráfico aéreo).

Según el planteamiento de los proyectos de investigación, tenemos distintos tipos de instrumentos:

- Enfoque ascendente y abierto de la investigación, para mejorar la tecnología base y desarrollar conceptos innovadores y tecnologías avanzadas que preparen el terreno de un Cambio en la aviación (principalmente instrumentos tradicionales).
- Enfoque descendente y focalizado de la investigación, integrando una masa crítica de Campos técnicos, de actividades y de recursos necesarios para conseguir objetivos ambiciosos (preferiblemente nuevos instrumentos).

En el campo espacial el objetivo principal es contribuir a la aplicación de la Estrategia Europea del Espacio mediante actividades de investigación orientadas a aplicaciones, en colaboración con la Agencia Espacial Europea y los Estados miembros. Una combinación óptima entre sistemas espaciales e infraestructura terrestre y una integración de los futuros servicios y sistemas de información y comunicación basados en el espacio, crearán mayores perspectivas en estas aplicaciones. Se incluirán los siguientes ámbitos de actividad:

- Galileo: este sistema europeo de navegación por satélite, desarrollado por un consorcio empresarial en estrecha cooperación con la Agencia Espacial Europea, tendrá operatividad plena en 2008. Cubrirá una amplia gama de actividades de la sociedad europea y tendrá repercusiones profundas en múltiples ámbitos.
- GMES: el objetivo es estimular la evolución de los servicios de información por satélite mediante el desarrollo de tecnologías que permitan salvar la distancia que separa la oferta de la demanda y construir una capacidad europea en el ámbito de la vigilancia en favor del medio ambiente y la seguridad.
- Telecomunicaciones por satélite: las comunicaciones por satélite deben integrarse en el ámbito general de los sistemas de telecomunicaciones en particular, los sistemas terrestres para aprovechar al máximo el potencial de las tecnologías de la sociedad de la información.

Como en todas las industrias de alta tecnología, la inversión en I+DT en España resulta indispensable para conseguir éxitos futuros, y en la industria aeroespacial el esfuerzo en esta área se lleva a cabo tanto en el mercado civil como el militar.

Entre los diversos sectores industriales, el aeroespacial es el que alcanza una mayor cuota de gasto respecto a la cifra de facturación, pues ha pasado de los 530 millones de euros, lo que representa el 16% de la cifra de negocios de 2004 (figura 2.13).

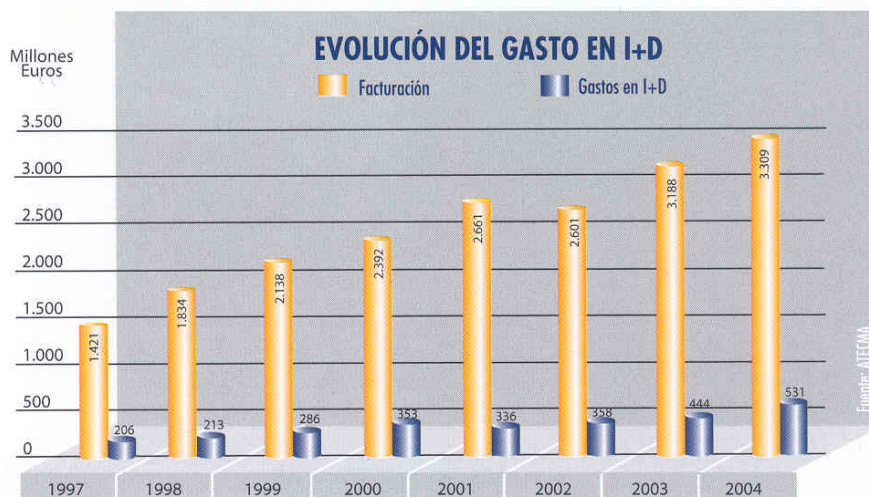


Figura 2.13. Evolución de la facturación y el gasto en I+DT (ATECMA 2005)

En España es el subsector de aeronaves el que realiza una mayor inversión en I+DT alcanzando el 17% de su facturación en 2002. De ese esfuerzo, el 55% fue autofinanciado por las propias empresas. Debe destacarse también que la industria dedicó el 74% del gasto en I+DT a proyectos civiles.

Las compras públicas en España, casi únicamente militares, son del orden del 20 % sobre la cifra de facturación; inferiores en porcentaje a la americana y a la europea.

No obstante, en los últimos años se han realizado acciones importantes por parte de la Administración para apoyar de manera efectiva al sector, principalmente financiando la inversión en I+DT, los programas de calidad y formación, y consolidando las alianzas estratégicas internacionales. Esto ha hecho que durante los últimos quince años se haya aumentado la participación de la industria y la tecnología aeronáuticas españolas en programas internacionales.

El lanzamiento de planes específicos de ayuda al desarrollo tecnológico para el sector aeronáutico ha contribuido fuertemente al avance experimentado. Así, el Plan Tecnológico Aeronáutico I, con inversiones realizadas por seis empresas de casi 180 M€ en el período 1993-1998, ha inducido una facturación para los próximos veinte años de más de 1.900 M€. Con el segundo plan, PTA II, las inversiones previstas son de 240 M€ en el período 1999-2003, incrementándose hasta quince las empresas participantes.

Más recientemente se ha puesto en marcha el Plan Nacional de I+D+I 2004-2007 que cuenta, a los efectos que aquí interesan, con un Programa de Fomento de la Investigación Técnica, comúnmente denominado PROFIT, y con un Programa nacional de Transporte, Subprograma de Transporte Aéreo. Con ellos se pretende mejorar la estructura industrial y la red empresas-OPIS, orientando la mayor parte del esfuerzo inversor público hacia la modernización tecnológica y el apoyo al empuje innovador de las empresas.

Como se ha señalado anteriormente, con el paso de los años se ha conseguido una destacada presencia española en los principales programas aeroespaciales; programas muy complejos y costosos y en los que la industria nacional ha tenido que competir con las homólogas alemana,

británica y francesa, que tienen mucha mayor experiencia y desarrollo empresarial. Nótese que la participación española en el consorcio Airbus ha sido durante tres décadas de sólo el 4.2% del total de actividad (desde el A300 al A340), mientras que actualmente se llega al 10% en el Airbus A380, y al 13% en el avión europeo de combate, EUROFIGHTER, y en el nuevo avión de transporte militar, A400M (véanse las figuras 2.14 y 2.15). Continúan, por otra parte, con éxito los programas de reactores de negocios Dassault FALCON, ahora con el F7X, y hay que mencionar la consolidación de nuevos fabricantes en el sector de aviones regionales, como GAMESA en sus alianzas con BOMBARDIER y EMBRAER o, para el futuro, de helicópteros como el EUROCOPTER Tigre.

El sector de aeronaves no es el único que se ha beneficiado de este aumento de actividad. La industria de motores de reacción, inexistente a mediados de los años 80, tiene ya un peso notable, así como la fabricación de simuladores y de equipos y sistemas, tanto electrónicos como hidráulicos o de otro tipo.



Figura 2.14. El prototipo español del EUROFIGHTER sobrevolando El Escorial.

Desde la perspectiva de la cooperación entre las empresas del sector y las universidades y centros de investigación hay que destacar que es muy escasa, como lo pone de manifiesto el hecho de que en el periodo 2000-2004 tan solo se han financiado 8 proyectos conjuntos: 3 con universidades, 1 con centros públicos de I+D y 4 con centros tecnológicos. Además, de esos proyectos, un total de 5 fueron ejecutados en el año 2002.



Figura 2.15. Imagen virtual del Airbus A400M repostando en vuelo.

2.3 Capacidades, recursos y carencias del sector en la Comunidad de Madrid

Como se ha señalado anteriormente en este informe, en la Comunidad de Madrid se realiza el 63% de toda la actividad industrial aeroespacial. Por otro lado, en la Comunidad se asientan también el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, INTA y las que hasta hace pocos años han sido las únicas Escuelas de Ingeniería Aeronáutica, en sus dos niveles superior y técnico; las únicas por tanto dotadas de medios humanos y materiales para realizar investigación específicamente aeroespacial. Ello quiere decir que el porcentaje de inversión en I+D+I en la Comunidad, no cuantificado en ningún documento y muy difícil de evaluar, debe estar situado en torno al 80% del total nacional, más de 400 millones de euros en el año 2004. El INTA dispone de unas instalaciones magníficas: túneles aerodinámicos de diversos tamaños y prestaciones, un banco de pruebas de motores de reacción de los mayores del mundo, laboratorios específicos de ensayos, etc.



Figura 2.16. Banco de ensayo y desarrollos de motores de reacción del INTA.

Sin embargo, las cifras y comentarios deben ser valorados con cierta cautela y sentido crítico. Un primer dato, fácilmente contrastable entre las PYMES del sector, es que ha habido una dependencia excesiva de su actividad respecto a las grandes empresas. Estas se han podido aprovechar de los fondos públicos proporcionados por los Planes Tecnológicos Aeronáuticos y el Plan Nacional, aparte de estar bien situadas para captar fondos de la Unión Europea, pero las PYMES no han recibido apenas atención y ello las pone en grave riesgo tanto tecnológico como financiero. La transferencia de tecnología ha sido, pues, muy escasa. Los últimos programas, sobre todo el del Airbus A380 en que hasta los subcontratistas participaban a riesgo como la propia Airbus, ha supuesto una momentánea inyección de innovación, pero el tejido industrial sigue siendo muy frágil y dependiente.

En cuanto a la relación entre las empresas y los organismos públicos de investigación, principalmente el INTA y la Universidad Politécnica de Madrid, la relación ha sido mucho menos intensa de lo deseable y de lo que ocurre en los otros países de la Unión Europea. Este distanciamiento conlleva una merma de la eficiencia del sistema en cuanto a capacidades de mejorar la posición competitiva a través de la innovación. Se podría hacer apreciablemente más con los mismos fondos públicos.

Ello no obsta para que Madrid haya llegado a ser, por ejemplo, sinónimo de excelencia en fabricación con materiales compuestos, principalmente en estructuras hechas con base de fibra de carbono, en todo el mundo aeronáutico. La apuesta realizada desde finales de los años 70 para transformar radicalmente el diseño y fabricación del estabilizador horizontal de los aviones Airbus, el principal elemento de participación española en ese consorcio, ha resultado ser una excelente idea y una magnífica inversión. Numerosas empresas se han creado a partir de esta actividad, a veces con ingenieros que habían participado en Airbus e iniciaban su propia andadura industrial.

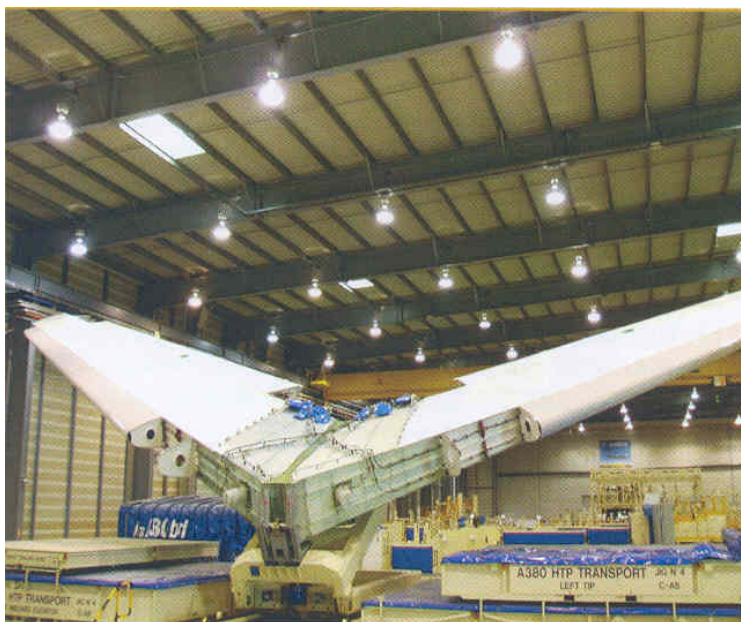


Figura 2.17. Primer estabilizador horizontal del Airbus A380 fabricado en 2005 en Getafe

En este sentido, más que citar las carencias de la región hay que señalar la falta de aprovechamiento de las ya existentes. Es una labor que debe ser promovida en buena medida por las administraciones públicas, bien a través de mecanismos que fomenten las relaciones entre grandes empresas y PYMES, o entre aquéllas y OPIS, a la hora de las convocatorias de subvenciones o ayudas, o bien o de otros mecanismos y actuaciones. La competitividad de las PYMES debe ser mejorada con apoyos financieros que reduzcan sus riesgos al participar en programas con un larguísimo ciclo de recuperación de la inversión como son los aeroespaciales, y con la dotación de infraestructuras apropiadas para acercar el conocimiento de OPIS al mundo de las PYMES. La puesta en marcha de un Plan de Fomento del sector Aeroespacial en la Comunidad de Madrid, que incluye diversas vías de apoyo financiero y la creación de un centro tecnológico en la zona de Getafe son iniciativas apropiadas para salvar las ineficiencias apuntadas.

2.4 Ocupaciones y formación en el sector aeroespacial

2.4.1 Perfil de ocupaciones

La industria aeronáutica está dominada por unas pocas grandes firmas que son las responsables de diseñar y fabricar aviones que venden a Gobiernos y compañías aéreas privadas. Alrededor de estas grandes compañías se genera una red de empresas colaboradoras que se hacen cargo del diseño y producción de subconjuntos con responsabilidad en las fases de diseño, desarrollo y producción.

La industria aeronáutica requiere la participación de una gran variedad de profesionales especializados en múltiples disciplinas y de distintos niveles de cualificación que se pueden agrupar en:

- Directivos en producción, ingeniería, gestión de compras, finanzas.
- Profesionales con titulación universitaria: ingenieros, informáticos.
- Técnicos cualificados de producción: formación profesional.
- Técnicos de instalación y mantenimiento.
- Otros (administrativos, logística, ventas, servicios).

Directivos en producción, ingeniería, gestión de compras, finanzas.

El diseño y construcción de un avión conlleva la coordinación de equipos multidisciplinares que trabajan en áreas independientes en distintos países con el objeto de desarrollar un producto que sea competitivo en prestaciones y precio en relación con los aviones existentes y los que se estén desarrollando en otras partes del mundo. Por ello es necesaria la participación de personal directivo, que en la industria aeronáutica representan el 16% del empleo en este sector.

La primera fase requiere la participación de directivos con background tecnológico, además de formación en gestión con capacidad de negociación en el plano internacional.

Un segundo grupo de directivos son los responsables técnicos de los proyectos que deben coordinar los trabajos realizados por distintas empresas colaboradoras en las que participan equipos multidisciplinares de ingenieros que desarrollan actividades de diseño, investigación y desarrollo, fabricación y control de calidad.

Un tercer grupo de directivos son los responsables de las funciones de gerencia, compras, finanzas y auditorías.

Profesionales con titulación universitaria (ingenieros, informáticos)

Las principales áreas de trabajo en la ingeniería aeronáutica son diseño estructural, navegación y control, instrumentación y comunicaciones, electricidad y diseño electrónico, diseño mecánico, materiales, etc. Una de las características intrínseca a este tipo de industrias es el aseguramiento de calidad, que requiere un control de calidad exhaustivo de cada componente mediante ensayos realizados por laboratorios independientes con sistemas de calidad acreditados.

Los ingenieros y técnicos asociados son los responsables de realizar los diseños de los nuevos componentes e introducir mejoras en los existentes. Las funciones que realizan son las de investigación, diseño, fabricación y aseguramiento de la calidad. En general, los técnicos que trabajan en el sector son titulados superiores o de grado medio en aeronáutica, ingenieros industriales (mecánicos o electrónicos) e ingenieros en materiales. Estos técnicos trabajan tanto en las compañías principales responsables del proyecto como en compañías subcontratadas.

Por último, también son necesarios titulados universitarios en informática que realizan las funciones de analistas de sistemas, gestores de bases de datos, administración de redes informáticas, responsables de desarrollo de software, etc.

Este segmento representa del orden del 31% de las ocupaciones del sector.

Técnicos cualificados de producción (formación profesional)

El sector de la producción representa el 30% de la ocupación del sector aeronáutico. Existe una parte de producción que es característica y específica de este tipo de industria, como el fuselaje y los motores, mientras que el resto de la producción es común con el sector de fabricación de equipos electromecánicos.

Los ensambladores son los responsables de ensamblar las distintas partes del avión como alas, trenes de aterrizajes, así como los equipos. Estos componentes se construyen en distintas factorías que a su vez ensamblan componentes fabricados en talleres de menor tamaño. En la Comunidad de Madrid se fabrican elementos estructurales con materiales compuestos que es necesario ensamblar utilizando tecnologías puntas para el ensamblaje y remachado de piezas de fibra de carbono.

Una de las características intrínseca de la industria aeronáutica es que es preciso fabricar un número elevado de componentes en pequeñas cantidades que muchas veces no hacen rentable su fabricación en serie. Por ello, esta industria requiere técnicos mecánicos cualificados que sean capaces de construir piezas mecánicas de precisión en base a proyectos o especificaciones técnicas. Los operarios que construyen piezas mecánicas para este sector deberán ser capaces de programar y operar máquinas de fabricación mecánica con control numérico, así como medir con sistemas de precisión.

Otra de las características de esta industria es los requerimientos sobre calidad que se siguen en todo el proceso de fabricación de los componentes con objeto de garantizar la seguridad de los aviones.

La ocupación en el sector de producción representa del orden del 30% del empleo.

Instalación, mantenimiento y reparación de equipos

El ámbito de instalación y mantenimiento está formado por técnicos responsables del montaje y mantenimiento de equipos propios de cada factoría. Las ocupaciones específicas de la instalación y mantenimiento de las factorías de aviones representan aproximadamente el 10% de la ocupación del sector.

El perfil de estos puestos de trabajo es de técnicos con formación FP o similar en las ramas de electricidad, electrónica y mecánica.

Con la finalidad de identificar las ocupaciones directamente relacionadas con la industria aeronáutica se han revisado los catálogos CNO94 (tabla 2.4) y SISPE (tabla 2.5). En ambas tablas se refleja, en la primera columna, el código correspondiente, y en la segunda columna la ocupación. En la Tabla 2.4 se describen, además, los grupos a los que pertenecen las ocupaciones de acuerdo con la siguiente nomenclatura: PROF (profesional), Pro (producción), IMR (instalación, mantenimiento y reparación).

En la revisión de ambos catálogos de ocupaciones (CNO94 y SISPE) no se han observado la categoría de técnicos especialistas en fabricación de materiales compuestos ocupación que es fundamental en la industria aeronáutica de la Comunidad de Madrid.

Tabla 2.4. Ocupaciones de la industria aeronáutica según catálogo CNO94.

CÓDIGO	DESCRIPCION	OCUPACION
205	Ingeniero superiores	PROF
2052	Ingenieros en electricidad	PROF
2053	Ingenieros en electrónica y telecomunicaciones	PROF
2054	Ingenieros mecánicos	PROF
2055	Ingenieros químicos	PROF
2057	Ingenieros en metalurgia	PROF
2059	Otros ingenieros superiores (excepto agropecuarios)	PROF
265	Ingenieros técnicos	PROF
2652	Ingenieros técnicos en electricidad	PROF
2653	Ingenieros técnicos en electrónica y telecomunicaciones	PROF
2654	Ingenieros técnicos mecánicos	PROF
2655	Ingenieros técnicos químicos	PROF
3010	Delineantes y diseñadores técnicos	PROF
3024	Técnicos en electrónica y telecomunicaciones	PROF
3025	Técnicos en mecánica	PROF
3032	Controladores de robots industriales	PRO
304	Operadores de equipos ópticos y electrónicos	PRO
3073	Técnicos en control de calidad	PRO
731	Jefes de taller y encargados de moldeadores, soldadores, montadores de estructuras metálicas y afines	IMR
7310	Jefes de taller y encargados de moldeadores, soldadores, montadores de estructuras metálicas y afines	IMR
7332	Jefes de taller de motores de avión	IMR
7522	Trabajadores de la fabricación de herramientas, mecánicos y ajustadores, modelistas, matriceros y asimilados	PRO
7523	Ajustadores operadores de máquinas-herramientas	PRO
76	Mecánicos y ajustadores de maquinaria y equipos eléctricos y electrónicos	PRO
761	Mecánicos y ajustadores de maquinaria	PRO
7661	Mecánicos y ajustadores de motores de avión	IMR
762	Mecánicos y ajustadores de equipos eléctricos y electrónicos	IMR
7621	Mecánicos y reparadores de equipos eléctricos	IMR
7622	Mecánicos y reparadores de equipos electrónicos	PRO
771	Mecánicos de precisión en metales y materiales similares	IMR
807	Jefes de equipo de operadores de robots industriales	PRO
8070	Jefes de equipo de operadores de robots industriales	PRO
8123	Operadores en instalaciones de tratamiento térmico de metales	PRO
817	Operadores de robots industriales	PRO
8170	Operadores de robots industriales	PRO
82	Encargado de operadores de máquinas fijas	PRO
821	Encargado de operadores de máquinas para trabajar metales	PRO
8210	Encargado de operadores de máquinas para trabajar metales	PRO
8416	Montadores de productos de cartón, textiles y materiales similares	PRO
8417	Montadores ensambladores de productos mixtos	PRO

Tabla 2.5. Ocupaciones de la industria aeronáutica según catálogo SISPE.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1139.001.5	Director de departamento de control de calidad
2052.001.2	Ingeniero en electricidad, en general
2053.001.1	Ingeniero en electrónica, en general
2054.001.4	Ingeniero en mecánica en general
2059.005.5	Ingeniero de fabricación o planta
2059.009.1	Ingeniero de materiales
2652.002.5	Ingeniero técnico en electricidad industrial
2654.001.2	Ingeniero técnico en mecánica en general
2659.005.3	Ingeniero técnico de fabricación o planta
3023.001.3	Técnico en electricidad, en general
3023.013.4	Técnico en diseño de sistemas de control eléctrico
3024.001.6	Técnico en electrónica, en general
3024.002.5	Técnico en electrónica industrial
3024.003.4	Técnico en electrónica de comunicaciones
3024.004.3	Técnico en electrónica de equipos informáticos
3024.005.2	Técnico en electrónica digital
3024.012.8	Técnico en diseño de circuitos y sistemas integrados
3025.001.9	Técnico en mecánica de máquinas herramientas
3025.002.8	Técnico en prototipos de mecánicos
3032.001.1	Programador-controlador de robots industriales
3032.002.2	Programador de máquinas con control numérico, en general
3073.005.6	Técnico en control de calidad en industrias de fabricación de equipos electromecánicos
7332.001.4	Encargado de taller de reparación y mantenimiento de motores de avión o helicóptero
7332.001.4	Encargado de taller de reparación y mantenimiento de motores de avión o helicóptero
7349.007.9	Jefe de equipo en taller de maquinaria industrial, en general
7340.008.0	Jefe de equipo de taller de equipos eléctricos
7522.001.1	Mecánico-ajustador de calibradores
7612.001.5	Mecánico-ajustador de motores de avión, en general
7612.005.1	Mecánico-ajustador de motores de helicópteros
7612.006.0	Mecánico de mantenimiento y reparación de motores de avión y helicópteros.
7612.006.0	Mecánico de mantenimiento y reparación de motores de avión y helicópteros.
7613.002.7	Ajustador-mecánico
7621.001.1	Electricista de fabricación industrial
7711.007.9	Mecánico-ajustador de instrumentos de precisión, en general
8070.001.6	Jefe de equipo de operadores de robots industriales
8170.002.4	Operador de cadenas automatizadas de montaje, en general
8170.003.5	Operador de instalaciones de fabricación informatizada
8230.001.6	Jefe de equipo en instalaciones para fabricar productos de caucho, plástico o material sintético
8311.003.0	Operador de torno universal, automático y/o revolver
8311.013.3	Operador de máquina fresadora con control numérico (metales)
8411.018.1	Montador-ajustador de elementos mecánicos de motores aeronáuticos
8414.001.4	Ensamblador de productos metálicos, en general
9700.012.3	Peón de la fabricación de material de transporte

2.4.2 Análisis de la formación-empleo

Como se ha puesto de manifiesto, la ocupación de la industria aeronáutica requiere de distintos perfiles ejecutivos con formación en MBA, profesionales con formación en ingeniería, y técnicos con cualificación FP o similar.

En cuanto a la formación de directivos, la Comunidad de Madrid dispone de centros de formación de reconocido prestigio donde se forman los directivos de las principales empresas españolas.

Para la formación de ingenieros existen varias universidades en la Comunidad de Madrid que aportan una amplia formación básica que cualifican a los profesionales para trabajar en el sector aeronáutico. La formación generalista que se imparte a los ingenieros madrileños les permite adaptarse a las necesidades del mercado de trabajo y adquirir con facilidad conocimientos de las nuevas innovaciones tecnológicas que se van introduciendo en los distintos sectores. Para conseguir este objetivo es preciso disponer de un sistema de formación complementario que permita a los ingenieros especializarse, en un periodo razonable de tiempo, en tecnologías innovadoras específicas propias del diseño y fabricación de componentes para el sector aeronáutico.

A continuación se recogen los temas en los que la American Institute of Aeronautics and Astronautics (entidad norteamericana que acoge a la mayoría de los titulados universitarios que trabajan en el sector aeroespacial en Estados Unidos) organiza cursos para la puesta al día y el reciclaje de sus miembros. La relación de temas es la siguiente:

- Actuaciones y operación de aviones de transporte
- Aeroacústica
- Aerodinámica aplicada
- Aerodinámica experimental
- Aerodinámica hipersónica
- Aeronaves V/STOL
- Análisis de cargas para el diseño estructural de aviones
- Aplicaciones de la detección remota
- Aspectos legales de la aeronáutica y astronáutica
- Astrodinámica
- Automatización y robótica en el espacio
- Avances en Mecánica de fluidos
- Aviónica digital
- Ciencias de la vida en el entorno espacial

- Ciencias del espacio y astronomía
- Cohetes de sondeo
- Cohetes híbridos
- Colonización del espacio
- Combustión
- Control de capa límite
- Cualidades de vuelo
- Desarrollos tecnológicos en Aeroelasticidad
- Dinámica de estructuras aeronáuticas
- Diseño de estructuras aeronáuticas
- Diseño de misiles
- Diseño preliminar de aviones
- Diseño, integración y ensayos de satélites
- Economía de las misiones espaciales
- Economía del transporte aéreo
- Efectividad de los sistemas de armas
- El entorno de las misiones espaciales
- Ensayos en tierra
- Ensayos en túnel aerodinámico
- Ensayos en vuelo
- Equipos y sistemas embarcados en avionetas
- Estructuras inteligentes
- Fiabilidad
- Generación y gestión de energía en aviones
- Generación y gestión de energía en vehículos espaciales
- Gestión de proyectos

- Gestión de riesgos
- Gestión del conocimiento en aviación
- Guiado de misiles tácticos y estratégicos
- Historia de la aviación
- Ingeniería de diseño
- Instalaciones experimentales para sistemas hipersónicos
- Introducción a las misiones espaciales
- Logística espacial
- Materiales compuestos
- Mecánica del vuelo atmosférico
- Métodos numéricos en Aerodinámica
- Métodos numéricos en Mecánica de fluidos
- Modelización de la turbulencia
- Modelización y simulación de las misiones espaciales
- Motores cohete de propulsante líquido
- Motores cohete de propulsante sólido
- Optimización multidisciplinar en diseño de aviones
- Ordenadores embarcados
- Política y praxis en el uso pacífico del espacio
- Propulsión eléctrica
- Propulsión por aerorreactores
- Proyecto de aviones
- Riesgos y problemas de las misiones espaciales
- Robótica aplicada a la aviación
- Seguridad en aviación comercial
- Sensores

- Sistemas de apoyo a las misiones espaciales
- Sistemas de control térmico de satélites
- Sistemas de frenado aerodinámico
- Sistemas de navegación, guiado y control
- Sistemas de propulsión aeroespacial
- Sistemas de soporte vital en las misiones espaciales
- Sistemas de transporte aéreo
- Sistemas de transporte espacial
- Sistemas hipersónicos
- Sistemas inteligentes
- Sociedad y tecnología aeroespacial
- Software embarcado
- Supervivencia y vulnerabilidad en aviación de combate
- Tipología de estructuras aeronáuticas
- Turismo espacial

No existe en Europa (y mucho menos en España) una oferta tan amplia. En algunos países, como Reino Unido, este tipo de formación está a cargo de universidades con gran experiencia en cursos de duración corta o media. Es el caso, por ejemplo, de la Universidad de Cranfield, cuyos campus se dedican sólo a actividades de postgrado regladas, como Master o Doctorado, o no regladas, como la formación continua.

En España, la oferta de formación continua que pudiera estar más vinculada a la innovación y a la competitividad de las empresas, esto es la de ingenieros y científicos, es muy pobre pues sólo hay algunos seminarios dentro de las grandes empresas, más orientados a dar formación aeronáutica a ingenieros procedentes de otras ramas, o algunas iniciativas por parte de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid o de la Asociación de Ingenieros Aeronáuticos, muy escasas en cuantía y cobertura. Esta situación parece deberse a dos causas principales: en primer lugar, a la falta de tradición de formación continua de nivel universitario, pues subyace la idea de que la formación del ingeniero es suficientemente completa y permite seguir aprendiendo a través de la propia práctica sin necesidad de cursos o aprendizaje estructurado; y, en segundo lugar, a que las empresas españolas tampoco tienen una estima apreciable por la renovación y reciclaje de sus cuadros, y no dan facilidades a aquéllos que quieren participar en cursos organizados fuera de la empresa. Por cierto, situaciones análogas se dan en Italia y, en menor medida, en Francia. En este último país se ha llegado a fomentar la formación de alto nivel mediante leyes que obligan a invertir en formación una parte de los beneficios o de la cifra de negocios.

En cuanto a la formación de técnicos en la Comunidad de Madrid existen centros de Formación Profesional y otros centros de formación acreditados con formación en montaje e instalaciones, fabricación electromecánica, mantenimiento y reparación. La tabla 2.6 recoge las principales cualificaciones que se imparten en estos centros.

Tabla 2.6. Cursos impartidos en Formación Profesional.

MR	DENOMINACION	DURACION
MRMI10	Mecánico de mantenimiento	1065
MRMI20	Electromecánico de mantenimiento	1090
MREL10	Electrónico de mantenimiento	980
MREE10	Electricista de mantenimiento	690
MO	DENOMINACION	DURACION
MOMI10	Instalador de maquinas y equipos industriales	1200
DISEÑO	DENOMINACION	DURACION
EMDI20	Técnico auxiliar en diseño industrial e interiores	700
FABRICACIÓN ELECTROMECAÁNICA	DENOMINACION	DURACION
FEEE10	Electricista industrial	610
FEMI20	Ajustador-mecánico	675
FEMI30	Matricero moldista	710
FEMI50	Tornero fresador	700
FEMI60	Preparador-programador de maquinas herramientas con CNC	
FEMI60	Preparador-programador de maquinas herramientas con CNC	1100
INDUSTRIA PESADA Y CONSTRUCCIONES	DENOMINACION	DURACION
IPCA10	Montajes de estructuras de aeronaves	1100

La formación básica de los técnicos cualificados formados en los centros de formación profesional y centros colaboradores cubre las necesidades básicas de formación de técnicos en el sector de la industria aeronáutica. Sin embargo, el sector aeronáutico utiliza equipos que contienen tecnología avanzada que requiere una formación continua de los operarios en las siguientes áreas:

- Materiales compuestos.

- Ensamblaje de piezas con materiales compuestos
- Reparación de piezas de materiales compuestos.
- Sistemas avanzados de dibujo en 2 y 3 dimensiones.
- Sistemas de medida de precisión.
- Programador de maquinas herramientas específicas en la industria aeronáutica.

Por último, se ha realizado una selección de cursos de formación organizados por el Servicio Regional de Empleo de la Comunidad de Madrid que permiten complementar la formación reglada de técnicos para la industria aeronáutica y que, sin duda, son de gran interés para el sector (tabla 2.7).

Tabla 2.7. Cursos ofertados por el Servicio Regional de Empleo de la Comunidad de Madrid.

Fabricación electromecánica
Montador ajustador de equipos electrónicos
Montador de dispositivos y cuadros electrónicos
Calibración industrial: una herramienta para la calidad
CNC (control numérico maquinas y herramientas)
Matricero moldista
Montador-ajustador
Operador de máquinas herramientas
Preparador-programador de maquinas herramientas con CNC
Tornero fresador
Materiales
Fabricación de materiales compuestos
Mantenimiento y reparación
Mantenimiento de instalaciones automatizadas controladas por autómatas programables
Mantenimiento y reparación de máquinas y equipos eléctricos
Mantenimiento de sistemas industriales de producción automatizados
Técnico en neumática y autómatas programables

Montaje e instalación
Automatismo con control programable
Instalador de equipos y sistemas electrónicos
Técnico de líneas automatizadas con control por autómatas programables e integración de robot
Instalador de automatismos
Servicios a las empresas
Aplicaciones de las herramientas de CAD a la ingeniería y la arquitectura
Programación asistida CAD-CAM Catia v.5
Autocad
Diseño mecánico de modelado paramétrico de piezas
Diseño y modificación de planos en 2d y 3d
Técnico auxiliar en diseño grafico
Técnico en programación CAD-CAM
Auditoria de sistemas de calidad
Gestión de la calidad

2.5 Flexibilidad y madurez del mercado laboral del sector

En la actualidad, el sector aeronáutico se encuentra en fase de crecimiento como lo demuestran los principales indicadores económicos analizados. Así mismo, es un sector que tiene una fuerte demanda de especialistas, lo que pone de manifiesto una estabilidad en los puestos de trabajo existentes desde la doble perspectiva de seguridad y busca de nuevos perfiles profesionales. A ello contribuye de manera especial la existencia de una amplia oferta formativa en la Comunidad de Madrid, de manera que se puede decir que existe una buena adaptación de la oferta formativa a la demanda de puestos de trabajo especializados a nivel de formación profesional.

No obstante, es en la demanda de cualificación más específica de directivos donde es necesario disponer de un sistema de formación complementario que permita a los ingenieros especializarse en tecnologías innovadoras específicas propias del diseño y fabricación de componentes para el sector aeronáutico.

2.6. Análisis prospectivo del sector aeroespacial

2.6.1. Introducción

El sector aeroespacial es por su propia naturaleza un sector esencialmente internacional, tanto porque los consorcios con que se acometen los proyectos están formados por empresas de

diversos países, como porque los clientes o usuarios de los productos (aviones, satélites artificiales, etc.) son generalmente de países distintos al de fabricación. Por ello, para entender la evolución del sector a medio plazo, es necesario vislumbrar el futuro con una perspectiva global, poniendo énfasis en lo que ocurre en Estados Unidos y Europa, los dos principales productores y consumidores del mundo, como quedó reflejado en el primer apartado de este estudio sectorial.

En este sentido debe señalarse que la previsión a medio plazo, de 5 a 10 años, es muy diferente a ambos lados del Atlántico, y muy diferente también en los varios subsectores existentes.

Así, en Estados Unidos se prevé un descenso global de la actividad y del empleo, con una disminución del 18% hasta el año 2012, que debe contrastarse con el aumento de alrededor del 15% que hubo en la década anterior a los atentados del 11 de septiembre de 2001. Ello es debido en su mayor parte al fuerte declive de pedidos de aviones comerciales por la reducción de tráfico aéreo tras los citados atentados, aunque este efecto está remitiendo. También se está produciendo un fuerte reajuste de las compañías aéreas tradicionales que están pasando una crisis financiera severa, con bancarrotas, absorciones, etc. Y, de modo destacado, por la pérdida de liderazgo de Boeing frente al consorcio europeo Airbus. Después de varios intentos fallidos, como el del "sonic cruiser", la primera firma norteamericana de aviones comerciales (Boeing) acaba de anunciar el desarrollo del modelo B787 (Dreamliner), con el que pretende recuperar una parte del mercado que se le va de las manos a pasos agigantados. No obstante, no parece que esta maniobra, o las nuevas versiones de aviones de gran aceptación como el B737 o el B747, sean suficientes para detener la caída, y quizás sólo con alguna innovación de gran relieve en configuración o tecnología pueda comenzar realmente la recuperación. De hecho, tanto las empresas del sector como la NASA están acentuando sus planes de innovación y de I+D con la vista puesta en un horizonte de unos 15 años, en el que podrían haber superado la actual crisis.

Por su parte, los pedidos de pequeños aviones para aviación privada, deportiva, aerotaxis o trabajos aéreos, evolucionan favorablemente en paralelo con la economía general del mundo, y particularmente con la de Estados Unidos, pero por su pequeña cuantía relativa no logran paliar el descalabro de la aviación comercial.

La previsión del mercado militar es claramente mejor que la civil. La preocupación por la seguridad aérea tras los atentados terroristas del 11-S y las operaciones militares iniciadas por Estados Unidos en países lejanos han producido un aumento de pedidos de aviones de combate, aviones de transporte militar, helicópteros para las más diversas misiones, y misiles y otros sistemas de defensa. Aunque tampoco llegarán a compensar la crisis del sector de aviones de transporte civil, al menos la atenuarán de manera apreciable.

Finalmente cabe citar el subsector espacio norteamericano. No es tan importante desde el punto de vista de empleo, pero se espera que sea el detonante de numerosos desarrollos tecnológicos e innovaciones. Aparte de una abundante cartera de pedidos comerciales e institucionales, para lanzar y operar satélites de comunicaciones, meteorológicos, de recursos naturales, estación espacial internacional, etc., hay dos grandes programas en marcha que exigirán cuantiosas inversiones en I+D+i: las nuevas misiones tripuladas a la luna, con el establecimiento de una base habitada permanente; y los viajes tripulados a Marte que podrían conllevar el establecimiento de una base de apoyo a futuras misiones, sin presencia humana permanente.

Como ya se ha comentado, la previsión de la evolución en Europa presenta grandes diferencias con la que se acaba de describir. El sector de aviación comercial está en plena pujanza, con una posición dominante de Airbus en el mercado de aviones de transporte, destacando la entrada en

servicio en 2006 del A380, el mayor avión civil del mundo. Y ya se ha hecho pública la decisión de Airbus de lanzar el A350, un avión de fuselaje ancho de tamaño medio, para contrarrestar al Boeing B787 y mantener el liderazgo en todos los segmentos del mercado. En otro orden de cosas, Europa ha tenido tradicionalmente una posición dominante en los aviones civiles turbohélices, pero este mercado está en franco retroceso ante el empuje de los aviones comerciales de reacción, dominado por Canadá y Brasil, en el que por cierto participan como subcontratistas varias empresas europeas y españolas como ya se apuntó. Como consecuencia de los diversos programas mencionados, se prevé un crecimiento del orden de 10.000 a 15.000 empleos nuevos en fabricación de aviones de transporte durante los próximos 10 años.

A nivel europeo, la fabricación de pequeños aviones está sufriendo una transformación apreciable, pues se observa, por una parte, la desaparición de varias empresas en Europa Central y del Este, y por otra, la creación de nuevas firmas que pretenden explotar un mercado en alza y en el que puede primar tanto la originalidad y la innovación como el precio.

La fabricación de aviones militares en Europa también da muestras de pujanza, aunque en mucha menor medida que la de aviones comerciales, pues son varios los programas de gran alcance que están en marcha. Cabe citar entre ellos el Eurofighter y el A400M, en los segmentos de combate y transporte medio, respectivamente; así como nuevos helicópteros de transporte y apoyo táctico.

Y Europa tampoco quiere estar fuera de la carrera espacial, aunque quizás sea éste un subsector donde aún podría darse un aumento considerable de actividad y empleo. Existen programas de la Agencia Espacial Europea, y se participa en la Estación Espacial Internacional, en ambos casos muy por detrás de otros países. Queda por desarrollar, no obstante, una iniciativa de gran relieve: la creación de una constelación de satélites de navegación (Galileo) que dará independencia a Europa frente a Estados Unidos y Rusia, y producirá también apreciables inversiones en I+D+i y un impulso tecnológico general.

Sumando todos los subsectores citados, la industria aeroespacial europea crecerá en unos 25.000 empleos hasta el año 2015.

Un factor que se debe mencionar aquí, por su repercusión en el empleo de titulados universitarios, es la práctica utilizada por Boeing, Airbus y otras empresas, de contratar Departamentos enteros de universidades y centros de investigación de Rusia y Ucrania para realizar trabajos de diseño, investigación, pruebas, etc., de aviones; sobre todo de aviones de transporte. Hasta ahora las cifras han sido exiguas, pero de seguir la tendencia podría equipararse a una subcontratación de actividades de I+D+i y conllevaría cierto empobrecimiento del entorno investigador e innovador europeo.

Otro factor que podría llegar a representar un riesgo a más largo plazo es la entrada de China y otros países del Lejano Oriente en el reducido grupo de naciones o consorcios fabricantes de aviones. Actualmente sus condiciones distan mucho de ser competitivas, principalmente en lo que afecta a calidad y seguridad. Pero el esfuerzo que están haciendo, unido a sus bajos costes laborales y sociales, los puede convertir en competidores temibles en el plazo de 25-30 años. Recuérdesse, como se apuntó en el primer apartado relativo a este sector, que los tiempos de desarrollo y madurez de los aviones, vehículos espaciales y otros productos complejos necesitan tiempos tan dilatados como estos.

2.6.2. Principales áreas de desarrollo futuro

Se han identificado tres grandes áreas de interés para el sector aeronáutico a medio-largo plazo. Estas áreas son las siguientes:

- Sistemas de transporte aéreo.
- Materiales, estructuras y diseño de aviones.
- Electrónica y comunicaciones.

Dentro de cada área se identifican un conjunto de temas que han sido seleccionados tomando como referencia otros estudios similares llevados a cabo en Alemania, Japón y Reino Unido. Así mismo, se ha asignado para cada tema el periodo temporal más probable de su materialización (a medio o largo plazo). Para cada área, los temas y su fecha de implantación más probable son los siguientes:

Sistemas de transporte aéreo

- Desarrollo de aviones de transporte de pasajeros, de gran tamaño (1.000 toneladas) y con velocidad de crucero comparable a la de los reactores actuales (Mach 0.8) (2006-2008).
- Desarrollo de aviones de pasajeros energéticamente eficientes que utilicen materiales compuestos en los principales elementos estructurales (2006-2008).
- Reducción de los costes de funcionamiento directos por pasajero y unidad de distancia alrededor del 50% de los niveles actuales (2006-2008).
- Desarrollo de nuevos métodos de gestión de tráfico aéreo para aumentar con seguridad la capacidad del espacio aéreo europeo (2006-2008).
- Uso de un sistema totalmente automático que permita, bajo cualquier meteorología, el despegue, aterrizaje y rodadura en tierra (2006-2008).
- Reducción en más de 20 dB del nivel actual de emisiones acústicas de los aviones (2006-2008).
- Reducción del 30% del nivel actual de emisión de CO₂ en aviones (2006-2008).

Materiales, estructuras y diseño de aviones

- Desarrollo de fibras poliméricas con fuerte resistencia y elasticidad (2006-2008).
- Desarrollo de tecnologías de diagnóstico que permitan la estimación in-situ de la vida residual en componentes y estructuras de materiales metálicos (2006-2008).
- Uso de tecnologías de unión cerámica-metal resistente a cambios repetidos de temperatura por encima de 500°C Electrónica y comunicaciones

- Modelización del comportamiento de materiales compuestos para componentes aeroespaciales que proporcione a las autoridades certificadoras la confianza necesaria para aceptar, sin excesivos ensayos, cambios en materiales y procesos (2006-2008).
- Amplio uso de medidas de seguridad para aviones basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente (2006-2008).
- Amplio uso de sistemas de materiales compuestos con resinas poliméricas para funcionamiento continuo a más de 350°C (2009-2013).
- Amplio uso de compuestos intermetálicos muy resistentes al calor para componentes mecánicos de motores y turbinas (2009-2013).
- Desarrollo de aleaciones resistentes al calor capaces de soportar cargas elevadas (de 150 N/mm²) a alta temperatura (1.050°C) durante más de 1.000 horas de servicio (2009-2013).
- Desarrollo de materiales inteligentes que incorporen funciones sensoras, funciones programadas y funciones actuadoras (2009-2013).
- Desarrollo de robots de mantenimiento capaces de diagnosticar y reparar máquinas y equipos (2009-2013).

Electrónica y comunicaciones

- Uso de microprocesadores del nivel TIPS (2006-2008).
- Uso de sistemas multiprocesador con capacidades avanzadas de autore Restauración (2006-2008).
- Uso de equipos de comunicaciones ópticas capaces de amplia multiplexación y transmisión de la señal por una sola fibra óptica (2006-2008).
- Uso de pequeños sistemas de archivo ópticos de lectura/escritura de gran capacidad (2006-2008).
- Desarrollo de un protocolo de muy alta velocidad de comunicación de ordenadores (2006-2008).
- Desarrollo de tecnologías de comunicación vía satélite que incorporen transponders de banda ultra ancha y alta capacidad de transmisión (2006-2008).
- Uso de sistemas de comunicación vía satélites de órbita baja que desemboquen en su aplicación a las comunicaciones móviles incorporando a los aviones (2006-2008).

2.6.3. Impacto en el desarrollo industrial

Dentro del área de Sistemas de transporte aéreo se considera que solamente tres temas son relevantes desde la perspectiva de su impacto en el desarrollo industrial: el desarrollo de aviones de gran tamaño, el uso de materiales compuestos en los principales elementos estructurales, y la reducción de los costes de funcionamiento o explotación.

- El desarrollo de aviones de gran tamaño a velocidades similares a las actuales tendría un interesante panorama dadas las implicaciones tecnológicas necesarias en el uso de materiales compuestos y en los sistemas de propulsión, principalmente. Lo mismo se puede decir en relación a la incorporación de materiales compuestos en los principales elementos estructurales de sistemas convencionales de transporte de pasajeros de mayor eficiencia energética y larga vida en servicio. Las limitaciones de tipo económico y tecnológico implicarán la necesidad de dedicar más recursos financieros a estas acciones, lo que recomienda la colaboración con empresas de otros países y el apoyo de la administración pública.
- Por su parte, la reducción de costes de funcionamiento será una de las principales prioridades en el desarrollo de futuros proyectos, previendo a medio plazo reducciones de hasta el 50%. En este caso, la incorporación de nuevas tecnologías, las mejoras en la producción, en la automatización, en el servicio y en el mantenimiento implicarán limitaciones tecnológicas que requieren también de la colaboración con empresas de otros países y el apoyo de la administración pública.

En el área de Materiales, estructuras y diseño de aviones destacan la mayoría de los temas en su impacto en el desarrollo industrial, lo que se explica por su fuerte contenido tecnológico. Se pueden destacar los temas relativos al:

- Uso de compuestos intermetálicos, desarrollo de aleaciones resistentes al calor, y tecnologías de unión cerámica-metal resistentes a cambios térmicos, los cuales están asociados con la mejora de prestaciones de los sistemas de propulsión. Debido a que las principales limitaciones son de tipo tecnológico se recomienda la cooperación con centros de I+D y con empresas de otros países.
- Desarrollo de nuevas tecnologías de diseño para la modelización que necesita del comportamiento de materiales compuestos que proporcione a las autoridades certificadoras la confianza necesaria para aceptar, sin excesivos ensayos, cambios en materiales y procesos. Su materialización implicaría una mayor flexibilidad en las etapas de diseño y una reducción en los costes sin perjuicio de la seguridad y fiabilidad de los componentes. Para superar las limitaciones que se pueden presentar de carácter legislativo-normativo es precisa la colaboración de la administración pública.
- Uso en seguridad del ciclo de vida útil de los materiales metálicos mediante el desarrollo de tecnologías no destructivas de diagnóstico de vida residual se recomienda la cooperación con centros de I+D para superar las limitaciones tecnológicas que existen actualmente.

En el área de Electrónica y comunicaciones destacan los temas relativos a la obtención de mayor inteligencia y flexibilidad, mayor velocidad de proceso en la microelectrónica, mejores prestaciones en la transmisión de datos y en los sistemas de archivo, y mayor eficiencia en las tecnologías de comunicación móvil y vía satélite. En general, estas tecnologías asumen numerosas tareas y funciones en los sistemas de transporte aéreo, pues la sofisticación de las mismas y la eliminación o reducción del factor humano en aras de la eficiencia, seguridad y fiabilidad del transporte serán claves en el medio plazo. Las limitaciones dominantes, de tipo tecnológico, deben ser superadas a través de la cooperación con centros de I+D, otras empresas y la administración pública.

Por último, hay que hacer referencia a la situación de la Comunidad de Madrid en relación con estos temas. Si bien en lo que respecta a la capacidad comercial se considera inferior cuando se compara con otros países europeos, existen un conjunto de temas en los que la capacidad científico-tecnológica se puede considerar media-alta: el desarrollo de aviones de pasajeros energéticamente eficientes que utilicen materiales compuestos en los principales elementos estructurales; el desarrollo de aviones de transporte de pasajeros, de gran tamaño (1.000 toneladas) y con velocidad de crucero comparable a la de los reactores actuales (Mach 0.8); la modelización del comportamiento de materiales compuestos para componentes aeroespaciales que proporcione a las autoridades certificadoras la confianza necesaria para aceptar, sin excesivos ensayos, cambios en materiales y procesos; y el desarrollo de tecnologías de diagnóstico que permitan la estimación in-situ de la vida residual en componentes y estructuras de materiales metálicos.

2.6.4. Impacto en la calidad de vida y el entorno

El respeto a las condiciones medioambientales es, por su impacto en la calidad de vida y en el entorno, uno de los requisitos básicos para el desarrollo de los sistemas de transporte aéreo. Los temas que más impacto tendrían sobre la calidad de vida y el entorno dentro del área de Sistemas de transporte aéreo son los relativos a la reducción de la contaminación acústica y ambiental, y el desarrollo de nuevos métodos de gestión del tráfico aéreo (este último relaciona la calidad de vida con una mayor movilidad de las personas):

- La reducción de las emisiones acústicas de los aviones repercute no solo en los propios viajeros y en la tripulación, sino también en la calidad de vida de la población residente en las proximidades de los aeropuertos. La disminución del ruido hasta niveles aceptables para la actividad humana constituye un eje de mejora para los desarrollos futuros en el campo de la aeronáutica, si bien las principales limitaciones para su materialización son de tipo tecnológico, por lo que se recomienda la colaboración con otras empresas.
- La contribución a la reducción de los niveles actuales de emisión de CO₂ por los aviones responde a la sensibilidad creciente de la sociedad ante problemas globales como el efecto invernadero. La resolución de estos problemas presentan limitaciones tecnológicas que deben superarse a través de la cooperación con que deben superarse a través de la cooperación con centros.
- El continuo incremento de movilidad de las personas obligará a aumentar de forma considerable y con seguridad la capacidad total del espacio aéreo europeo. El desarrollo de nuevos métodos de gestión del tráfico aéreo implicará nuevas tecnologías y superar limitaciones de carácter legislativo-normativo.

En el área de Materiales, estructuras y diseño de aviones resalta como más importante el tema que se refiere a la incorporación de medidas de seguridad, entendida desde la perspectiva de la prevención de desastres, basadas en modelos de predicción de accidentes. Las principales limitaciones a que se hará frente son de tipo tecnológico principalmente, por lo que se requiere de la cooperación con centros de I+D y con otras empresas para su superación.

En el área de Electrónica y comunicaciones destaca el tema relacionado con el desarrollo de sistemas de comunicación vía satélite de órbita baja para la mejora global de las comunicaciones móviles en todo lugar y en toda circunstancia. Las principales limitaciones son de tipo económico.

2.6.5. Impacto en el empleo

España, y la Comunidad de Madrid de modo particular por representar casi los dos tercios del total nacional del sector aeroespacial, participan de la bonanza europea en buena medida y en todos los subsectores. Por una parte ha ido aumentando el porcentaje de responsabilidad en los distintos programas: Airbus A380, A400M, Eurofighter, Embraer 170 y 190, constelación de satélites Galileo, etc. Por otro lado, se ha mantenido la capacidad de diseño de productos propios, como en el caso del C295. Y debe destacarse que, cuando se inicia un nuevo proyecto aeroespacial en algún lugar del mundo, se busca la participación de las empresas españolas, por aunar nivel tecnológico excelente y costes competitivos. Las previsiones del sector apuntan a un crecimiento sostenido durante los próximos diez años con unos 7.000 a 10.000 nuevos empleos directos en el sector en España para la próxima década. De ellos entre el 50 y el 60% estarían radicados en la Comunidad de Madrid.

Debe señalarse, además, que las cifras anteriores no recogen la repercusión que puede tener el denominado “efecto Barajas” asociado a la ampliación del aeropuerto de Madrid. Aunque la mayor parte de esta repercusión, que se ha cuantificado en unos 150.000 empleos nuevos para el año 2015, tendrá lugar en sectores de actividad totalmente ajenos al mundo aeroespacial, tales como el financiero, el logístico o los servicios a empresas. Se ha apuntado desde varias esferas que el aeropuerto ampliado con su zona industrial contigua podría atraer a empresas extranjeras dedicadas al mantenimiento de alto nivel de aviones y motores, las modificaciones de aviones, y otras actividades que si entrarían en el sector tratado aquí.

3 SECTOR FARMACÉUTICO

3.1 Caracterización económica y nivel de innovación

La industria farmacéutica constituye el subsector más relevante dentro del sector químico, tal y como se refleja en el gráfico de la figura 3.1. Su principal finalidad es la investigación, desarrollo, producción y comercialización de productos farmacéuticos de base (inorgánicos, orgánicos, biológicos, vitaminas, antibióticos, alcaloides, hormonas, etc.) y de especialidades farmacéuticas, tanto de uso humano como animal, así como otros productos, herramientas o dispositivos relacionados con la salud. También se incluyen dentro de la actividad farmacéutica aquellas empresas que, aprovechando las técnicas de manejo y obtención que se aplican a la producción de fármacos, fabrican otros productos como cosméticos, dietéticos y alimentación infantil.

La industria farmacéutica se caracteriza porque sus productos tienen largos periodos de desarrollo y están altamente regulados por los gobiernos. Respecto al mercado, su tamaño es conocido de antemano (áreas terapéuticas), siendo una industria que no se encuentra ligada a los ciclos económicos. Al mismo tiempo, está configurada mayormente por empresas que pertenecen al sector privado y que se agrupan en multinacionales.

Si bien la evolución de esta industria está marcada por un fuerte proceso de fusiones y absorciones, lo que complica su análisis, existe un elevado grado de atomización que se pone de manifiesto por el hecho de que la mayor empresa tiene algo más del 5% de cuota del mercado mundial.

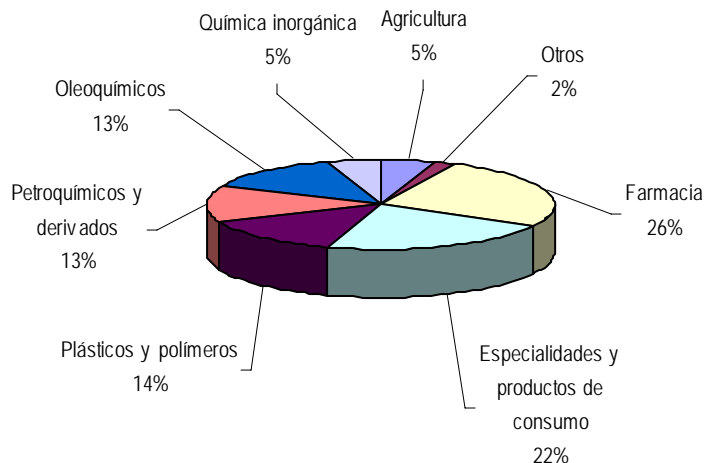


Figura 3.1. Subsectores de la industria química (European Statistical Monitor 1999)

Las actividades de valor de la industria farmacéutica se concentran en cuatro grandes áreas:

- Investigación y desarrollo
- Marketing y ventas
- Fabricación

- Distribución

La investigación y desarrollo (I+D) es la actividad fundamental ya que el progreso técnico en esta industria se basa en el desarrollo de nuevos principios activos. Según estimaciones, este gasto supone aproximadamente el 17,7% de la cifra de ventas para las empresas farmacéuticas norteamericanas. En general, la I+D es un proceso lento y de bajo rendimiento que implica costes muy elevados, calculándose que para encontrar uno o dos nuevos productos es necesario, como promedio, investigar alrededor de 10.000 moléculas y emplear entre 10 y 15 años. Los principales objetivos de la investigación farmacéutica son:

- Obtener medicamentos seguros y eficaces para el tratamiento de enfermedades para las que no se dispone de remedios.
- Conseguir mejoras en medicamentos existentes en beneficio de las relaciones seguridad/riesgo y eficacia/riesgo.

En esta actividad se diferencian, a su vez, cuatro etapas:

1. *Descubrimiento y ensayos preclínicos.* En el descubrimiento se intenta identificar compuestos utilizando bases de datos públicas y/o privadas, y seleccionar algunos para ser optimizados. En la optimización se modifica ligeramente su estructura molecular y se examinan sus efectos, llegando a los compuestos que tienen el efecto óptimo deseado. A continuación, con los ensayos preclínicos se evalúa su eficacia (seguridad), toxicidad, calidades metabólicas y otras, y se determinan sus efectos benéficos. La principal característica de ensayos es su elevado coste fijo y larga duración.
2. *Ensayos clínicos.* Se agrupan en varias fases: la fase I incluye testar el medicamento en un número limitado de voluntarios sanos para determinar sus datos básicos de seguridad; la fase II incluye testar el medicamento en un pequeño número de pacientes voluntarios que padecen la enfermedad objetivo; por último, la fase III incluye testar el medicamento en un número amplio de pacientes para verificar la eficacia a gran escala y la seguridad de uso prolongado.
3. *Autorización.* Después de completar estas tres fases clínicas la empresa entrega la aplicación del medicamento al regulador solicitando la autorización para la comercialización. La aplicación puede tener en algunos casos más de 100.000 páginas de documentación sobre ensayos clínicos y preclínicos, pudiendo llevar hasta 16 meses su revisión (el Estados Unidos).
4. *Vigilancia post-autorización y comercialización.* Consiste en realizar posteriores ensayos clínicos una vez el medicamento ha sido aprobado.

El marketing y ventas constituyen las actividades comerciales que se extienden a lo largo de toda la vida del producto, desde su desarrollo hasta su lanzamiento y potenciación en el mercado. A su vez se divide en dos etapas:

- *Prelanzamiento.* Está constituido por las diferentes actividades dirigidas a conocer el potencial de ventas del medicamento: evaluación de la competitividad, posicionamiento dentro del mercado, marca, educación de líderes de opinión en temas de eficacia y seguridad, etc.

- *Post-lanzamiento.* Está constituido por diferentes técnicas dirigidas a influir en el comportamiento de prescripción del médico y en el proceso de decisión del paciente: visitas médicas, eventos, publicidad en revistas médicas, informaciones educativas, promoción a través de Internet, publicidad directa en TV, radio, revistas, etc.

Normalmente, el área comercial constituye una gran parte de la plantilla de las empresas farmacéuticas, aunque recientemente se está dando una fuerte tendencia a subcontratarla.

La fabricación se caracteriza por ser un proceso que no es intensivo en mano de obra. Debe cumplir con lo que se conoce como Normas de Correcta Fabricación, que son un conjunto de directivas dictadas por la Comisión Europea para asegurar el cumplimiento de unos niveles de seguridad, calidad y eficacia, y que son imprescindibles para poder comercializar el medicamento en el mercado europeo. El proceso de fabricación se divide en tres fases:

- *Preparación.* En esta fase se preparan las materias primas que van a ser utilizadas y que componen el medicamento (principios activos y excipientes).
- *Mezclado.* En función de la forma galénica que tenga el producto final se lleva a cabo el proceso de fusión de los principios activos con los excipientes.
- *Acondicionamiento.* Consiste en el envasado y empaquetamiento del medicamento.

Es una práctica habitual en esta etapa llevar a cabo el alquiler de la capacidad productiva sobrante a otras empresas que, o bien no pueden realizar toda su producción en sus propias instalaciones, o bien les resulta más rentable externalizarla. Por último, la distribución se lleva a cabo fundamentalmente a través de mayoristas que compran los medicamentos a los fabricantes y actúan como operadores logísticos (almacenamiento y distribución). Estos mayoristas suelen tener marca propia y aplican un margen sobre el precio de venta del medicamento.

Existen alrededor de 3.000 fabricantes de productos farmacéuticos a nivel mundial, de los cuales tan solo 15 suponen el 58% del mercado, lo que pone de manifiesto una alta tasa de concentración del subsector. La mayoría de estas empresas son norteamericanas, entre las que se encuentran algunas empresas europeas. La relación de empresas es la siguiente: Glaxo Smith Kline, Pfizer, Merck, Astra Zeneca, Aventis, Bristol Myers Squibb, Johnson&Johnson, Pharmacia, Novartis, Eli Lilly, American Home Products, Roche, Schering Plough, Takeda y Bayer.

Los mercados también presentan un alto nivel de concentración en los países más desarrollados, como lo demuestra el hecho de que Estados Unidos, Europa y Japón suponen alrededor del 90% del mercado mundial. El resto del mercado se reparte entre América Latina y Asia-África-Australia a partes iguales (5% cada área).

Aunque, en general, la industria farmacéutica crece, el ritmo de crecimiento es diferente según el mercado. La figura 3.2 muestra la evolución de las ventas globales de la industria farmacéutica, que alcanzó en el año 2003 la cifra aproximada de 4.500 millones de dólares, con un crecimiento medio del 8% anual. A nivel de mercado, Estados Unidos ha crecido en los últimos diez años por encima de la media, pasando de tener un tamaño similar al europeo en 1990 a ser el doble en la actualidad. A este hecho ha contribuido especialmente el gasto medio por persona que presenta grandes diferencias. Japón es el país que mayor consumo per cápita tiene (410 \$), seguido de Estados Unidos (191 \$), Canadá (124 \$) y Reino Unido (97 \$).

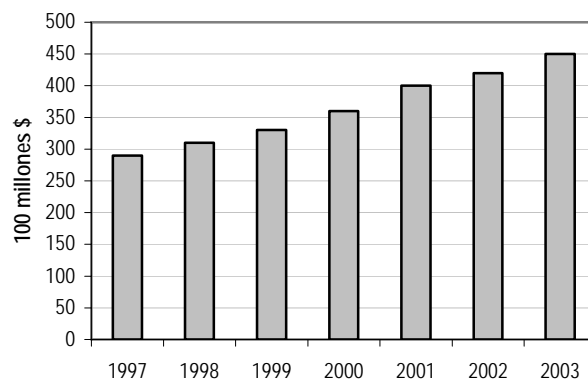


Figura 3.2. Ventas globales de la industria farmacéutica (IMS Health).

Es importante destacar que en la industria farmacéutica el proceso de I+D está Cambiando como consecuencia de que están comenzando a vencer las patentes de muchos medicamentos cuyas ventas anuales superan los 500 millones de dólares (a estos medicamentos se les denomina "block-buster"). Se estima que alrededor del 14% de las ventas globales de la industria farmacéutica (unos 46.100 millones de dólares) lo aportan medicamentos que están perdiendo la protección en el periodo 2001-2005, por lo que los denominados medicamentos "genéricos" se están constituyendo en un competidor de primera magnitud.

El desarrollo de un nuevo fármaco es un proceso de alto riesgo, larga duración y elevado coste, razón por la que el gasto en investigación y desarrollo continúa creciendo de forma rápida (figura 3.3), mientras que las ventas no siguen el mismo ritmo. A ello hay que añadir que durante la última década han aumentado de forma significativa los requerimientos por parte de los organismos reguladores.

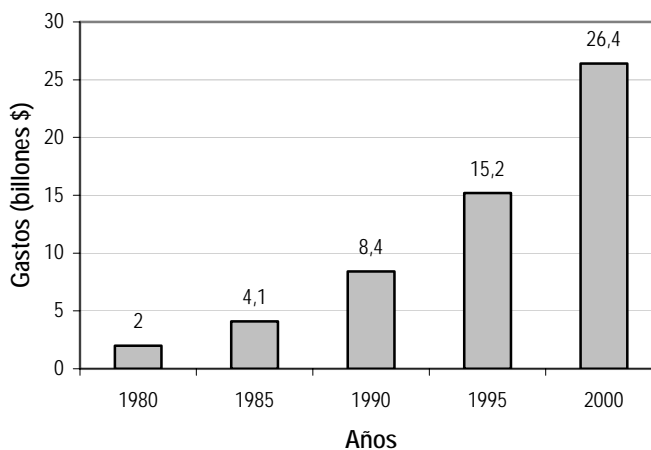


Figura 3.3. Gasto global en I+D de la industria farmacéutica (Pharma 2000)

3.2 El sector farmacéutico en España y en la Comunidad de Madrid

España es el séptimo mercado mundial, tras Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. Dentro de la Unión Europea, España es el sexto productor, tras Alemania, Francia, Irlanda, Italia y Reino Unido, con una cuota de aproximada del 5%.

La industria farmacéutica es uno de los sectores que presenta un mayor grado de innovación y requerimientos de tecnología muy especializada, por lo que constituye el primer sector industrial en términos de empleo en actividades de I+D (3.958 empleados) y el segundo en términos de gasto destinado a I+D (529,7 millones €) en España (datos 2002). Así mismo, la industria farmacéutica es la que más ha incrementado el nivel de inversión en I+D en el periodo 2000-2002:

- El conjunto de sectores industriales destina, en promedio, un 0,7% de su cifra de negocio a investigación y desarrollo.
- La industria farmacéutica invirtió 529,7 millones € en I+D, equivalente al 5,2% de su cifra de negocio.
- La industria farmacéutica concentra el 17,3% del gasto en I+D del conjunto de la industria española, mientras que su cifra de negocio supone tan solo el 2,3% del total.

Por otra parte, la industria farmacéutica es intensiva en empleo dedicando más del 10% del personal a actividades de I+D, mientras que el porcentaje medio de las empresas industriales es del 1,2% del total de sus empleados. También es interesante resaltar que para el conjunto de la industria farmacéutica, el 93% del total de recursos destinados a I+D se financia con fondos propios y tan solo el 1,5% con fondos procedentes de las Administraciones Públicas, lo que implica un elevado nivel de autofinanciación si se compara con el resto de la industria (86% de fondos propios y 7% de fondos públicos). Otra característica de la industria farmacéutica española es la continuidad de su esfuerzo investigador que alcanzó el promedio de un 12% en el periodo 1995-2002, frente al 6,6% de crecimiento de la cifra de negocio.

A nivel tecnológico, el gasto en innovación fue de 705 millones de euros en 2003, mientras que las patentes solicitadas en el periodo 2001-2003 fueron de 419 (137 en la OEPM, 87 en la EPO, 67 en la USPTO, y 128 por la vía PCT).

Desde la perspectiva estructural, la industria farmacéutica contaba con un total de 447 laboratorios en 2003, lo que refleja un alto nivel de atomización y justifica de alguna manera las absorciones que se están dando de manera continua. Los diez mayores laboratorios facturan alrededor del 30% de las ventas totales en el mercado español. El empleo total alcanzó la cifra de 37.682 personas en 2003.

A través de las oficinas de farmacia se vendieron especialidades farmacéuticas por valor de 9.907 millones de euros en 2003, lo que sitúa al mercado español en la quinta posición a nivel europeo con una cuota de aproximada del 8%. De esta cantidad, que supuso un 12% de incremento respecto a 2002, 7.744 millones de euros (78,2%) se realizaron a través de oficinas de farmacia y 2.163 millones de euros (21,8%), a través de hospitales. Por clases terapéuticas los grupos más importantes fueron aparato circulatorio, sistema nervioso central y aparato digestivo, que suponen más de la mitad del mercado tanto en valores como en unidades.

En 2003, las importaciones de productos farmacéuticos ascendieron a 7.491,8 millones de euros (el 3,5% de las importaciones totales), lo que supuso un incremento del 7,2% respecto a 2002. Por su parte, las exportaciones alcanzaron los 4.096,8 millones de euros (el 2,9% del total de exportaciones), lo que supuso un incremento del 10,2% respecto a 2002.

En cuanto a la distribución geográfica del comercio farmacéutico español se observa un incremento de las exportaciones con destino a países de la Unión Europea, que suponen el 78,3% del total. De igual forma, las importaciones farmacéuticas proceden principalmente de la misma área con el 80,5% del total.

A nivel nacional, la distribución del gasto farmacéutico pone de relieve que es la Comunidad Valenciana la que registró un mayor gasto per cápita en 2003 (246,7 €), seguida de Galicia (238,6 €) y Asturias (238 €). En el extremo opuesto se encuentran la Comunidad de Madrid (158,8 €), Baleares (161,9 €) y Canarias (194,5 €), todas ellas con un gasto per cápita inferior a la media nacional (209,3 €). Sin embargo, los mayores incrementos respecto a 2002 fueron experimentados por Castilla-La Mancha, canarias y Castilla y León, mientras que los menores incrementos se registraron en Andalucía, País Vasco y Cataluña. La tabla 3.1 y la figura 3.4 muestran el gasto farmacéutico en las diferentes Comunidades Autónomas.

Tabla 3.1. Gasto farmacéutico por Comunidades Autónomas (Farmaindustria 2003)

Comunidades e instituciones	Cuota Gasto	Gasto per cápita	
		Euros	% sobre 2002
Andalucía	17,0	200,4	8,4
Aragón	3,2	230,7	9,4
Asturias	2,9	238,0	11,7
Baleares	1,7	161,9	9,6
Canarias	4,1	194,5	12,7
Cantabria	1,2	201,1	9,8
Castilla La Mancha	4,8	235,0	13,2
Castilla y León	5,9	212,1	12,3
Cataluña	16,6	221,2	9,0
Ceuta	0,1	134,3	14,7
Comunidad Valenciana	12,3	246,7	9,6
Extremadura	2,8	232,5	11,7
Galicia	7,3	238,6	9,7
Madrid	10,2	158,8	9,5
Melilla	0,1	111,9	16,6
Murcia (Región de)	3,1	216,8	10,8
Navarra	1,3	206,9	10,6
País Vasco	4,7	198,4	8,9
Rioja (La)	0,7	205,8	10,0
Antiguo INSALUD	36,5	196,9	10,8
Resto	63,5	217,2	9,3
Total	100,0	209,3	9,8

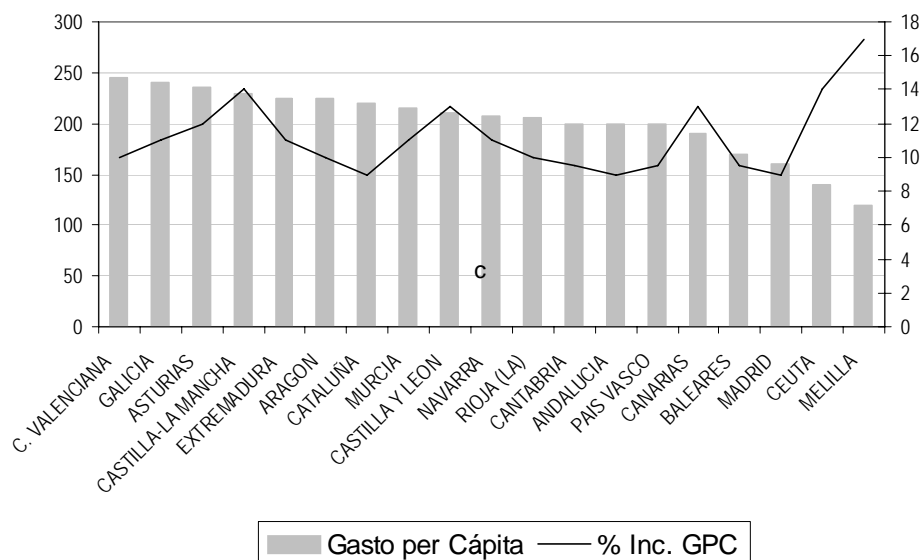


Figura 3.4. Gasto per cápita y crecimiento por CC.AA (Farmaindustria 2003)

Por último, es interesante destacar la dependencia de los acuerdos con las diversas Administraciones sanitarias, ya que una elevada cuota de su mercado va destinada a la Sanidad Pública. Ante las presiones de dichas Administraciones públicas para reducir la factura farmacéutica, la industria apuesta por la producción de medicamentos genéricos, donde los pequeños y medianos laboratorios ganan posiciones, mientras que en la producción de medicamentos innovadores destacan las grandes compañías.

La Comunidad de Madrid concentra el 26,2% de las empresas de la industria farmacéutica en España (117 sobre un total de 447 en 2003) y el 35,5% del empleo total (13.367 empleados frente a 37.682 en 2003). Hay que especificar que en las zonas norte y este del área metropolitana es donde se concentran las actividades productivas, mientras que en la ciudad de Madrid se ubican las sedes comerciales.

Los principales indicadores macroeconómicos de la industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid en el año 2003 fueron los siguientes:

- Valor Añadido Bruto: 949,9 millones de euros (2002).
- Exportaciones: 1.364,8 millones de euros.
- Importaciones: 3.745,9 millones de euros.

A su vez, los gastos en I+D se reparten en los siguientes conceptos:

- Gastos internos en I+D (63,9%).
- Gastos externos de I+D (20,0%).
- Adquisición de maquinaria y equipo (9,3%).
- Adquisición de tecnología inmaterial y software (2,0%).

- Diseño, ingeniería industrial y producción previa (2,1%).
- Gastos de formación (0,5%).
- Gastos de comercialización (2,4%).

Únicamente un 0.5% se destina a patentes, lo que se debe básicamente a que las grandes empresas que pertenecen a multinacionales tienen una mayor labor investigadora en el exterior (en sus casas matrices) y a que las empresas más pequeñas tienen una menor capacidad investigadora.

Desde la perspectiva estructural, la industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid está compuesta por los siguientes grupos de agentes:

- Corporaciones farmacéuticas.
- Empresas farmacéuticas multinacionales medianas.
- Empresas farmacéuticas nacionales.
- Proveedores de materia prima y otros proveedores.
- Organizaciones de investigación clínica.
- Distribuidoras y farmacias.
- Asociaciones.

En el apartado de corporaciones farmacéuticas hay que destacar el hecho de que un total de once de las principales empresas farmacéuticas tienen su sede comercial para el mercado nacional en Madrid, lo que supone un 70% de la facturación y más del 50% en gasto en investigación y desarrollo. Ello es como consecuencia de que en la Comunidad de Madrid se toman las principales decisiones que afectan al área comercial (registro de productos, precio de los medicamentos y publicidad).

Se llevan a cabo también diferentes actividades de I+D en cinco centros propios de tamaño mediano que están subordinados a los principales centros de I+D de estas empresas que se encuentran en el exterior de España. Así mismo cuentan con seis plantas de producción que aportan aproximadamente el 60% de las exportaciones, lo que pone de relieve el efecto global de esta industria.

Las empresas farmacéuticas multinacionales medianas, tanto de especialidades farmacéuticas con patentes como de genéricos, tienen registrados alrededor de 80 sedes comerciales y de ensayos clínicos en la Comunidad de Madrid.

Las empresas farmacéuticas nacionales tienen establecidos en la Comunidad de Madrid laboratorios con una gama de negocios muy diferente (especialidades farmacéuticas con patentes, genéricos, diagnósticos, nutricionales, etc.) con productos propios y licenciados. Estos últimos pueden llegar a ser el 70% de las especialidades en algunos casos. Dentro de este grupo se encuentran un pequeño número de laboratorios dedicados a subcontratar producción a terceras empresas ("contract manufacturing"), como consecuencia de que otras empresas, principalmente multinacionales, abandonaron su actividad productiva hace poco tiempo.

En el segmento de los proveedores hay que diferenciar entre proveedores de materias primas y otros proveedores. Dentro del primer grupo existen en la Comunidad de Madrid empresas que compiten a nivel mundial y representaciones comerciales de multinacionales que importan sus materias primas a través de plantas de autoabastecimiento. Dentro del segundo grupo se encuentran proveedores de cápsulas, estuches y embalajes que dirigen sus productos principalmente al mercado nacional.

En la Comunidad de Madrid se encuentran las sedes de las principales organizaciones de investigación clínica a nivel internacional y que se ocupan del registro de medicamentos y de coordinar los ensayos clínicos de las empresas ubicadas en el ámbito nacional. Así mismo, se encuentran numerosas instituciones de investigación universitarias o estatales (Centro de Investigaciones Biológicas, Centro Nacional de Biotecnología, Centro de Biología Molecular Severo Ochoa, Instituto de Salud Carlos III, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Alcalá de Henares, etc.), y hospitales con actividad científica (Ramón y Cajal, La Paz, San Carlos, Doce de Octubre, Gregorio Marañón, Puerta de Hierro, La Princesa, etc.).

Respecto a las empresas distribuidoras hay que diferenciar entre mayoristas y minoristas (farmacias). Las empresas mayoristas que existen en la Comunidad de Madrid desempeñan una labor importante no solo desde la perspectiva logística, sino en el nivel de surtido de productos farmacéuticos y sistemas de información. Las empresas más relevantes son Cofares y Seur Pharma. Por su parte, las farmacias presentan un elevado ratio por habitante y distribuyen más del 80% de los medicamentos.

La industria farmacéutica cuenta en la Comunidad de Madrid con un buen número de asociaciones de carácter nacional. Entre ellas se pueden citar a:

- FARMAINDUSTRIA (patronal de los laboratorios; más de 200 empresas registradas)
- AESEG (Asociación Española de Fabricantes de Sustancias y Especialidades Farmacéuticas Genéricas)
- FEDIFAR (Federación Española de Distribución Farmacéutica)
- AFEPADI (Asociación Española de Fabricantes de Preparados Alimenticios Especiales Dietéticos y Plantas Medicinales)
- ANEFP (Asociación Nacional de Especialidades Farmacéuticas Publicitarias)

Además del análisis estructural de la industria farmacéutica es interesante conocer cuales son las principales líneas estratégicas de las empresas que la configuran en la Comunidad de Madrid. Estas líneas estratégicas son las siguientes:

- Screening
- Desarrollo molecular
- Diseño de diagnóstico molecular
- Evaluación de compuestos en desarrollo en todas las áreas terapéuticas
- Diseño de protocolos terapéuticos

- Investigación clínica
- Aplicación industrial de la biotecnología

Asimismo, la industria farmacéutica concede una especial importancia a las siguientes líneas de actuación:

- Robotización y automatización de procesos
- Informatización aplicada a actividades de innovación (software específico) en los ámbitos de biosimulación, seguimiento y control de ensayos clínicos, y simulación de procesos
- Informatización del control de almacenamiento (software específico)
- Formación de personal investigador
- Técnicas de gestión empresarial relacionadas con calidad, medio ambiente y seguridad industrial

También es interesante destacar los siguientes aspectos:

- Los laboratorios nacionales centran sus esfuerzos en el desarrollo molecular y en el desarrollo de procesos.
- Por el contrario, los laboratorios de empresas extranjeras se centran en el desarrollo clínico (en sus fases terminal y media), y en proyectos de desarrollo molecular y galénico, como ensayos clínicos sobre moléculas suministradas por la matriz, aunque en algunas ocasiones esta investigación básica es iniciada localmente.
- La investigación básica es realizada tanto en centros propios como a través de contratos con universidades y centros públicos de investigación. Por su parte, los ensayos clínicos se realizan mediante colaboraciones con centros hospitalarios.
- Es elevado el nivel de colaboración entre empresas de esta industria con las universidades y centros de I+D, como lo pone de manifiesto la Tabla 3.2. En el periodo 2000-2005 (hasta el mes de abril) se han financiado un total de 111 proyectos en colaboración: 72 con universidades, 31 con centros públicos de I+D y 8 con centros tecnológicos.

Tabla 3.2. Proyectos de colaboración con el sector público en el periodo 2000-2005.

Institución	Número de contratos						
	2000	2001	2002	2003	2004	Abr-05	Total
Universidad	5	12	13	14	21	7	72
Centro Público Investigación	2	7	5	6	8	3	31
Centro Tecnológico	2	-	-	1	3	2	8
Total	9	19	18	21	32	12	111

3.3 Capacidades, recursos y carencias del sector en la Comunidad de Madrid

Este apartado tiene como principal finalidad identificar los puntos fuertes y débiles de la industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid a través del análisis de sus recursos tecnológicos y capacidades tecnológicas disponibles: equipamiento, proveedores, logística, laboratorios de ensayos, implantación de sistemas de calidad, centros de formación específicos del sector, centros de investigación relacionados directamente con el sector, etc. Asimismo, se identifican las carencias relacionadas con estos elementos a los efectos de diseñar acciones específicas a medio y largo plazo.

Las capacidades tecnológicas más relevantes de la industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid son las siguientes:

- Análisis microbiológicos, físico-químicos, farmacéuticos y bioquímicos de medicamentos y materias primas
- Purificación de principios activos
- Diagnósticos moleculares
- Diseño de ensayos inmuno-enzimáticos en soportes sólidos
- Realización de especificaciones de proyectos, viabilidad y diseño preliminar para instalaciones de producción específicas
- Fabricación de productos intermedios y especialidades farmacéuticas

Los principales recursos tecnológicos identificados en la industria farmacéutica de la Comunidad de Madrid son los siguientes:

- Equipos de cromatografía líquida, gaseosa, espectrofotómetros, fluorimetría y absorción atómica, electroforesis, robots para gestión de muestras, PCR
- Birreactores para esterilización
- Equipos de medida

Las principales carencias tecnológicas de la industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid se centran en:

- Análisis en animales
- Calibración de elementos de medida
- Centro de investigación básica (toxicología en animales, síntesis, etc.)
- Dificultad de acceso a equipos (por costo o ausencia): secuenciadores, microscopia electrónica, experimentación animal, instalaciones de pruebas clínicas y tecnología PET (positrones)
- Laboratorios de análisis bacteriológico y analítico, en general

- Proveedores de equipos de producción
- Otros análisis en particular: identificación de microorganismos, determinación de micoplasma y espectrometría de masas
- Necesidad de mayor coordinación con administraciones sanitarias
- Escaso intercambio (recursos tecnológicos, centros de investigación, equipos, y recursos humanos) con centros públicos

3.4 Ocupaciones y formación en la industria farmacéutica

3.4.1 Perfil de ocupaciones y oferta formativa

La industria farmacéutica requiere la participación de múltiples profesionales con alto nivel de cualificación y formación que se pueden clasificar en:

- Ejecutivos: dirección, finanzas, marketing.
- Científicos y profesionales.
- Ocupaciones relativas a la producción.
- Mantenimiento y reparación.
- Personal administrativo.
- Ventas.

En relación con la formación es preciso señalar que en la Comunidad de Madrid existe una amplia oferta formativa en el sector de la industria farmacéutica tanto desde las universidades y centros de investigación, como desde centros de formación privados donde se imparten Master y cursos de especialización para directivos, profesionales responsables de las investigación y la producción de industria farmacéutica, técnicos de producción y personal administrativo.

Ejecutivos de dirección de laboratorios farmacéuticos

Los puestos de gestión ejecutivos de la industria farmacéutica son los responsables de dirigir los laboratorios farmacéuticos y tomar decisiones en temas de finanzas, marketing e investigación. Se corresponden con las ocupaciones de gerente, director de marketing, director financiero, director de recursos humanos, etc.

Las principales profesiones en este segmento son las de Farmacéutico y Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales, o titulados superiores con especialización en MBA.

Se estima que el empleo en este segmento represente del orden del 18% del empleo en la industria farmacéutica mundial.

En la Comunidad de Madrid existen centros de formación para directivos (MBA) de reconocido prestigio a nivel internacional. Además, existen Master específicos para directivos del sector farmacéutico entre los que destacan:

- Master de Gestión y Dirección de Industria Farmacéutica, impartido por EPHOS (Escuela Superior de Estudios Farmacéuticos).
- Master en Investigación Clínica Farmacéutica.
- Master de Pharmabussines, impartido por EPHOS.
- Master en Dirección Comercial y Marketing de Industria Farmacéutica y afines, impartido por el Centro de Estudios Superiores de la Industria Farmacéutica.

Además de los cursos organizados por universidades y centros privados, la industria farmacéutica organiza cursos específicos para sus ejecutivos en áreas de Management, Recursos Humanos, I+D+i, y Control de Calidad.

Científicos y profesionales

En este segmento se encuentran los doctores en medicina, farmacia, biología, química, ingeniería, informática, etc., que son los responsables de realizar las tareas de investigación de nuevos fármacos o bien realizan labores de dirección técnica en el sector de producción de los laboratorios farmacéuticos.

Además del personal propio de la industria farmacéutica, en la Comunidad de Madrid existe personal cualificado para la investigación de nuevos productos farmacéuticos que realizan sus trabajos en Hospitales Universitarios, Facultades de Farmacia, Facultades de Ciencias Biológicas, el Centro Nacional de Biotecnología, el Centro Científico de Madrid (Unidad de Genómica, Unidad de Proteómica, Unidad de Bioinformática), Parque Tecnológico de Alcalá de Henares (planta piloto de química fina), Instituto de Salud Carlos III, Agencia Española del Medicamento. Es importante señalar que este personal que realiza I+D para el sector farmacéutico no está contabilizado a efectos de estadísticas oficiales dentro del sector de industrial.

Se estima que el personal científico puede representar del orden de del 20% del empleo en el sector farmacéutico a escala mundial.

En la Comunidad de Madrid existen varias universidades públicas y privadas donde se imparten las titulaciones de Medicina, Farmacia, Biología, Química, Informática e Ingeniería. Como complemento a la formación universitaria, en la Comunidad de Madrid se imparten los siguientes Master de especialización para este segmento de profesionales de la industria farmacéutica:

- Master de Farmacia Industrial y Galénica, impartido por la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense.
- Master en Biotecnología, impartido por Aliter.
- Master en Industria Farmacéutica y Parafarmacéutica, impartido por el Centro de Estudios Superiores de la Industria Farmacéutica.
- Curso Superior de Cosmética y Dermofarmacia.

Por otra parte, en otros lugares de España se imparten cursos de postgrado aplicados a la industria farmacéutica entre los cuales se encuentran:

- Master I+D+i (investigación aplicada a la industria farmacéutica), impartido por el Instituto Universitario de Ciencia y Tecnología de Barcelona.
- Fabricación en la Industria Farmacéutica, impartido por el Instituto Universitario de Ciencia y Tecnología de Barcelona.
- Seminarios de formación Farmacéutica, impartidos por la Fundación Bosch i Gimpera (Universidad de Barcelona).

Además, los laboratorios farmacéuticos disponen de departamentos de Recursos Humanos en donde se organizan cursos de formación continua para los departamentos de investigación, desarrollo, planificación y gestión de la I+D.

Personal dedicado a la producción

En este segmento se encuentran los técnicos responsables de la operación de las plantas farmacéuticas, así como el personal técnico de apoyo en los laboratorios de investigación farmacéutica y el personal del departamento de calidad. Las principales ocupaciones dentro de este sector son:

- Técnicos en química industrial.
- Técnicos en control de calidad.
- Técnicos de laboratorio sanitario.
- Operadores en plantas industriales químicas.
- Encargado de operadores de máquinas para fabricar productos químicos.
- Operadores de máquinas para fabricar productos farmacéuticos y cosméticos.

Se estima que el personal dedicado a este segmento puede representar el 30% a nivel mundial.

La oferta formativa en la Comunidad de Madrid para este tipo de personal de la industria farmacéutica es amplia, tanto en formación reglada como formación profesional o en centros privados.

Personal de mantenimiento y reparación de instalaciones farmacéuticas

El personal de mantenimiento de este tipo de instalaciones es similar al personal de mantenimiento de la industria química o alimentaría:

- Técnicos en electricidad.
- Técnicos en control de calidad.
- Técnicos en mecánica.

- Técnicos en mantenimiento de sistemas de regulación y control industrial.

La oferta formativa de técnicos de producción y mantenimiento de la industria farmacéutica es amplia en la Comunidad de Madrid, impartándose cursos de formación en centros de formación profesional, centros de formación ocupacional y formación continua impartida desde los propios laboratorios para su personal. Además, el Servicio Regional de Empleo imparte cursos de formación para desempleados dentro de los epígrafes de montaje e instalación, mantenimiento y reparación.

Se estima que el personal dedicado a mantenimiento y reparación es del orden del 5% a nivel mundial.

Personal administrativo y otros

En este sector se encuentran las ocupaciones relacionadas con servicios a empresas como:

- Técnico administrativo.
- Técnico en informática.
- Logística.
- Ventas.

El sector de personal de oficinas, secretarías, logística, etc., representa del orden del 30 % del personal al nivel mundial.

La oferta formativa en la Comunidad de Madrid para personal administrativo de la industria farmacéutica es amplia, tanto en formación reglada como formación profesional o en centros privados.

Por otra parte, el Servicio Regional de Empleo tiene una amplia oferta de cursos de formación para el personal administrativo y comercial encuadrado dentro de los epígrafes de administración y oficinas, administración y gestión, información y comunicación, comercio y venta.

Revisión del catálogo de formación y ocupaciones.

Con la finalidad de identificar las ocupaciones directamente relacionadas con la industria farmacéutica se han revisado los catálogos CNO94 (Tabla 3.3) y SISPE (Tabla 3.4). En ambas tablas se refleja, en la primera columna, el código correspondiente, y en la segunda columna la ocupación.

Tabla 3.3. Ocupaciones de la industria farmacéutica según catálogo CNO94.

Código	Descripción
40	Empleados en servicios contables, financieros, y de servicios de apoyo a la producción y al transporte
1122	Dirección de empresas de 10 ó más asalariados
113	Dirección de departamento de producción en empresas industriales
1131	Dirección de áreas y departamentos especializados
1133	Dirección de departamentos de administración y finanzas
2013	Dirección de departamentos de comercialización y ventas
2055	Químicos
2111	Biólogos, botánicos, zoólogos y asimilados
2112	Patólogos, farmacólogos y asimilados
2121	Ingenieros químicos
213	Médicos
2140	Veterinarios
2190	Farmacéuticos
2613	Otros profesionales de nivel superior de la sanidad
2655	Profesionales en ciencias químicas
3021	Ingenieros técnicos químicos
3026	Técnicos en ciencias físicas y químicas
3073	Técnicos en química industrial
3121	Técnicos en el control de calidad
3125	Técnicos de laboratorio sanitario
815	Ayudantes farmacéuticos
8151	Operadores en plantas industriales químicas
8152	Operadores de máquinas quebrantadoras, trituradoras y mezcladoras de sustancias químicas
8154	Operadores de equipos de filtración y separación de sustancias químicas
8159	Operadores de equipos de destilación y reacción química (excepto tratamiento del petróleo y gas natural)
822	Otros operadores de instalaciones de tratamiento de productos químicos
8329	Operadores de máquinas para fabricar productos farmacéuticos y cosméticos

Tabla 3.4. Ocupaciones de la industria farmacéutica según catálogo SISPE.

Código	Descripción
1110.001.0	Director general de empresa de 10 o más asalariados, en general
1133.006.2	Director de departamento de marketing
1137.001.9	Director de departamento y/o laboratorio de investigación y desarrollo (i+d)
1139.001.5	Director de departamento de control de calidad
2055.001.7	Ingeniero en química
2111.001.2	Biólogo
2112.007.1	Farmacólogo
2121.017.2	Médico especialista en farmacología clínica
2140.001.4	Farmacéutico, en general
2140.002.5	Farmacéutico industrial (farmacotécnico)
2613.001.3	Técnico medio en ciencias químicas
2655.001.5	Ingeniero técnico en química
2711.002.9	Técnico medio en farmacología
3021.003.5	Técnico en ciencias químicas
3026.001.2	Técnico de fabricación química
3026.002.1	Técnico de planta química
3026.003.0	Técnico de laboratorio de química industrial
3073.007.8	Técnico en control de calidad en industrias químicas
8151.001.8	Operador de planta química
8152.002.6	Operador de reactor abierto en tratamientos químicos
8220.001.5	Jefe de equipo en instalaciones para fabricar productos químicos, excepto farmacéuticos y cosméticos
8220.002.6	Jefe de equipo en instalaciones para fabricar productos farmacéuticos y cosméticos
8321.002.0	Operador de máquinas para elaborar productos farmacéuticos, en general
8321.010.5	Operador de cuadro de control para fabricar productos farmacéuticos o cosméticos

3.4.2 Análisis de la formación-empleo

La industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid está en la vanguardia tecnológica tanto en infraestructuras como por el know how de su personal y la formación continua en tecnologías innovadoras que realizan sus empresas.

En la Comunidad de Madrid existen centros de formación para el sector farmacéutico en donde se imparten titulaciones universitarias, Master de especialización y cursos de formación continua en temas monográficos de este sector. Por otra parte, el sector realiza un esfuerzo importante en formación continua en tecnologías innovadoras.

Por otro lado, se han analizado las ocupaciones de la industria farmacéutica en Estados Unidos, país a la vanguardia de la industria farmacéutica mundial. Las ocupaciones se pueden agrupar en los sectores análogos a los realizados en este estudio, es decir, directivos, profesionales, personal de ventas, oficinas, instalación y mantenimiento, producción, transporte. En el ámbito profesional, que es el más característico de la industria farmacéutica, los perfiles profesionales son los correspondientes a biólogos, químicos, informáticos, ingenieros y médicos científicos.

Por ultimo, se ha detectado un nuevo perfil en el sector de la biotecnología aplicada a la industria farmacéutica, el denominado "bioengineering" con un perfil de formación básica en ingeniería, biología y medicina. Las universidades tecnológicas más prestigiosas de Estados Unidos, como el MIT, Stanford o Berkeley, que en su día hicieron que las empresas americanas estuvieran a la vanguardia de la industria aeronáutica, nuclear o en nuevas tecnologías, durante los últimos años han centrado su atención en el campo de la bioingeniería con objeto de formar los futuros líderes mundiales de este nuevo sector combinando para ello la formación tecnológica propia de ingenieros e informáticos con la formación científica en ciencia de los médicos y biólogos.

3.5 Flexibilidad y madurez del mercado laboral del sector

Para conocer cual es la tendencia de empleo en el sector farmacéutico en los últimos años es preciso acercarse a los datos disponibles de contratación de la industria química en la Comunidad de Madrid (donde se encuentran englobada la industria farmacéutica), así como a la información aportada por FARMAINDUSTRIA.

El Observatorio de Empleo de la Comunidad de Madrid ha aportado los datos de las nuevas contrataciones en la industria química durante los últimos cuatro años (Tabla 3.5). En la misma se observa que el empleo en la industria farmacéutica es flexible, ya que presenta un elevado nivel de contratación.

Por otra parte, FARMAINDUSTRIA ha facilitado un listado con las cualificaciones más demandadas por la industria química, que se resumen en:

- Licenciados y Doctores en Farmacia.
- Licenciados y Doctores en Ciencias Químicas.
- Licenciados y Doctores en Biología.
- Licenciados y Doctores en Medicina.
- Licenciados en Ciencias Empresariales y Económicas.

Tabla 3.5. Contrataciones en la industria química de la Comunidad de Madrid en el periodo 2001-2004.

Actividades Económicas	2001	2002	2003	2004
Geólogos y geofísicos	2	1	1	2
Ingenieros en construcción y obra civil	7	2	3	1
Ingenieros en electricidad	3	4	2	11
Ingenieros en electrónica y telecomunicaciones	2	2	5	5
Ingenieros mecánicos	8	6	6	6
Ingenieros químicos	15	6	9	6
Ingenieros de minas		2	1	1
Otros ingenieros superiores(exc. agropecuaria)	18	15	22	34
Patólogos, farmacólogos y asimilados	9	9	3	3
Agrónomos y asimilados		3		3
Farmacéuticos	146	111	51	103
Arquitectos técnicos		4		1
Ingenieros técnicos de construcción y obra civil	1	1		1
Ingenieros técnicos en electricidad	2	4		1
Ingenieros técnicos electrónica-telecomunicaciones	2	2	3	3
Ingenieros técnicos mecánicos		3	1	
Ingenieros técnicos químicos	4	3	2	5
Otros ingenieros técnicos (excluidos agrícola/forestal)	11	8	3	8
Ingenieros técnicos agrícolas y forestales	3		4	1
Técnicos en electricidad	9	3	19	8
Técnicos en mecánica	12	13	10	8
Técnicos en el control de calidad	23	15	29	47
Pintores, barnizadores, empapeladores y asimilados	12	6	3	12
Mecánicos y ajustadores vehículos de motor	6	3	8	37
Mecánicos y reparadores equipos eléctricos	8	8	2	2
Peones de industrias manufactureras	3.086	2.479	2.008	2.102

3.6. Análisis prospectivo del sector farmacéutico

3.6.1. Introducción

El sector de farmacia se basa fundamentalmente en la actividad de investigación y desarrollo (I+D) ya que el progreso técnico en esta industria se apoya en el desarrollo de nuevos principios activos. Las características comunes que engloban a todos los productos farmacéuticos son su alto valor añadido y el uso de mecanismos de protección de la propiedad industrial (patentes), observándose asimismo una fuerte competencia en aquellos productos que no se hallan bajo la protección de una patente o bien que su período de vigencia ha finalizado.

Como consecuencia del proceso de elaboración de los productos farmacéuticos es preciso someter a una estrecha vigilancia los siguientes parámetros: calidad, seguridad e impacto medioambiental. La calidad hace tiempo que ha dejado de ofrecer oportunidades competitivas en este sector para convertirse en una exigencia sin la que ni siquiera puede plantearse la actividad, siendo necesario el cumplimiento de protocolos y su validación. Por su parte, la seguridad y el medio ambiente constituyen acciones de indispensable cumplimiento como consecuencia de que muchas actividades entrañan riesgos y de que la opinión pública tiene una creciente sensibilización hacia estos desarrollos.

3.6.2. Principales áreas de desarrollo futuro

Los principales temas que tendrán un impacto a medio-largo plazo y su fecha de implantación más probable son los siguientes:

- Reducción del tratamiento burocrático para el registro de nuevos productos farmacéuticos (2006-2008).
- Creación de un Registro Único Europeo para principios activos (2006-2008).
- Convergencia legislativa en materia de protección medioambiental a nivel europeo y mundial (2009-2013).
- Disminución de los costes de producción (2006-2008).
- Diseño de procesos más simples a través de la concentración de recursos de I+D (2006-2008).
- Normalización del mercado mediante la caracterización exhaustiva de las especificaciones de los productos (2006-2008).
- Uso de la biotecnología en el desarrollo de nuevos principios activos (2006-2008).
- Sustitución de los ensayos toxicológicos realizados sobre animales por ensayos in vitro (2006-2008).
- Desarrollo de nuevas tecnologías para resolver los problemas de depuración de aguas residuales (2006-2008).
- Disminución del número de empresas por concentraciones y fusiones (2006-2008).

- Sustitución de subvenciones de organismos públicos por una política fiscal que motive la innovación (2006-2008).

3.6.3. Impacto en el desarrollo industrial

Los temas que mayor impacto pueden tener en el desarrollo industrial se pueden agrupar en dos grupos. Por un lado, aquellos que tienen una mayor caracterización tecnológica y que son los que hacen referencia a la disminución de los costes de producción, al mayor uso de la biotecnología en el desarrollo de nuevos principios activos, y al diseño de procesos más simples a través de la concentración de recursos de I+D; por otro lado aquellos que exigen una mayor capacidad legislativa-normativa como la normalización del mercado mediante la caracterización exhaustiva de las especificaciones de los productos y la sustitución de subvenciones de organismos públicos por una política fiscal que motive la innovación.

La progresiva simplificación de los procesos y la oportuna incorporación de equipamiento automatizado a los procesos reducirán los costes de producción, pero el esfuerzo inversor en I+D no se limitará a la mejora de procesos. Las actuales exigencias de la demanda en cuanto al conocimiento de las prescripciones de los productos que se comercializan y la necesidad de homogeneizar el mercado van a exigir una fuerte concentración de recursos en la exhaustiva caracterización de las propiedades de los productos. En este sentido, los organismos que defienden los intereses españoles ante los organismos comunitarios deben alcanzar un nivel de influencia equiparable al de otros países europeos.

Las principales limitaciones que se interponen entre el planteamiento de estos temas y su posible materialización son principalmente de naturaleza tecnológica para los temas del primer grupo, si bien se necesitará la disponibilidad de suficientes recursos de capital físico, pues el capital intelectual existe. La superación de estas limitaciones exigirá la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas, además de una mayor cooperación entre la industria y los centros tecnológicos, y con otras empresas exteriores. En todo este ámbito se considera que la capacidad científica, tecnológica y de innovación de la Comunidad de Madrid es aceptable, mientras que su capacidad productiva es baja.

Para los temas del segundo grupo se plantean limitaciones de tipo legislativo-normativo como consecuencia de la fuerte regulación que exigen este tipo de productos. Su superación necesita del apoyo de la administración pública, el cual debe estar enfocado a reducir la burocracia y aumentar la eficacia de los trámites implicados en el registro de nuevos principios activos, además de articular una eficaz política fiscal que estimule la innovación en las empresas del sector y estimular la puesta en práctica de cursos de formación "in company" con el objetivo de adecuar al personal a los nuevos procesos más especializados.

3.6.4. Impacto en la calidad de vida y el entorno

Al igual que en el apartado anterior, los temas que mayor impacto pueden tener en la calidad de vida y el entorno se pueden agrupar en:

- Los que tienen una mayor capacidad legislativa-normativa, como la convergencia legislativa en materia de protección medioambiental a nivel europeo y mundial.
- Los que tienen un mayor peso tecnológico, como el desarrollo de nuevas tecnologías para resolver los problemas de depuración de aguas residuales y la sustitución de los ensayos toxicológicos realizados sobre animales por ensayos in vitro.

Es razonable y ostensible que el grado de consenso que existe en la opinión de que el marco legislativo en materia de protección del medioambiente evolucionará hacia una mayor responsabilidad ecológica y hacia la convergencia en cuanto a sus disposiciones sobre productos, procesos y residuos, no solo a nivel nacional sino europeo y mundial. En este nuevo contexto, materializable a medio plazo, es posible que los procesos que no sean acordes con las exigencias medioambientales y que impliquen el uso de elementos nocivos sean desplazados de forma progresiva. Las limitaciones más críticas para la materialización de este tema son de carácter legislativo-normativo, por lo que el apoyo de la administración pública será determinante para permitir a las empresas adecuarse a las nuevas y mayores exigencias de la legislación en materia medioambiental. Una política que favorezca la transición hacia este nuevo escenario será necesaria para que nuestras empresas no pierdan competitividad.

Por su parte, la incorporación de nuevas tecnologías debe ser determinante para que se avance en la solución de los problemas que generan las aguas residuales en este sector y se contribuya a una mejora de su calidad, y para que se sustituyan los ensayos toxicológicos con animales por experimentos *in vitro*. Las limitaciones de carácter tecnológico implicarán la necesidad de incorporar científicos y tecnólogos a las empresas, y la cooperación con centros de I+D y tecnológicos para conseguir una mayor transferencia de conocimientos. Por último, hay que resaltar que la capacidad científico-tecnológica de la Comunidad de Madrid en estos ámbitos se considera débil.

3.6.5. Impacto en el empleo

En el horizonte de los próximos tres o cuatro años el sector farmacéutico estará sometido a un fuerte proceso de concentración empresarial, en forma de absorciones por parte de grandes grupos multinacionales y de fusiones, que redundará en una disminución del número de empresas del sector. La repercusión sobre el empleo puede ser evidente en el sentido de disminuir los puestos de trabajo, que se concentrarán en aquellos que requieran del trabajador una cualificación altamente especializada. En este sentido, es previsible la paulatina aparición de programas formativos que contemplen la cualificación de personal especializado, así como la inversión en formación dentro de las mismas empresas.

El impacto en el empleo en la Comunidad de Madrid puede verse afectado de acuerdo con esta tendencia.

4 SECTOR DE VEHÍCULOS DE MOTOR

4.1 Caracterización económica y nivel de innovación

El sector del automóvil está formado por las empresas de fabricación de vehículos (turismos y vehículos industriales), carrocerías para vehículos de motor, remolques y semirremolques, y fabricación de motores. El sector de componentes de la industria del automóvil está dividido en diferentes escalones en función del nivel de integración y engloba a partes, piezas y accesorios del automóvil (transformados metálicos, equipos mecánicos, interiores, componentes de fricción, perfiles de plástico, equipos electrónicos, uniones metálicas y climatización).

La producción mundial de vehículos en el año 2003 ascendió a 41.991.750 turismos y 18.605.693 vehículos industriales. El incremento de producción de turismos en relación al año 2002 fue del 1.4%, mientras que en el sector de vehículos industriales el incremento fue del 5.5%.

A nivel geográfico, la mayor producción de turismos se realizó en el continente asiático (38%), seguida por la Unión Europea (35%) y el continente americano (20%). El mayor crecimiento se produjo en la zona asiática (8,9%) debido principalmente al empuje de China que en periodo 2002-2003 creció un 83%. En el continente americano y en la Unión Europea se produjeron caídas del 8,2% y 1,5%, respectivamente, según muestra la tabla 4.1.

Para el año 2006, la capacidad mundial de producción de automóviles se estima en 83 millones de unidades, mientras que la producción de vehículos esperada es del orden de 62 millones de unidades, por lo que existirá un exceso de capacidad de fabricación de unos 20 millones de unidades que representa una sobrecapacidad del 25% (equivalente a 100 plantas de montaje). Este exceso de producción provocará reducción de empleo y cierres en plantas de fabricación tanto en Europa como en América.

Tabla 4.1. Producción mundial de turismos y vehículos industriales (ANFAC 2003).

Zona geográfica	Turismos	% s/total 03/02(%)		Industriales	% s/total 03/02(%)	
Unión Europea	14.862.368	35,4	-1,5	2.220.896	11,9	2,8
América	8.276.673	19,7	-8,2	9.969.651	53,6	2,8
Asia-Oceania	16.190.593	38,6	8,9	5.742.576	30,9	9,9
África	258.193	0,6	4,9	132.686	0,7	0,6
Resto del mundo	2.403.923	5,7	9,6	539.884	2,9	25,6
Total mundial	41.991.750	100,0	1,4	18.605.693	100,0	5,5

En la Unión Europea se fabricaron en el año 2003 más de 14 millones de turismos, siendo España el tercer fabricante con una producción anual de 2.366.359 unidades, lo que representa el 16% de la producción europea y el 5,7% de la producción mundial. La tabla 4.2 muestra la producción de turismos en los diferentes países europeos en el periodo 2000-2003.

Por su parte, la producción de vehículos industriales en la Unión Europea fue superior a 2 millones de unidades en el año 2003, con un crecimiento del 2,8% respecto a 2002. España fue el primer fabricante europeo de vehículos industriales (28.4% del total) con una producción en el año 2003 de 630.452 vehículos. La tabla 4.3 muestra la producción de vehículos industriales en los diferentes países europeos en el periodo 2000-2003.

Tabla 4.2. Producción de turismos en Europa (ANFAC 2000-2003).

Países	2000	2001	2002	2003	03/02(%)
Alemania	5.131.918	5.301.189	5.123.238	5.145.403	0,4
Austria	115.979	131.098	132.768	118.65	0,5
Bélgica	912.233	1.058.656	936.903	791.703	0,6
España	2.366.359	2.211.172	2.266.902	2.399.374	0,7
Finlandia	38.468	41.916	41.068	19.226	0,8
Francia	2.765.803	2.990.743	3.008.648	2.883.336	0,9
Italia	1.422.284	1.271.780	1.125.769	1.026.454	0,1
Países Bajos	215.085	189.261	182.368	163.08	0,11
Portugal	178.509	177.357	182.573	165.576	0,12
Reino Unido	1.641.317	1.492.365	1.629.934	1.657.558	0,13
Suecia	404.276	476.173	458.836	492.008	0,14
UE	15.192.231	15.341.710	15.089.007	14.862.368	0,15
Eslovaquia	181.333	181.644	225.442	281.16	0,16
Hungría	134.029	140.401	138.239	122.338	0,18
Polonia	532.845	335.996	275.596	285.372	0,19
República Checa	428.224	456.927	441.312	436.297	0,2
Rumania	64.181	56.774	65.266	75.706	0,21

Tabla 4.3. Producción de vehículos industriales en Europa (ANFAC 2000-2003).

Países	2000	2001	2002	2003	03/02(%)
Alemania	394.697	390.488	346.071	361.226	4,4
Austria	25.047	24.305	19.851	21.006	5,8
Bélgica	121.061	128.601	119.414	112.68	-5,6
España	666.515	638.716	588.337	630.452	7,2
Finlandia	458	404	393	432	9,9
Francia	417.878	395.669	367.17	364.632	0,7
Italia	316.031	307.916	301.312	295.177	-2
Países Bajos	30.534	49.682	48.923	55.801	14,1
Portugal	68.215	62.362	68.259	73.785	8,1
Reino Unido	172.442	192.873	191.267	188.871	-1,3
Suecia	125.448	110.896	108.517	116.834	7,7
UE	2.338.326	2.301.912	2.159.514	2.220.896	2,8
Eslovaquia	454	197	276	187	32,2
Hungría	3.369	3.912	3.274	3.778	15,4
Polonia	23.52	23.077	23.489	14.546	38,1
República Checa	28.577	9.989	5.776	5.422	6,1
Rumania	13.984	11.987	14.19	19.546	37,7

A modo de resumen, la industria europea del automóvil se caracteriza por los siguientes aspectos:

- La productividad es un 25% menor que en Estados Unidos y un 30% menor que en Japón.
- El coste de la mano de obra es comparable con el de Estados Unidos, pero un 10% superior al de Japón y un 300% superior al de Corea del Sur.
- Existe un exceso de capacidad de producción de 6 millones de vehículos y una fuerte saturación de los mercados.
- Existen planes de cierres de plantas de fabricación de automóviles y reducción del número de puestos de trabajo.
- Los precios bajan y aumenta el coste de las materias primas: petróleo, acero, aluminio y plásticos.
- El aumento de competencia del sector hará buscar nuevos proveedores de componentes más baratos en Europa del Este y en el mercado asiático.
- Se incrementa el número de proveedores de componentes procedentes de Europa del Este.

A nivel de innovación, en la industria del automóvil existen en la actualidad tres líneas estratégicas que responden a las necesidades de reducir el número de accidentes de tráfico, apostar por el desarrollo sostenible y mejorar la competitividad mediante el desarrollo y fabricación eficientes: seguridad, sostenibilidad, y desarrollo y fabricación eficientes.

El objetivo de la línea estratégica de seguridad es reducir el número de víctimas en accidentes de tráfico, aumentando la seguridad de los vehículos. En la actualidad se está trabajando en la seguridad intrínseca de los vehículos, es decir, en el uso generalizado de sistemas de seguridad que garanticen la integridad de los ocupantes ante choques frontales y/o laterales a 80 Km/h. Por otro lado, se están desarrollando sistemas autónomos para evitar la colisión con objeto de dotar a los vehículos de sistemas inteligentes que permitan realizar una prevención a impactos y sistemas que aumenten la seguridad de los peatones. Además, se están desarrollando sistemas inteligentes embarcados que permitan a los coches viajar con seguridad a velocidades normales en condiciones adversas (niebla, hielo, viento lateral, noche, tráfico denso, etc.). La tabla 4.4 refleja las principales líneas de investigación en seguridad.

Tabla 4.4. Líneas de investigación en seguridad del automóvil.

Diseño	Diseño avanzado de arquitecturas de vehículo y simulación atendiendo criterios biomecánicos y de seguridad de pasajeros.
Sistemas	Sistemas avanzados de protección y retención.
TIC-electrónica	Sistemas electrónicos de seguridad fiables y robustos. Sistemas inteligentes de control de vehículo. Sistemas avanzados de visión en condiciones adversas. Sistemas avanzados de detección de obstáculos. Desarrollo de sistemas avanzados de navegación, asistencia y alerta al conductor. Sistemas de comunicación vehículo-infraestructura: estandarización del protocolo de comunicación, arquitectura del sistema, interfaces y parámetros físicos de las redes de comunicaciones. Desarrollo de sistemas de comunicación (interfaz) conductor-vehículo que englobe y simplifique la interacción entre ambos.
Materiales	Materiales estructurales de elevada capacidad de absorción de energía y revestimientos de baja agresividad para las personas.
Sistemas de vehículo	Desarrollo de accionamientos eléctricos en acelerador, frenos y dirección (X-by-wire) Sistemas avanzados de iluminación variable.

El objetivo de esta línea de investigación centrada en la sostenibilidad es reducir el impacto ambiental de los vehículos con un coste razonable para los usuarios reduciendo la emisión de contaminantes, el consumo energético y reciclando el vehículo al final de su vida útil (tabla 4.5). Las líneas de actuación para conseguir este objetivo en el sector del automóvil son las siguientes:

- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero incluidos en el Protocolo de Kioto, disminuyendo la emisión de CO₂/kg desarrollando vehículos de combustión interna dos veces más eficientes (vehículos híbridos o eléctricos con célula de combustible).
- Diversificación de combustibles con objeto de reducir la dependencia del petróleo mediante la utilización de biocombustibles y el desarrollo de vehículos con pila de combustible.
- Reducir la emisión de gases contaminantes (SO₂, O₃, etc.). El objetivo establecido es el de reducir en 1/3 las emisiones de los vehículos de combustión interna y desarrollar tecnologías limpias en el escape de los CMiones que permitan reducir el valor de los NO_x a la décima parte de los valores actuales.
- Impulsar sistemas telemáticos de control para el uso racional de las infraestructuras de tráfico. Los sistemas telemáticos y de control serán ampliamente utilizados de forma que se realice una distribución inteligente del tráfico en los diferentes sistemas de transporte para emplear la infraestructura de una manera racional.
- Reciclaje de los vehículos al final de su vida útil. El objetivo es el reciclado o reutilización del 95% de las piezas de los vehículos.

Tabla 4.5. Líneas de investigación en sostenibilidad en el sector del automóvil.

Diseño	Desarrollo de nuevos conceptos de vehículo para sistemas alternativos de propulsión (VE, VEH, VEB, VECC). Desarrollo de herramientas avanzadas de diseño, cálculo, simulación y optimización para la reducción de peso y volumen de estructuras, carrocerías, componentes y sistemas. Diseño para reciclado y reutilización.
Sistemas	Desarrollo de nuevas estructuras de motor con accionamientos eléctricos como estrategia de reducción de peso.
Propulsión	Desarrollo técnico de reformadores o convertidores más compactos y eficaces. Mejora de la densidad de potencia, reducción de costes y optimización de prestaciones en células de combustible. Tecnologías avanzadas para motores de combustión interna y tratamiento de los gases de escape. Sistemas de recuperación de energía
TIC-electrónica	Electrónica de potencia y sistemas de gestión electrónica global. Optimización de la arquitectura eléctrica y electrónica (alimentación a 42 V, accionamientos, instrumentación...). Sistemas embarcados de diagnóstico (EOBD: European On Bord Diagnosis) y gestión integral de los ciclos de consumo. Desarrollo de infraestructuras de tráfico equipadas con como mínimo los medios telemáticos actuales. Desarrollo de sistemas amigables de comunicación e información al conductor. Desarrollo logístico para el reciclado y la reutilización.
Materiales	Nuevos materiales para sistemas de propulsión alternativos. Desarrollo de materiales más ligeros (Al, Mg, composites, ...) y con prestaciones equivalentes o mejoradas con respecto a los materiales convencionales. Desarrollo de catalizadores y filtros de partículas. Desarrollo de sistemas de unión. Desarrollo de materiales y lubricantes avanzados para la reducción de pérdidas por rozamiento. Tribología. Desarrollo de componentes económicamente reciclable.
Sistemas de vehículos	Desarrollo de accionamientos eléctricos en acelerador, frenos y dirección (X-by-wire). Sistemas avanzados de iluminación variable.

Finalmente el objetivo de la línea de investigación denominada desarrollo y fabricación eficientes es reducir los costes de fabricación y montaje de vehículos en un 30% mediante el diseño y la utilización de nuevos materiales y procesos. Por otra parte, reducir a 18 meses los tiempos de desarrollo de nuevos vehículos mediante la implementación de las TIC, los sistemas avanzados de diseño y fabricación (flexible) y la normalización de grandes componentes en vehículos. La tabla 4.6 refleja las principales líneas de investigación en desarrollo y fabricación eficientes.

Tabla 4.6. Líneas de investigación en desarrollo y fabricación eficientes del automóvil.

Diseño	Desarrollo de herramientas avanzadas de diseño, cálculo, simulación y modelado virtual para la reducción del número de piezas y componentes. Reducción del número de materiales utilizados en el vehículo. Modularización-unificación-simplificación de conjuntos, plataformas, etc., y uso estandarizado de componentes no vistos por el usuario.
TIC-electrónica	Desarrollo de comunicaciones y redes industriales para el intercambio electrónico de información. Herramientas avanzadas de gestión logística integrada, ligadas a las TIC.
Fabricación	Desarrollo de herramientas inteligentes de apoyo a la fabricación y producción.

Al sector de vehículos de motor se encuentra íntimamente ligado el sector de componentes del automóvil, que tiene unas necesidades tecnológicas específicas. Con objeto de analizar las necesidades de innovación de las empresas de este sector es útil la siguiente clasificación: producto (esto es chasis, electrónica y motor), materiales y proceso.

En el área de chasis, carrocerías y sistemas las prioridades de investigación de las empresas están enmarcadas dentro de la línea estratégica de seguridad (tanto activa como pasiva), así como el de sostenibilidad (reducción de peso). En el área de electricidad-electrónica, la utilización de la electrónica y de la telemática crea una amplia variedad de nuevas posibilidades que permitirán al conductor disfrutar una amplia gama de servicios multimedia desde su vehículo, mejorar la seguridad del vehículo y la eficiencia de los sistemas. Los temas prioritarios están enmarcados dentro de las líneas estratégicas de seguridad y sostenibilidad: microsistemas, sensores inteligentes (inyección de combustible, diagnóstico remoto, detectores de nivel de combustible), reconocimiento de personas y obstáculos, arquitectura eléctrica y electrónica (42V, buses de datos...), electrónica en ambientes hostiles (motor, escape, humedad...), control activo de estabilidad, multimedia (audio, video...), control de tracción, telefonía e internet, emergencia, información, asistencia en el aparcamiento, y sistemas de navegación. Por último, en el área del motor los temas prioritarios se enmarcan dentro de las líneas estratégicas de sostenibilidad: regulación y normativa de reducción de emisiones, sistemas de recuperación de energía, control electrónico del motor, reducción de consumo (nuevos sistemas de inyección), y fuentes alternativas de energía.

El interés de las empresas en el área de materiales se centra en nuevos polímeros y composites, desarrollo de aleaciones ligeras y de alta resistencia, sustitución de metal por plástico, unión entre superficies mixtas, eliminación de compuestos nocivos en pinturas, adhesivos y cromados, sustitución de disolventes orgánicos por otros en base acuosa, y mejoras en recubrimientos de materiales metálicos.

El sector de diseño de automóviles se caracteriza por una intensa utilización de herramientas de diseño de componentes como el CAD/CM/CAE, aunque se plantean diferentes necesidades como una mayor capacidad y prestaciones de la simulación numérica, conocimiento previo del proceso, posibilidad de simular otras características (fluidodinámica, térmica,...), análisis de fabricabilidad y tolerancias, y prototipos virtuales (maqueta electrónica).

Respecto a las tecnologías de unión, los temas de innovación prioritarios son los siguientes: adhesivos, sustitución de soldadura tradicional por adhesivos, mejora de propiedades de adhesivos, conocer comportamiento de uniones mixtas (metal/plástico, metal/caucho, papel/poliamidas), adhesivos no estén compuestos por productos contaminantes, mejora del proceso de soldadura, reducción de peso y aumento de prestaciones, y soldadura láser.

Los nuevos procesos productivos se centran en corte y mecanizados no convencionales, mejora de conformado e inyección, deformación de materiales no convencionales (cerámicos, aleación...), ensayos, mecanizado a alta velocidad e "hydroforming".

Uno de los mayores problemas al que se enfrentan las empresas del sector vehículos de motor es la distorsión en la información entre compradores y los distintos niveles de proveedores, ya que en cada nivel de la cadena se producen errores que afectan al siguiente. El resultado es un stock mayor del deseado, con sus correspondientes gastos asociados y consecuencias negativas, como un dilatado tiempo de llegada al mercado o la necesidad de promociones y descuentos para eliminar excedentes del canal de distribución antes de la llegada de nuevos modelos.

Las empresas se encuentran obligadas a responder con mayor rapidez a los Cambios del entorno, por lo que es necesario contar con sistemas de información que procesen todos los datos generados por la actividad empresarial. Los proveedores de primer nivel están protagonizando el papel más relevante en la integración de sistemas y de Cambios en las tecnologías de productos y materiales, desarrollando iniciativas online para mejorar las relaciones con los clientes.

La llegada de Internet y la World Wide Web (WWW) en los años noventa han facilitado la aparición de una plataforma barata y, por ende, casi omnipresente en la comunicación inter-empresarial. La Web EDI es un sistema que, en lugar de redes privadas, utiliza la Web y el lenguaje de programación XML para establecer la comunicación entre dos equipos informáticos. El sistema evoluciona hacia el "online marketplace": portal de Web que reúne la oferta y la demanda y permite a los vendedores y proveedores efectuar ofertas de adquisición con alto nivel de transparencia y rapidez.

Desde la perspectiva de la cooperación entre las empresas del sector y las universidades y centros de investigación hay que destacar que es muy escasa, como lo pone de manifiesto el hecho de que en el periodo 2000-2005 (hasta el mes de abril) tan solo se han financiado 5 proyectos conjuntos: 4 con universidades y 1 con centros tecnológicos.

Por último, es necesario caracterizar el ciclo de vida del sector de vehículos a motor, para lo que es preciso explicar las diferencias conceptuales entre innovaciones tecnológicas incrementales y radicales, pues en este sector tienen una importancia estratégica (tabla 4.7):

- Las *innovaciones tecnológicas radicales* hacen referencia a aplicaciones fundamentalmente nuevas de una tecnología o a una combinación original de tecnologías conocidas que dan lugar a productos o procesos completamente nuevos. A los productos resultantes de estas innovaciones se les conoce como "productos innovadores". Ejemplos de este tipo de innovaciones en el sector de vehículos a motor lo constituyen el airbag, los frenos ABS, un nuevo prototipo o el leasing para financiar la compra de un vehículo.
- Las *innovaciones tecnológicas incrementales* se refieren a mejoras que se realizan en un producto, proceso o servicio existente con la finalidad de incrementar sus prestaciones. A este tipo de innovación se accede fácilmente a través de lo que se conoce como imitación creativa, cuyo objetivo principal es copiar la esencia de una tecnología para mejorarla funcionalmente. A los productos resultantes de estas innovaciones se les conoce como "productos mejorados". Entre los ejemplos que pueden servir de referencia a este tipo de innovaciones se puede destacar el re-styling de los vehículos.

Las empresas de este sector fabricaban hace treinta años modelos con duraciones muy largas (de alrededor de 10 años), pero teniendo en consideración estas caracterizaciones en la actualidad han conseguido reducir este período aplicando una estrategia basada en las siguientes consideraciones:

- Lanzamiento frecuente (continuo) al mercado de innovaciones tecnológicas incrementales, de forma que garanticen la continuidad del producto mejorado y los correspondientes ingresos.

- Lanzamiento menos frecuente (con un período de aproximadamente 3 años) al mercado de innovaciones tecnológicas radicales, con el objetivo de conseguir captar nuevos clientes y conseguir mejorar la posición competitiva de la empresa. Si bien el riesgo a que se enfrenta la empresa es mayor, se trata de minimizar su impacto en la cuenta de resultados a través de seguir introduciendo productos mejorados.

Tabla 4.7. Principales diferencias entre productos mejorados y productos innovadores.

Productos mejorados (Innovaciones tecnológicas radicales)	Productos innovadores (Innovaciones tecnológicas incrementales)
• La demanda del mercado es conocida y predecible.	• La demanda potencial es grande pero poco predecible. Elevado riesgo de fracasar.
• Rápido reconocimiento y aceptación del mercado.	• No es previsible una rápida reacción imitativa de la competencia.
• Fácilmente adaptable a las ventajas existentes en el mercado y a la política de distribución.	• Puede exigir unas políticas de marketing, distribución y ventas exclusivas para "educar" a los consumidores.
• Encaja en la actual segmentación del mercado y en las políticas de producto.	• La demanda puede no coincidir con los segmentos de mercado establecidos, distorsionando el control de diversas visiones de la empresa.

Por tanto, se ha conseguido reducir el ciclo de vida de los vehículos a motor actuando fundamentalmente a través del desarrollo tecnológico. No obstante, y al mismo tiempo, ha sido necesario aplicar una mayor flexibilidad a nivel organizativo: por ejemplo, el responsable de I+D debe aceptar la premisa de que decisiones laboriosas y difíciles, tomadas sin el asesoramiento de Producción, pueden resultar ineficaces; lo mismo ocurre si la incorporación tardía en el proceso del área de Marketing y Ventas provoca cambios en los productos o nuevas demandas que requieren esfuerzos adicionales de desarrollo. En resumen, la gestión eficiente en las empresas de este sector implica el desarrollo de los siguientes factores de éxito:

- Un proceso disciplinado en base a la aplicación sistemática de técnicas de planificación y control.
- Un equipo de proyecto multifuncional que trabaja de forma coordinada en todos los aspectos del producto a medida que el desarrollo avanza.
- La eliminación de barreras entre las diferentes áreas funcionales de la empresa.
- Una responsabilidad compartida por el grupo.
- Una buena capacidad de resolver conflictos.

Un ejemplo de ello se encuentra en el modelo integrado en Nissan Japón. Nissan fabricó en el año 1990 un total de 4,6 millones de vehículos y tenía una cuota de mercado en Japón del 17,3%, tan solo por detrás de Toyota. A principios de los noventa, Nissan formó en Japón un Centro para Ingeniería Simultánea (SEC) con unos 80 técnicos con los siguientes objetivos:

- Promover el desarrollo de tecnologías avanzadas combinando las áreas de diseño y producción.
- Propagar las técnicas del desarrollo integrado de la innovación por toda la empresa.

- Reducir el tiempo de respuesta y lograr un diseño adecuado para la fabricación y el desarrollo de productos y tecnologías avanzadas de producción.

El personal para este Centro se seleccionó de entre personal de diferentes ámbitos funcionales: Producción (35%), Diseño (10%), Ingeniería de Prototipos (10%), Laboratorios Centrales (35%) y Taller (10%). De esta forma, el Centro para Ingeniería Simultánea de Nissan derribó las barreras entre los departamentos funcionales y concienció al personal de la importancia de su trabajo para toda la organización.

4.2 La automoción en España y en la Comunidad de Madrid

El sector de automoción es uno de los pilares de la economía española, ocupando la tercera posición entre los fabricantes de vehículos europeos detrás de Alemania y Francia, y la séptima posición a nivel mundial detrás de Estados Unidos, Japón, Corea del Sur y China. El sector de automoción representa el 7% del PIB, el 8% del empleo total, sustentando 163.500 empleos directos y unos 2.000.000 indirectos. Es preciso resaltar que los vehículos que se fabrican en España corresponden con marcas extranjeras, y es en los centros de investigación y desarrollo de esas marcas donde se toman las decisiones que afectan a la fabricación en nuestro país.

La industria española fabricó 3.029.826 vehículos en el año 2003, de los cuales el 82,4% se exportaron, lo que representó el 16,2% del valor de las exportaciones españolas. El destino principal de estas exportaciones fue la Unión Europea, a la que se destinó el 87,6% de la exportación total. En el año 2002 la facturación de los fabricantes de vehículos supuso 39.843 millones de euros, mientras que la facturación de equipos y componentes fue de 25.178 millones de euros. La tabla 4.8 muestra los principales datos económicos de la industria del automóvil en España.

Tabla 4.8. Datos básicos del sector del automóvil en España (ANFAC 2001-2003).

Industria fabricante de vehículos	2001	2002	2003
Empresas	12	11	11
Fábricas	18	18	18
Producción de vehículos	2.849.888	2.855.239	3.029.826
Producción de turismos	2.211.172	2.266.902	2.399.374
Producción de vehículos industriales	638.716	588.337	630.452
Matriculación de vehículos	1.751.198	1.636.943	1.716.204
Matriculación de turismos	1.425.573	1.331.877	1.383.098
Matriculación de vehículos industriales	325.625	305.066	333.106
Exportación de vehículos	2.336.057	2.327.199	2.495.521
Exportación de turismos	1.791.265	1.823.675	1.961.071
Exportación de vehículos industriales	544.792	503.524	534.450
Parque de vehículos	22.311.984	23.048.474	23.725.543
Parque de turismos	18.150.880	18.732.632	19.293.263
Parque de vehículos industriales	4.161.104	4.315.842	4.432.280
% exportación sobre producción total	82	81,5	82,4
% exportación de vehículos sobre la exportación española	16,4	15,8	16,2

% importación del sector sobre la importación española	16,5	17,9	17,7
Participación del sector en el PIB	6,2	5,7	5,8
Empleo total (directo+indirecto) sobre población activa (%)	10,9	10,8	10,5
Facturación (millones de euros)	40.153	39.843	43.183
Beneficios (millones de euros)	171	-19	292
Inversiones (millones de euros)	2.029	1.994	1.519
Ratio beneficios sobre facturación	0,4	0,0	0,7
Empleo directo	72.390	72.537	71.038
Productividad (unidades por trabajador)	39,4	39,4	42,7
Productividad (miles de euros por trabajador)	555	549	608

En el sector del automóvil los plazos necesarios para desarrollar nuevos productos y servicios son cada vez más cortos. El elemento clave para garantizar la competitividad es responder rápidamente la necesidad de Cambio impuesta por el entorno potenciando el proceso de innovación y puesta en marcha. El gasto en innovación del sector del automóvil en España ascendió en el año 2003 a 1.018 millones de euros que representan un 10% de los gastos totales en el sector. La figura 4.1 refleja la distribución de estos gastos en función de sus principales componentes.

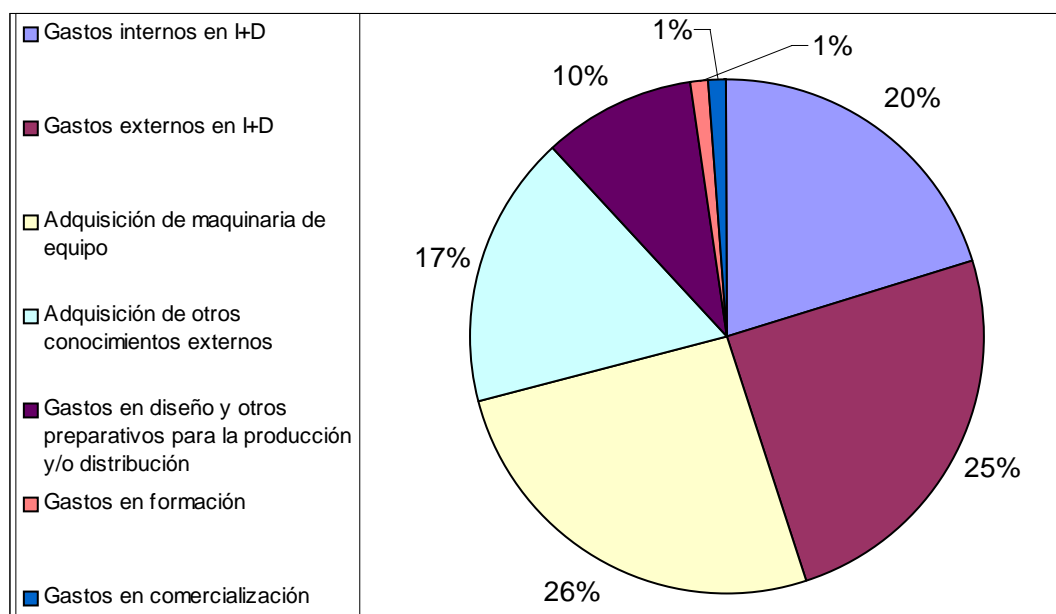


Figura 4.1. Distribución de los gastos de innovación en el sector del automóvil en España (ANFAC 2003).

Especial interés presenta la industria de fabricación de componentes en el sector de automoción. En España esta industria está formada por más de 1.200 empresas que en el año 2002 facturaron 25.179 millones de euros, empleó a 246.935 personas y exportó por un valor de 12.933 millones de euros. Es importante señalar que la facturación del sector de componentes en España ocupa el tercer lugar en relación con los países europeos y que el valor de los componentes supone el 75% del valor añadido del automóvil. Los fabricantes de componentes

tienen una vinculación muy estrecha con los fabricantes de automóviles y se agrupan en cluster cerca de las fábricas de automóviles. Las figuras 4.2 y 4.3 muestran la evolución de la facturación y del empleo en el periodo 1998-2002.

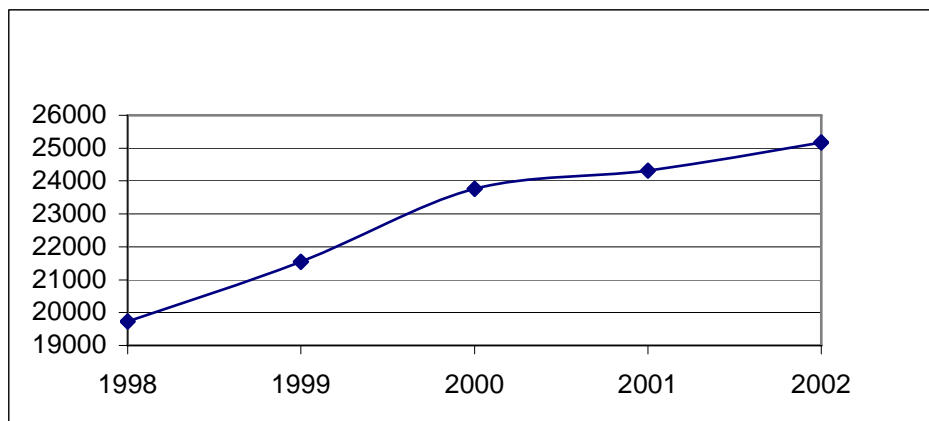


Figura 4.2. Evolución de la facturación del sector de componentes (millones de euros, ANFAC).

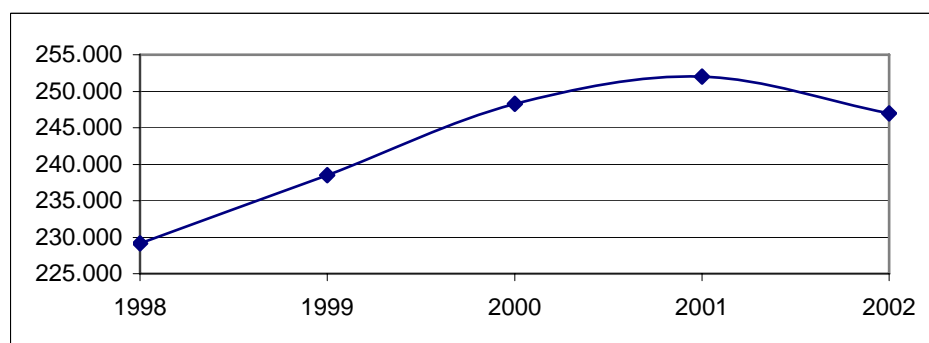


Figura 4.3. Evolución del empleo en el sector de componentes (ANFAC).

En el año 2002, el 52% de la facturación de componentes de automóviles se exportó, mientras que el 36% se dedicó a la fabricación nacional de automóviles y el 12% al sector de repuestos. El 80 % de las exportaciones de componentes del automóvil se realizaron a países de la Unión Europea, destacando Francia y Alemania. Durante los últimos años ha existido un intenso aumento de las exportaciones de componentes de automóviles alcanzando un incremento medio anual del 12%. Respecto a las importaciones, alrededor del 89% de componentes se realizaron de países de la Unión Europea, principalmente Francia y Alemania que supusieron el 64.8% en el año 2002.

En España, el número de empresas de componentes de automóviles pasó de 1.104 en el año 1999 a 1.077 en el año 2003. El tamaño de las empresas es muy diverso, y aunque el número medio de trabajadores es de 223, el ratio puede oscilar entre empresas con diez personas hasta empresas del primer nivel con 6.000 trabajadores: el 64% de las empresas tienen menos de 20 empleados y solo el 15% tienen más de cien empleados. Sin embargo, durante los últimos años existe una tendencia de concentración del número de empresas, aumentando las que tienen más de 100 trabajadores y reduciendo las de menor tamaño. Normalmente estas empresas están

situadas cerca de los fabricantes de automóviles destacando Cataluña donde se concentra el 34%, mientras que la Comunidad de Madrid ocupa el segundo lugar con el 13% de las empresas. La figura 4.4 representa la distribución geográfica de estas empresas.

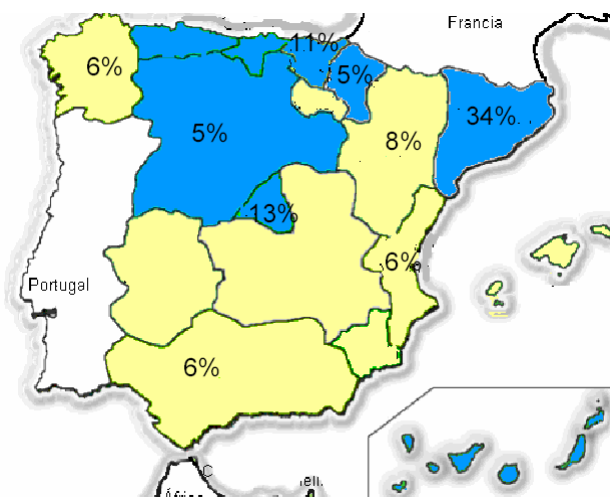


Figura 4.4. Distribución de las empresas del sector de componentes de automóvil.

El sector del automóvil representa el 30% de la actividad industrial de la Comunidad de Madrid, donde cuenta con una fábrica de turismos (PSA-Villaverde), dos fábricas de vehículos industriales (Iveco-Pegaso y Renault) y una fábrica de Motores (Nissan). Incluyendo a las 350 empresas del sector de componentes, la industria del automóvil ocupa en la Comunidad de Madrid a unas 26.000 personas.

La producción de turismos en la Comunidad de Madrid representa el 6,8% de la producción nacional, mientras que la producción de vehículos pesados representa el 95,3% de la producción nacional. En cuanto a la producción de la industria carrocería y transformadora representa el 10% de la industria nacional. La figura 4.5 refleja la evolución de la producción de vehículos en la Comunidad de Madrid en el periodo 1985-2005.

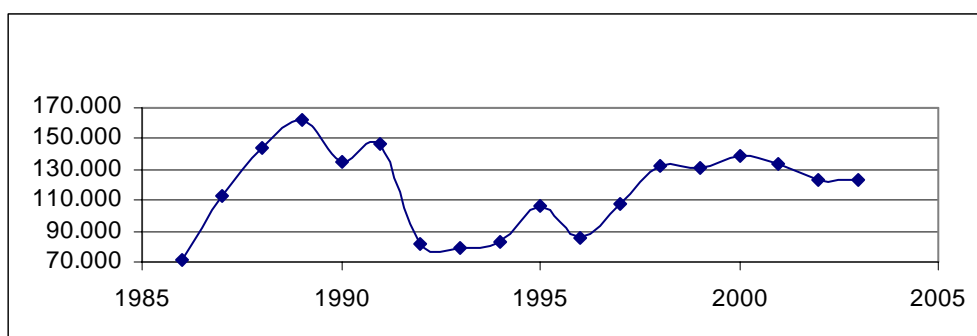


Figura 4.5. Producción de vehículos en la Comunidad de Madrid (ANFAC).

La implantación de empresas fabricantes en la Comunidad de Madrid ha inducido al desarrollo de la industria de componentes. El 93% de estas empresas son PYMES (el 51% tiene menos de 10 empleados y el 23% entre 11 y 20). Solo el 7% de las empresas tiene más de 100 empleados.

Ello tiene su reflejo en el nivel de facturación, pues el 58% de las empresas factura menos de 0.6 millones de euros al año, mientras que solo un 3% factura más de 60 millones de euros al año.

El nivel de exportación de la producción de empresas de componentes es variado. En general el 74% de la producción se consume en el mercado nacional, existiendo un 17% de empresas que exportan más de las tres cuartas partes de su producción. Respecto a su nivel de calidad, solo el 19% de las empresas de fabricación de componentes de la Comunidad de Madrid están acreditadas según la ISO 9000, mientras que el 2% están acreditadas por la ISO 14000.

El sector de componentes de automóviles en la Comunidad de Madrid tiene los siguientes segmentos:

- Transformados metálicos
- Equipos mecánicos
- Interiores
- Componentes fricción
- Perfiles de plástico o caucho
- Equipo eléctrico-electrónico
- Uniones metálicas
- Climatización

Así mismo se diferencia entre empresas de primer nivel (equipos para conjuntos), de segundo nivel (equipos para subconjuntos), y de tercer nivel (suministro de piezas y servicios).

Por lo general, los proveedores de primer nivel se ocupan de la integración de sistemas para proporcionar módulos o conjuntos ya ensamblados directamente a la cadena de montaje del fabricante. En este segmento se encuentran las empresas que fabrican directamente para constructores y cuyas principales características son: facturación entre 5 y 500 millones de euros al año; número medio de empleados (270); instalaciones superiores a 10.000 m²; tienen implantado el sistema de calidad ISO 9000 (en más del 70%); desarrollan I+D; tienen personal cualificado; disponen de un nivel tecnológico elevado; y el capital es extranjero mayoritariamente. La tabla 4.9 ilustra la situación de las empresas de primer nivel en cuanto a competitividad.

Las empresas de segundo nivel suministran a clientes de primer nivel subconjuntos completos de varias piezas. Sus principales características son las siguientes: facturación media de 45 millones de euros al año; número medio de empleados (125); instalaciones superiores a 5.000 m²; tienen implantado el sistema de calidad ISO 9000 (en el 60%); necesitan personal cualificado; y la implementación de nuevos equipamientos está supeditada a la entrada de nuevos clientes. Por su parte, la tabla 4.10 muestra la situación de las empresas de segundo nivel.

Por último, las empresas del tercer nivel fabrican piezas y suministran servicios a las compañías de primer y segundo nivel que forman parte de los segmentos anteriores. Sus principales características son las siguientes: facturación entre 0,8 y 16 millones de euros al año; instalaciones entre 1.000 y 5.000 m²; no tienen implantado el sistema de calidad en su gran

mayoría; no realizan actividades de I+D; dificultad de encontrar personal cualificado; dificultad de competir en mercados exteriores; y maquinaria anticuada. La tabla 4.11 muestra la situación de las empresas de tercer nivel.

Tabla 4.9. Competitividad en el primer nivel del sector de automoción.

Concepto de ratio de competitividad	Valoración
Nivel exportación	Alta
Diversificación clientes	Bajo
Tecnologías de información	Muy alto
Calidad	Muy alto
I+D	Muy alto
R.R.H.H	Medio
Cultura empresarial	Alto
Gestión integrada de la organización	Muy alta

Tabla 4.10. Competitividad en el segundo nivel del sector de automoción.

Concepto de ratio de competitividad	Valoración
Nivel exportación	Medio
Diversificación clientes	Medio
Tecnologías de información	Medio
Calidad	Medio
I+D	Alta
R.H-	Medio
Cultura empresarial	Alta
Gestión integrada de la organización	Alta

Tabla 4.11. Competitividad en el tercer nivel del sector de automoción.

Concepto de ratio de competitividad	Valoración
Nivel exportación	Muy Bajo
Diversificación clientes	Bajo
Tecnologías de información	Bajo
Calidad	Medio
I+D	Muy bajo
R.H-	Bajo
Cultura empresarial orientada a la adaptación al entorno	Medio
Gestión integrada de la organización	Bajo

En la Comunidad de Madrid se encuentran las principales asociaciones nacionales y regionales relacionadas con el sector automoción:

- ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones)
- ASETRA (Asociación de talleres de Madrid)
- ASFARES (Asociación Española de Fabricantes de Remolques, Semiremolques, Cisternas y Vehículos)
- SERNAUTO (Asociación Española de Fabricantes de Equipos y Componentes para Automoción)
- ASCATRAVI (Asociación de Carroceros y Transformadores de Vehículos Industriales Comerciales)
- FACONAUTO (Federación de Asociaciones de Concesionarios de Automoción)
- GANVAM (Asociación Nacional de Vendedores de Vehículos a Motor, Reparación y Recambios)
- ANCERA (Asociación Nacional de Comerciantes de Equipos, Recambios, y Accesorios para automoción)
- AMARAUTO (Asociación Madrileña de distribución y venta de recambios, accesorios, neumáticos para la automoción)
- ASEPA (Asociación Española de Profesionales de Automoción)
- CONEPA (Patronal de Empresarios Profesionales de la Automoción)
- ATRADICE (Asociación de Empresas de Transporte en el Sector Centro)

4.3 Capacidades, recursos y carencias del sector en la Comunidad de Madrid

Este apartado tiene como principal finalidad identificar los puntos fuertes y débiles de la industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid a través del análisis de sus recursos tecnológicos y capacidades tecnológicas disponibles: equipamiento, proveedores, logística, laboratorios de ensayos, implantación de sistemas de calidad, centros de formación específicos del sector, centros de investigación relacionados directamente con el sector, etc. Asimismo, se identifican las carencias relacionadas con estos elementos a los efectos de diseñar acciones específicas a medio y largo plazo.

Las capacidades tecnológicas más relevantes del sector del automóvil en la Comunidad de Madrid son las siguientes:

- Equipos eléctricos
- Equipos de motor
- Equipos para carrocería
- Componentes de fundición
- Componentes de estampación
- Componentes de plástico y caucho
- Plásticos y productos químicos
- Existencia de plantas de fabricación
- Alto nivel de formación académica para actividades de I+D+i

Estas capacidades están apoyadas por las disponibles en Centros Técnicos y OPIS, como por ejemplo:

- Aplicación de herramientas de diseño en análisis numérico, análisis de comportamiento mecánico, térmico, fluidos, dinámicos, impactos, simulación de procesos, etc.
- Ensayos materiales dinámicos, acústicos, térmicos, medio ambientales, compatibilidad electromagnética, seguridad, metrología, etc.
- Laboratorios de ensayos y calibración en el sector de componentes de automoción.
- Consultorías y entidades de acreditación en sistemas de calidad.

Los recursos tecnológicos del sector del automóvil son fundamentalmente productivos, de desarrollo y algo más escasos en lo relativo a ensayos, sobre todo en los no exigidos sistemáticamente por el cliente.

A estos recursos tecnológicos identificados en la Comunidad de Madrid es preciso añadir un conjunto de ellos que se encuentran disponibles, aunque no son específicos de este sector. Son los siguientes:

- Centros logísticos potentes en la zona
- Redes de comunicaciones (autovías, red de ferrocarril, aeropuerto)
- Red de proveedores con altos niveles de competitividad
- Importante presencia de industria mecánica transformadora del metal
- Importante presencia de industria de componentes electrónicos y telemáticos

Las principales carencias tecnológicas del sector del automóvil en la Comunidad de Madrid se centran en:

- Falta de disponibilidad de procesos de fundición y forja
- Preparación de espumas y tejidos
- Apoyo técnico al desarrollo de productos
- Ensayos funcionales
- Formación en organización y planificación de procesos
- Formación y conocimiento en procesos avanzados de fabricación
- Mayor integración entre constructores y suministradores
- Los suministradores de componentes deben asumir funciones de diseño
- Mayor integración de las tecnologías de información en la gestión de las empresas
- Equipamiento técnico adecuado a las necesidades específicas del sector en los centros de formación de especialistas

4.4 Ocupaciones y formación en automoción

4.4.1 Procedimiento de recogida de información

Para la recopilación de la información y su posterior análisis se procedió a la elaboración de un cuestionario en el que se incluía una batería de preguntas relacionadas con la oferta formativa actual y la posible demanda existente en el sector de automoción, así como una valoración de las ocupaciones/profesiones en este sector y una previsión de las futuras innovaciones que se incorporarán al sector en los próximos años.

Dicho cuestionario se dividió en tres partes:

- Primera parte. Con este bloque de preguntas se ha pretendido conocer las necesidades formativas existentes en el sector de la automoción y valorar la oferta formativa actual, con el fin de orientar los futuros programas formativos y cubrir las necesidades del actual mercado laboral.

- Segunda parte. Con este bloque de preguntas se ha pretendido analizar la familia profesional de automoción, según el Catálogo Nacional de Ocupaciones CNO-94, con la finalidad de detectar alguna carencia.
- Tercera parte. Se han incluido dos preguntas relacionadas con las futuras innovaciones, su implantación en el sector de la automoción y la industria auxiliar, y la oferta formativa que podría facilitar su incorporación.

Al final de este cuestionario se incluyó un anexo a modo de consulta con toda la oferta formativa relacionada con la automoción y la industria auxiliar del Servicio Regional de Empleo de la Comunidad de Madrid en el año 2005.

Una vez finalizado el cuestionario, se realizó un listado de empresas representativas del sector. De entre todas ellas se seleccionaron algunos fabricantes de automóviles, fabricantes de componentes y transformadoras de vehículos, creando de esta forma un panel de expertos que fueron convocados para realizar el cuestionario, propiciar un debate y obtener así la información deseada. Las empresas participantes en el mismo fueron: PSA Peugeot Citroën, IVECO España, VALEO Sistemas Electrónicos, Robert Bosch España, VCA Transform, Carrocerías SANCA, Dalphimetal España, Ibérica de Remolques y ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones).

4.4.2 Resultados obtenidos de los cuestionarios realizados

- a) Áreas en las que se prevén mayores demandas de empleo en el sector de la automoción e industria auxiliar:
- Electricidad (25%).
 - Electrónica (87,5%).
 - Mecánica (37,5%).
 - Materiales (25%).
 - Fabricación electromecánica (25%).
 - CAD-CAM-CAE (62,5%).
- b) Áreas en las que se prevén mayores demandas de formación en el sector de la automoción e industria auxiliar:
- Electricidad (25%).
 - Electrónica (100%).
 - Mecánica (37,5%).
 - Materiales (37,5%).
 - Fabricación electromecánica (25%).
 - CAD-CAM-CAE (75%).

c) Título de cursos propuesto por las distintas empresas para el personal de nueva contratación:

- Ingeniería de organización industrial – automoción.
- Gestión de tecnologías de información y comunicaciones.
- Habilidades de comunicación / trabajo en equipo.
- MBA automoción.
- Electrónica básica aplicada a la automoción.
- Circuitos multiplexados.
- Arquitectura electrónica del vehículo.
- Normativa y herramientas de calidad aplicados al automóvil.
- Desarrollo de proyectos/Diseño robusto en automoción.
- Optimización de procesos de fabricación en automoción.
- Especialista en plásticos y química aplicada a la automoción.
- Herramientas para la gestión.
- Solución de problemas.
- Logística para plantas industriales y distribución de productos.
- Herramientas de simulación (producto y proceso).
- Sistemas electrónicos para automóvil (CAN, LIN, ISAR, etc.).
- Carrocerías y equipos auxiliares.
- Reformas vehículos industriales.
- Hidráulica y neumática aplicadas a la automoción.
- Nuevos sistemas electrónicos en automóviles.
- Programación de robots industriales.
- Control de producción.

La mayoría estuvo de acuerdo en que se deberían reforzar todas aquellas acciones formativas ya existentes destinadas a formar técnicos electricistas, mecánicos, soldadores y chapistas (carroceros) por existir mayor demanda de estos profesionales en el sector. Igualmente sugirieron insistir en los temas relacionados con el medio ambiente, prevención de riesgos y seguridad.

d) Niveles en los que puede darse una mayor demanda formativa:

- Titulado Superior (12,5%).
- Titulado Medio (50%).
- Formación Profesional (87,5%).

e) Áreas en las que los empleados del sector requieren alguna acción formativa (estas áreas han sido propuestas por las distintas empresas):

- Idiomas - inglés, francés, alemán aplicados a la automoción.
- Electrónica aplicada al automóvil.
- Tecnologías ITS aplicadas al automóvil.
- Conocimientos generales vehículos.
- Subconjuntos y órganos principales del automóvil.
- Circuitos electro/neumáticos del automóvil.
- Ensamblaje conjunto.
- Mejora continua/solución de problemas en automoción.
- Optimización de procesos en automoción.
- Informática-programación aplicados a la automoción.
- Estándares industriales (ISO, DIN, etc.) aplicados al automóvil.
- Herramientas de simulación (ANSYS).
- Técnicas optimización de procesos en automoción.
- Hidráulica aplicada a la automoción.
- Neumática aplicada a la automoción.
- Calidad aplicada a la automoción.
- Electricidad aplicada a la automoción.
- Soldadores.
- Sistemas electrónicos de control.
- Programación de maquinaria.
- Programación robots industriales.

- Homologación de vehículos/Reformas en vehículos.
- f) Análisis de las ocupaciones. Entre las ocupaciones analizadas dentro del sector resaltaron la necesidad de las siguientes ocupaciones:
- Ingeniero/ingeniero técnico en plásticos/químicos.
 - Operadores de procesos continuo.
 - Técnicos en moldeo o inyección de plásticos.
 - Ingeniero de sistemas.
 - Ingeniero de sistemas logísticos.
 - Ingenieros organización sistemas producción.
 - Conductores de instalación.
 - Jefe de línea de producción.
 - Soldadores.
 - Conductores maquinaria automática.
 - Operadores de instalaciones AA.
 - Técnicos de pintura.
 - Técnicos en análisis químico.
 - Ingeniero de organización industrial.
 - Ingeniero en ITS.
 - Logística industrial.
 - Ingeniero de fabricación.
 - Líneas producción/mantenimiento.
 - Prevención riesgos.
 - Torneros/fresadores.
 - Optimización de procesos.
 - Diseño y proyecto de útiles.
 - Realización rápida de prototipos.
 - Dirección de proyectos.

- Arquitectura electrónica e informática.
- Ingenieros técnicos de procesos.
- Especialista en logística.
- Verificadores.
- Reformas y carrocerías.
- Hidráulica y neumática.
- Calidad y medio ambiente.
- Ingeniero técnico en nuevos materiales.
- Delineante técnico mecánico.
- Programador/controlador maquinaria CNC.
- Técnicos programadores.
- Jefes de equipo maquinaria CNC.
- Ajustadores y reparadores equipos informáticos.
- Dirección de calidad.
- Ingeniero técnico industrial mecánico en automoción.

g) Futuras Innovaciones que se incorporarán al sector en los próximos años:

- Más uso de la electrónica.
- Protección pasajeros/peatones.
- Empleo de los nuevos materiales.
- Nuevos sistemas de producción en chapa, pintura, montaje con un aumento de productividad, con nuevos desarrollos logísticos.
- Aplicación nuevos combustibles.
- Nuevos sistemas de tracción/propulsión.
- Innovaciones en conducción, seguridad y control vehículos.
- Uso intensivo de las tecnologías de información y comunicaciones.
- Electrónica embarcada.

- Uso de tecnologías de inteligencia ambiental en el entorno industrial (RFID, WIFI, redes de sensores distribuidas, etc.).
 - Mejora automatización de procesos-logística.
 - Electrónica-Sensores.
 - Inteligencia artificial.
 - Desarrollo de nuevas aplicaciones en hidráulica, electrónica y neumática.
 - Control en medios de producción técnicos y humanos para mejoras de rendimientos de producción.
- h) Acciones formativas que se debería incluir en la empresa para facilitar la implantación de la innovación en la industria de automóviles y sus componentes:
- Herramientas para el diseño/AMFE/Árbol de Funciones/Matrices de Relación.
 - Diseño Robusto. Despliegue de la Función Calidad (QFD).
 - Herramientas para la innovación / solución creativa de problemas (TRIZ).
 - Electrónica.
 - Sistemas de gestión y de liderazgo de equipos de mejora.
 - Capacitación en nuevas tecnologías grupos motrices.
 - Sistemas/componentes iluminación.
 - Manipulación nuevos combustibles.
 - Nuevos sistemas de diseño y fabricación asistida por ordenador (CAD / CAM / CAE).
 - Idiomas: inglés, alemán y francés aplicado a la automoción.
 - Especialista hidráulico, neumático y electrónico en automoción para FP.
 - Control de calidad y prevención de riesgos laborales para todos los grados incluido FP.
 - Carrocerías y reformas de vehículos industriales para titulados de grado medio y superior.
 - Dirección de Proyectos de I + D + I en automoción.
 - Control sistemas informáticos.
 - Técnico en reciclaje de vehículos.

4.5 Flexibilidad y madurez del mercado laboral del sector

Como resultado de las encuestas realizadas por el panel de expertos que fueron convocados y del posterior debate que se propició entre todos ellos, se puede concluir que las áreas donde se prevén mayores demandas profesionales y educativas en los niveles básicos son las relacionadas con la electrónica y las comunicaciones. Sin embargo, se ha destacado la dificultad de contratar técnicos mecánicos como torneros, ajustadores o soldadores bien formados.

Un aspecto que se deja sentir tanto en las ocupaciones propuestas como en los programas formativos asociados es la necesidad de adaptar dichas ocupaciones y cursos a la especificidad del sector de automoción. El liderazgo que ejerce el sector de automoción frente al resto de fabricantes de componentes, equipos y productos electromecánicos, bien sean industriales o de consumo, es tal que la mayor parte de los expertos consultados coincidieron en destacar que los programas formativos existentes les resultan inapropiados. Los niveles de producción, los estándares de calidad, etc., requeridos en las empresas del sector son netamente superiores a las del resto, por lo que se sugirió adaptar un conjunto de cursos existentes a sus mayores exigencias. Por el contrario, también fue ampliamente comentada la gran utilidad de los mencionados cursos con el apellido “en automoción” para el resto de los sectores electromecánicos, ya que éstos van adaptando las innovaciones técnicas y organizativas que se producen en él.

Entre los profesionales de mayor nivel formativo destaca la necesidad de que los técnicos dominen perfectamente al menos el inglés (debido a la internacionalización del sector), así como técnicas de gestión de equipos humanos y habilidades personales. Se coincidió en reconocer que ciertas necesidades formativas de los técnicos de mayor nivel sólo pueden ser cubiertas con cursos específicos de postgrado.

Algunos de ellos, además de incidir en la necesidad de formación específica de los niveles profesionales más básicos, destacaron la conveniencia de formar hoy la “élite profesional” que lidere las empresas del sector en los próximos años, dentro del entorno competitivo e internacional en el que está enmarcado el sector.

Pero independientemente de la perspectiva de la cualificación hay que resaltar la especial sensibilidad del empleo en este sector. Como muestra de ello se puede hacer referencia a que dos de las principales fábricas de automóviles ubicadas en la Comunidad de Madrid (Renault Vehículos Industriales y Nissan Motor Ibérica) están en proceso de cierre. El cierre de la planta de Villaverde de Renault está prevista para finales de 2006 con una pérdida de empleo de 399 trabajadores. Por su parte, Nissan tiene previsto cerrar su fábrica de motores ubicada en Cuatro Vientos, con una pérdida de 400 empleados.

De la misma forma, también aparecen nuevas empresas como es el caso de la nueva fábrica de cigüeñales que Renault Vehículos Industriales tiene previsto ubicar en Leganés con una plantilla de 150 trabajadores.

4.6. Análisis prospectivo del sector vehículos a motor

4.6.1. Introducción

El desarrollo del automóvil ha ido evolucionando progresivamente mediante la modificación continua de los conceptos de desarrollo, fabricación y comercialización. Entre los hitos más relevantes se pueden citar la modificación de los tiempos de desarrollo (de 6 a 3 años) y los

ciclos de vida (de más de 10 años a cerca de 5 años); el paso de desarrollar el vehículo solamente por los constructores a desarrollarlo conjuntamente con los proveedores; el cambio de la fabricación y comercialización localizada a la deslocalización y globalización (internacionalización de los fabricantes).

Precisamente este proceso de globalización implica un incremento de la competencia, pero también un proceso de concentración cada vez más rápido que trae como consecuencia la reducción del número de empresas fabricantes mediante fusiones, absorciones o la implantación de acuerdos de cooperación, siempre con el objetivo de afrontar con más garantías el aumento de las necesidades tecnológicas y financieras que exigen el lanzamiento de nuevos modelos. Al mismo tiempo, se persigue la reducción de costes a través de la búsqueda de economías de escala en ámbitos tan amplios como las estrategias de I+D y producto, la ampliación de mercados, las redes de distribución y la gestión de compras.

Como consecuencia de esta necesidad de ampliar las economías de escala se plantean cambios basados en:

- El concepto modular y la concentración en grandes proveedores de módulos y sistemas.
- El concepto de plataforma que implicará la estandarización de los componentes utilizados y el intercambio de la fabricación de modelos entre plantas.

Si bien a medio plazo estos cambios provocarán modificaciones en la estructura de los proveedores, en el aumento relativo de su tamaño (derivado de la necesidad de suministrar a más fabricantes) y al incremento de su capacidad financiera, a largo plazo entrarán en juego otros factores más relacionados con la tecnología como pueden ser nuevos combustibles, nuevos materiales, nueva electrónica, nuevos motores, etc.

4.6.2. Principales áreas de desarrollo futuro

Se han identificado siete grandes áreas de interés para el sector de vehículos a motor a medio-largo plazo. Estas áreas son las siguientes:

- Seguridad.
- Ruido/confort.
- Tráfico urbano.
- Tráfico interurbano/control guiado.
- Combustibles/eficiencia.
- Emisiones/reciclado.
- Otros (varios).

Dentro de cada área se identifican un conjunto de temas que han sido seleccionados tomando como referencia otros estudios similares llevados a cabo en Alemania, Japón y Reino Unido. Así mismo, se ha asignado para cada tema el período temporal más probable de su materialización (a medio o largo plazo). Para cada área, los temas y su fecha de implantación más probable son los siguientes:

Seguridad:

- Integridad de ocupantes ante choques (2006-2010)
- Sistemas inteligentes para conducción en condiciones adversas (2006-2010)
- Sistemas autónomos para evitar la colisión (2006-2010)
- Dispositivos que adviertan al conductor del peligro (2006-2010)
- Simuladores de conducción (2006-2010)
- Proyección de imágenes virtuales (2006-2010)
- Dispositivos que impongan un estilo de conducción (2006-2010)

Ruido/confort:

- Reducción de ruido (2006-2010)
- Materiales inteligentes (2006-2010)

Tráfico urbano:

- Sistemas telemáticos para la distribución inteligente del tráfico (2006-2010)
- Transporte urbano en vehículos sin emisiones o con emisiones inocuas (2006-2010)
- Gestión de tráfico (control de semáforos vía satélite) (2006-2010)
- Reducción de tráfico urbano por mejoras en transporte público y pago por acceso a calles (2006-2010)
- Solo coches eléctricos para tráfico urbano (2011-2015)
- Vehículos de enlace no contaminantes (2006-2010)

Tráfico interurbano/control guiado:

- Funcionamiento automático de vehículos vía control guiado (2011-2015)
- Conducción sin conductor en red de carreteras especiales (más allá de 2016)
- Caminos-guía entre ciudades (más allá de 2016)

Combustibles/eficiencia:

- Eficiencia del motor de combustión (2006-2010)
- Reducción del consumo (2006-2010)
- Energía de fuentes renovables (2006-2010)

- Células de combustible (2011-2015)
- Eficiencia en transmisión variable (2006-2010)
- Eficiencia en transmisión no mecánica (2011-2015)

Emisiones/reciclado:

- Reciclado, reutilización (2006-2010)
- Reducción de escapes nocivos (2006-2010)
- Vehículos de emisión cero en transporte de masas en lugar de diesel (2011-2015)
- Monitorización del estado de las emisiones del vehículo (2011-2015)

Otros (varios):

- Reducción de costes (2006-2010)
- Reducción de peso (2006-2010)
- Reducción de tiempos de desarrollo (2006-2010)
- Generador-motor de arranque integrado (2006-2010)
- Accionamientos eléctricos (2006-2010)
- Mercado equivalente eléctrico-combustión (2011-2015)

4.6.3. Impacto en el desarrollo industrial

En este apartado se analizan los temas que mayor impacto presentan sobre el desarrollo industrial, agrupados por su fecha de materialización. Estos temas se enmarcan dentro de las áreas de combustibles/eficiencia y otros (varios), y son los siguientes:

- Reducción del consumo (2006-2010)
- Reducción de peso (2006-2010)
- Reducción de costes (2006-2010)
- Reducción de tiempos de desarrollo (2006-2010)
- Células de combustible (2011-2015)

Reducción del consumo (2006-2010)

Este tema es relevante como consecuencia de que las políticas europeas consideran la reducción del consumo como uno de los factores determinantes a tener en cuenta para el desarrollo sostenible de los vehículos a motor, debido a problemas relacionados con las reservas

limitadas de petróleo y la fuerte dependencia del mismo, y la presión cada vez más acusada para preservar la calidad del aire en zonas urbanas.

Si bien las opciones alternativas a los motores de combustión actuales están suscitando un fuerte interés, hay que tener en cuenta que estos motores continuarán siendo durante algunos años la fuente principal de propulsión para los vehículos a motor. Como consecuencia de ello se requerirán importantes esfuerzos para optimizar la eficiencia y reducir el consumo de los motores de combustión actuales. En este sentido hay que tener presente que el consumo está directamente relacionado con el peso y rendimiento del vehículo, y que los costes de utilización disminuyen con el consumo.

La materialización de este tema exige resolver limitaciones de carácter principalmente tecnológico, para lo que es necesario impulsar la cooperación entre empresas y centros de I+D y tecnológicos.

Reducción de peso (2006-2010)

Como se ha puesto de manifiesto anteriormente, el peso del vehículo afecta directamente al consumo de combustible (a mayor peso, mayor gasto energético al acelerar y durante la marcha, y mayores pérdidas en el frenado). Sin embargo, para alcanzar unas reducciones importantes en el peso, manteniendo los costes y los niveles actuales de seguridad, es necesario avanzar en las siguientes direcciones:

- Desarrollo y aplicación de nuevos materiales más ligeros (composites, aluminio, etc.) y con prestaciones equivalentes o mejoradas en relación a los materiales convencionales.
- Desarrollo de nuevos sistemas de unión.
- Desarrollo de herramientas avanzadas de diseño, cálculo, simulación y optimización.
- Desarrollo de nuevos diseños de estructuras de motor y componentes más ligeros y con funcionalidades equivalentes.

Reducción de costes (2006-2010)

No hay que olvidar que la reducción de costes de fabricación, montaje y comercialización constituye uno de los factores de competitividad más importantes de este sector. La mejora de la productividad mediante el dominio de las tecnologías de fabricación y de los procesos productivos es fundamental, pero para conseguir reducir costes de una manera efectiva es necesario el desarrollo de nuevos diseños y la aplicación de innovaciones en materiales y procesos. Para alcanzar estos objetivos es necesario desarrollar los siguientes elementos:

- Herramientas avanzadas de diseño, cálculo, simulación y modelado virtual para la reducción del número de piezas y componentes.
- Reducción del número de materiales utilizados en el vehículo.
- Modularización, unificación y simplificación de plataformas, conjuntos y sistemas, y estandarización de componentes.
- Sistemas avanzados de fabricación y gestión de la producción.

Reducción de tiempos de desarrollo (2006-2010)

Las fases convencionales del desarrollo del automóvil son diseño, prototipado y validación, si bien su ejecución en la actualidad ha cambiado de forma radical en los últimos años como consecuencia del uso generalizado de los sistemas informáticos (ingeniería gráfica). Esta técnica ha permitido englobar al conjunto de herramientas de tratamiento virtual de estas tres fases y acortar el tiempo de desarrollo del producto. Sin embargo, quedan muchas áreas por mejorar, como por ejemplo el tratamiento asistido de la denominada acotación funcional para conjuntos complejos.

Con la finalidad de reducir los tiempos de desarrollo de nuevos vehículos es necesario profundizar en las siguientes tecnologías:

- Desarrollo de herramientas avanzadas de diseño para el automóvil (sistemas expertos que consideren el ciclo de vida, sistemas de gestión de datos y contenidos, ingeniería concurrente, prototipado virtual, prototipado rápido, acotado funcional de conjuntos complejos, etc).
- Desarrollo de herramientas inteligentes de apoyo a la fabricación.
- Desarrollo de comunicaciones y redes para el intercambio electrónico de información.
- Modularización, unificación y simplificación de plataformas, conjuntos y sistemas, y estandarización de componentes.
- Desarrollo de herramientas avanzadas de gestión logística integrada ligadas a las TIC.

Células de combustible (2011-2015)

Las células de combustible (también denominadas pilas de combustible) ofrecen la posibilidad de generar energía eléctrica sin emisiones nocivas a partir del hidrógeno. Si bien se vienen realizando investigaciones en este ámbito desde hace unas décadas y se disponen de prototipos que demuestran la viabilidad técnica de este nuevo concepto de vehículo, la escasa viabilidad económica de las soluciones propuestas limita por el momento la posibilidad de utilizar ampliamente esta tecnología. A ello hay que añadir los inconvenientes asociados al almacenamiento y distribución del hidrógeno (peligrosidad, permeabilidad de los recipientes, volumen y peso de los mismos, entre otros).

Estos obstáculos han llevado al uso de hidrocarburos más fáciles de almacenar y manipular (metano, etanol) como fuente de hidrógeno previa descomposición del combustible. Si bien esta opción simplifica la adaptación logística al suministro del combustible, introduce nuevas dificultades al tener que desarrollar nuevos elementos (reformador o convertidor) y resolver los problemas de sensibilidad a los subproductos obtenidos del reformado (monóxido de carbono). Para superar estas limitaciones tecnológicas y económicas es preciso hacer frente a:

- Desarrollo de nuevos materiales (membranas poliméricas para conducción iónica, nuevos catalizadores, recubrimientos con alta conductividad, materiales para el almacenamiento de hidrógeno).
- Desarrollo técnico de reformadores o conversores más eficaces y compactos.

- Mejora de la densidad de potencia, reducción de costes y optimización de prestaciones en células de combustible.
- Desarrollo de nuevos conceptos de vehículos.

4.6.4. Impacto en la calidad de vida y el entorno

En este apartado se analizan los temas que mayor impacto presentan sobre la calidad de vida y el entorno, agrupados por su fecha de materialización. Estos temas se enmarcan dentro de las áreas de seguridad, emisiones/reciclado, tráfico urbano y parte de combustibles/eficiencia, y son los siguientes:

- Integridad de ocupantes ante choques (2006-2010)
- Sistemas inteligentes para conducción en condiciones adversas (2006-2010)
- Sistemas autónomos para evitar la colisión (2006-2010)
- Reciclado, reutilización (2006-2010)
- Reducción de escapes nocivos (2006-2010)
- Sistemas telemáticos para la distribución inteligente del tráfico (2006-2010)
- Transporte urbano en vehículos sin emisiones o con emisiones inocuas (2006-2010)
- Eficiencia del motor de combustión (2006-2010)
- Energía de fuentes renovables (2006-2010)
- Vehículos de emisión cero en transporte de masas en lugar de diesel (2011-2015)

Integridad de ocupantes ante choques (2006-2010)

La seguridad de los ocupantes tiene una importancia crítica como lo ponen de manifiesto las elevadas cifras de bajas que se producen como consecuencia del fuerte número de accidentes. Este aspecto se aborda desde una doble perspectiva: evitar el accidente y, si éste se produce, minimizar los daños sufridos por los ocupantes. En la actualidad se considera satisfactorio el comportamiento de los vehículos ante impactos frontales a 75 km/h, si bien esta situación raramente se produce. A medida que el impacto se descentra respecto del eje longitudinal del vehículo las consecuencias se vuelven más críticas, siendo la más desfavorable la correspondiente a los impactos laterales.

El tema más relevante en este ámbito lo constituye el lograr que la cabina del vehículo disponga de un conjunto de medidas de protección que minimicen el daño de los ocupantes distribuyendo las cargas del impacto sobre el cuerpo de los mismos y evitando las agresiones de los elementos internos circundantes. Sin embargo, las principales limitaciones son de tipo económico y, en menor medida, de tipo tecnológico. La mejora de la seguridad pasiva del vehículo exige avances tecnológicos en los siguientes ámbitos:

- Desarrollo de nuevos materiales para la absorción de energía y la protección (espumas metálicas, materiales metálicos más ligeros, nuevos revestimientos interiores menos agresivos, nuevos sistemas de acolchado interior).
- Diseño avanzado de la arquitectura del vehículo.
- Desarrollo de sistemas avanzados de protección y retención (airbags, cinturones, asientos reactivos, etc.).
- Desarrollo de sistemas electrónicos de seguridad fiables y robustos.
- Análisis, modelado y simulación de la interacción vehículo-pasajero durante el impacto (biomecánica).
- Ergonomía.

Sistemas inteligentes para conducción en condiciones adversas (2006-2010)

Estos sistemas consisten en la aplicación de la telemática al transporte y, entre ellos, se encuentran los equipos de a bordo destinados a conseguir mejoras importantes de la seguridad en la conducción a través del suministro de información relevante al conductor acerca de las condiciones del medio en el que se desenvuelve el vehículo (condiciones de la carretera, del tráfico o atmosféricas). En resumen, se trata de desarrollar el concepto de "copiloto inteligente". Para conseguir este objetivo se requiere el desarrollo de:

- Sistemas avanzados de iluminación variable.
- Sistemas avanzados de visión en condiciones adversas.
- Sistemas avanzados de detección de obstáculos.
- Sistemas avanzados de navegación, asistencia y alerta al conductor.
- Sistemas de comunicación vehículo-infraestructuras (estandarización del protocolo de comunicación, arquitectura del sistema, interfaces y parámetros físicos de las redes de comunicaciones).
- Sistemas de comunicación conductor-vehículo que englobe y simplifique la interacción.

Sistemas autónomos para evitar la colisión (2006-2010)

Estos sistemas se incluyen dentro de los sistemas avanzados de control y seguridad de vehículos (AVCSS) en el campo de los denominados sistemas inteligentes de transporte (ITS). El objetivo principal de estos equipos es el aumento de la seguridad de la circulación y de la capacidad de la red viaria gracias al suministro de alarmas de sonido o luminosas al conductor cuando el vehículo circula, con algún riesgo, cerca de otro vehículo o de otro objeto. En una fase más avanzada estas tecnologías podrán incluir el uso de sistemas que asuman de forma automática algunas de las tareas de la conducción, como por ejemplo ajustando la velocidad y la posición del vehículo. Incluso se podría llegar a los denominados sistemas de conducción por "pelotones de vehículos", en los que pequeños grupos de automóviles podrían viajar juntos entre sí a gran velocidad.

Para garantizar la consecución de estos objetivos es necesario desarrollar:

- Sistemas avanzados de detección de obstáculos.
- Sistemas de comunicación vehículo-infraestructuras.
- Sistemas inteligentes de control del vehículo.
- Accionamientos eléctricos en acelerador, frenos y dirección.

Reciclado, reutilización (2006-2010)

Actualmente existe un fuerte incremento de vehículos que quedan fuera de uso y que generan una gran cantidad de residuos, de los que solo la chatarra metálica, el vidrio y las baterías son objeto de reciclado. Ante esta situación, la Unión Europea está regulando, a través de directivas, el reciclado o reutilización de un porcentaje en peso del vehículo. Para el año 2015 se prevé que este porcentaje sea del 95%, con la obligatoriedad para los fabricantes de hacerse cargo del coste de reciclado. Si bien la materialización de este objetivo tiene limitaciones principalmente de tipo económico, es necesario desarrollar las siguientes acciones:

- Estrategias avanzadas de diseño para el reciclado y la reutilización (nuevos sistemas de unión, reducción del número de materiales, etc.).
- Materiales económicamente reciclables.
- Tecnologías de reciclado y achatarramiento.
- Mejora del ciclo de vida de materiales, componentes y sistemas a reutilizar.
- Sistemas logísticos para el reciclado y la reutilización.
- Materiales monocomponentes en estructuras.
- Polímeros y fibras de origen natural, biodegradables y con propiedades adecuadas al uso.
- Tecnologías para la recuperación energética y sistemas ecológicos de aprovechamiento o eliminación de residuos.

Reducción de escapes nocivos (2006-2010)

Las políticas medioambientales para la mejora de la calidad del aire son cada vez más restrictivas en relación a la reducción de emisiones contaminantes y obligan a nuevos progresos tecnológicos en el diseño de motores de combustión y de dispositivos de tratamiento de los gases de escape. Para conseguir una eficiente reducción de los componentes nocivos de los vehículos es necesario desarrollar:

- Catalizadores de NOx.
- Filtros de partículas.
- Sistemas de gestión electrónica del motor.

- Tecnologías avanzadas de combustión.

Sistemas telemáticos para la distribución inteligente del tráfico (2006-2010)

Estos sistemas se conocen como sistemas avanzados de información al viajero (ATIS) y tienen por finalidad proporcionar al usuario de las infraestructuras una información fiable sobre el estado de saturación de la red viaria, las posibles rutas alternativas, su localización y datos de navegación. Para ello, estos sistemas abarcan diferentes tecnologías que engloban todo el proceso de captación de los datos, análisis, traslado y presentación de la información necesaria al usuario.

Dentro de estos equipos se pueden distinguir entre los de guiado autónomo (que se basan en un mapa digitalizado de la red con información histórica del tráfico) y los de guiado dinámico (que seleccionan la ruta a seguir a partir de las condiciones del tráfico en cada momento). Si bien algunas de las tecnologías necesarias ya han sido desarrolladas, su aplicación generalizada a vehículos no es todavía una realidad, pues requiere el desarrollo de:

- Sistemas amigables de comunicación e información al conductor.
- Infraestructuras de tráfico equipadas con los medios telemáticos actuales (como mínimo).

Transporte urbano en vehículos sin emisiones o con emisiones inocuas (2006-2010)

El crecimiento económico y demográfico ha traído como consecuencia el incremento de la contaminación del aire en zonas urbanas congestionadas. Para reducir esta situación se requiere de vehículos eléctricos (a batería o híbridos) con niveles de emisión nula o casi nula. La introducción de este tipo de vehículos lleva implícita fuertes limitaciones de tipo económico, por lo que las medidas más recomendadas son las relacionadas con los estímulos de carácter económico y fiscal de la Administración pública.

Sin embargo, desde el punto de vista tecnológico, el desarrollo de los sistemas alternativos especificados requiere de avances en:

- Sistemas de almacenamiento de energía (baterías) de reducido volumen y peso, y capacidad de recarga rápida.
- Electrónica de potencia y sistemas de gestión electrónica global.
- Nuevos diseños de vehículos específicos para vehículos eléctricos.
- Vehículos híbridos.
- Infraestructuras de recarga rápida y segura de baterías.

Eficiencia del motor de combustión (2006-2010)

El desarrollo de vehículos con motores de combustión más eficientes que los actuales comporta retos, no solo en el diseño del proceso termodinámico de la combustión, sino también en la reconsideración global del vehículo con vistas a reducir peso y aumentar rendimiento. Un primer aspecto a considerar sería la electrificación de todos los elementos del motor (bombas, válvulas,

gestión de temperaturas, etc.) y desarrollar un sistema de generación y almacenamiento de energía de alta eficiencia.

Por otro lado, la reducción del consumo necesita de otras medidas además de las que se puedan adoptar sobre el motor. El escenario implica el desarrollo de un generador-motor de arranque capaz de recuperar energía cinética en las frenadas, de arrancar el motor de forma transparente para el conductor y de aportar energía adicional cuando el motor trabaje a bajo régimen. Además, sería necesario desarrollar sistemas eléctricos de frenado que permitan esta recuperación de energía y de nuevas baterías de alta capacidad.

Las principales tecnologías a impulsar para conseguir una mayor eficiencia en los motores de combustión son las siguientes:

- Tecnologías de control del ciclo de combustible.
- Aplicaciones avanzadas para el control electrónico del motor.
- Desarrollo de sistemas de inyección directa de combustible.
- Reducción de pérdidas por rozamiento (tribología).
- Desarrollo de nuevos lubricantes líquidos y sólidos.
- Optimización de la arquitectura eléctrica y electrónica.
- Sistemas de recuperación de energía.
- Tecnologías de gestión de los gases de escape.
- Desarrollo de catalizadores y filtros de partículas.
- Sistemas embarcados de diagnóstico.
- Desarrollo y optimización de combustibles.

Energía de fuentes renovables (2006-2010)

La utilización en los motores de combustión de combustibles alternativos a los derivados del petróleo (gases licuados del petróleo, gas natural comprimido o licuado, metanol y etanol) obedece a dos causas: por un lado, proporcionan mejoras desde la perspectiva de las emisiones y, por otro lado, tratan de responder a la escasez de las reservas de petróleo. La posibilidad de que al menos un 10% de la energía consumida en el transporte de carretera proceda de fuentes renovables requiere el desarrollo de:

- Tecnologías de producción y distribución de combustibles alternativos.
- Motores térmicos avanzados para el uso de estos combustibles.
- Desarrollo de células de combustible.

Vehículos de emisión cero en transporte de masas en lugar de diesel (2011-2015)

La sustitución de los sistemas actuales de transporte en masa (basados en tecnología diesel) por vehículos de emisión nula basados en sistemas de propulsión eléctrica permitirá conseguir importantes mejoras medioambientales (calidad del aire), a través de la reducción de las emisiones de ozono, monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y otras partículas. La introducción del transporte eléctrico en las ciudades no solo está relacionada con dificultades de tipo económico y político, sino también con limitaciones de carácter tecnológico que exigen desarrollos en:

- Desarrollo de nuevos materiales (membranas poliméricas para conducción iónica, nuevos catalizadores, recubrimientos con alta conductividad, materiales para el almacenamiento de hidrógeno).
- Desarrollo técnico de reformadores o conversores más eficaces y compactos.
- Mejora de la densidad de potencia, reducción de costes y optimización de prestaciones en células de combustible.
- Sistemas de almacenamiento de energía (baterías) de reducido volumen y peso, y capacidad de recarga rápida.
- Electrónica de potencia y sistemas de gestión electrónica global.
- Nuevos diseños de vehículos específicos para vehículos eléctricos.
- Vehículos híbridos.
- Infraestructuras de recarga rápida y segura de baterías.

4.6.5. Impacto en el empleo

Si bien todos los temas analizados anteriormente pueden tener un impacto positivo sobre el nivel de empleo de una región, ya que se trata de nuevos desarrollos tecnológicos, existen dos de ellos que por sus características son los que mayor impacto presentan sobre esta variable. Estos temas son los relativos a la reducción de costes (2006-2010) y la reducción de tiempos de desarrollo (2006-2010), que ya se analizaron en el apartado relativo a su impacto en el desarrollo industrial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones relativas al sector aeroespacial

La industria aeroespacial, objeto del presente análisis, es la columna vertebral de un sistema complejo y extenso que incluye de forma directa otras facetas de gran relieve económico: las compañías aéreas, los aeropuertos y sistemas de navegación aérea, las fuerzas aéreas, los organismos encargados de la aeronavegabilidad y los centros de investigación aeroespacial. Todo este entramado es, por su propia naturaleza, esencialmente internacional, por lo que, para entender sus peculiaridades y evolución, es necesario adoptar una perspectiva global, poniendo énfasis en lo que ocurre en Estados Unidos y Europa. La globalización adquiere, en el caso del sector aeroespacial, que trabaja con materiales y productos caros y complejos, un significado singular, pues los proveedores y consumidores son auténticamente globales.

Por otro lado, aunque el sector aeroespacial no es muy intensivo en empleo, está considerado como uno de los más innovadores; con una gran capacidad de generación de nuevos procesos y productos, que ulteriormente se difunden a la industria en general y a los restantes sectores de actividad económica. Por su carácter estratégico y su capacidad dual (civil y militar) está permanentemente sometido a tutela y a intervención gubernamental, directa o indirecta.

El ciclo vital de un programa aeroespacial es mucho más dilatado que el de la mayoría de los bienes de equipo o de consumo. Desde el comienzo de las exploraciones de mercado y los estudios de viabilidad hasta la finalización de la vida operativa del último de los aviones fabricados pueden pasar varias décadas. Cabe añadir que, por este y otros motivos, los periodos de retorno de las inversiones son muy dilatados.

En este sector se da una conexión especialmente estrecha entre investigación, innovación, producción, comercialización y operación. Las oficinas de proyecto y los departamentos de futuros estudios y desarrollo tecnológico, perfectamente conectadas con el resto del organigrama industrial, son normalmente motor directo de muchas de las innovaciones y demandantes de gran parte de las investigaciones.

La industria aeroespacial española identificada como tal (muchas PYMES proveedoras habituales u ocasionales figuran clasificadas en sus campos principales de actividad) está compuesta por unas 290 empresas, de las que solo 6 tienen más de 1.000 empleados y otras 6 entre 250 y 1.000 trabajadores. Las PYMES tienen en muchos casos una excesiva dependencia de la gran empresa integradora, lo que les hace particularmente vulnerables en una actividad de alto riesgo financiero y tecnológico.

En cuanto a la situación general de la industria aeroespacial a nivel mundial, puede decirse sin género de duda, que está en gran auge en todos sus subsectores: aviones de transporte, aviones de pequeño tamaño, aviones de combate, aviones de transporte militar, misiles y sistemas de armas, vehículos lanzadores, satélites artificiales y vehículos espaciales. La única excepción en este panorama pujante, es la fabricación de aviones comerciales en Estados Unidos, que experimenta una crisis apreciable por la pérdida de liderazgo frente a Europa.

Existen actualmente programas importantes en todos los subsectores citados más arriba. En algunos casos se trata de programas de elevado coste y de gran impacto en la opinión pública, como el avión Airbus A380, o los futuros viajes tripulados con exploraciones y bases habitables en la Luna o Marte.

Las administraciones públicas, tanto a nivel europeo como nacional o regional, son conscientes de la importancia del sector y apoyan decididamente el esfuerzo industrial precompetitivo e, incluso, los gastos no recurrentes del desarrollo de los grandes programas. Esta financiación ha sido objeto de discusión entre Estados Unidos y la Unión Europea, que ha finalizado con acuerdos concretos sobre el porcentaje máximo de ayuda. En términos generales, el apoyo a la inversión en I+D+i se lleva a cabo a través del Programa Marco de la UE o de los diversos planes nacionales: Plan de Actuación Tecnológica Industrial, Plan Tecnológico Aeronáutico, PROFIT, Plan Nacional del Transporte, etc.

Dentro de España, la Comunidad de Madrid tiene una posición privilegiada, por cuanto se realiza en su ámbito geográfico cerca de los dos tercios del total nacional de todas las actividades relacionadas con el proyecto, fabricación y ensayos de aviones, satélites artificiales y sus componentes. En un radio de 30 km alrededor del centro están las principales fábricas, la industria auxiliar, el centro nacional de investigación correspondiente, las hasta hace poco únicas Escuelas de Ingenieros Aeronáuticos en sus dos niveles (superior y técnico), etc.

España, y la Comunidad de Madrid de modo particular, participan del auge y la pujanza del sector, con responsabilidad creciente en numerosos programas internacionales y manteniendo la capacidad de diseño de productos propios. Por su excelente nivel tecnológico en muchas áreas (p.e. estructuras en materiales compuestos) y ofrecer costes competitivos, las previsiones del sector apuntan a un crecimiento sostenido durante los próximos diez años con una apreciable creación de empleo directo: entre 7.000 y 10.000 nuevos empleos en la próxima década, alrededor de la mitad de ellos en Madrid.

Respecto a los recursos y carencias que se observan en la región, más que citar estas últimas, hay que señalar la falta de aprovechamiento de las existentes.

Conclusiones relativas al sector farmacéutico

El sector farmacéutico se caracteriza porque el desarrollo de un nuevo fármaco es un proceso de alto riesgo, larga duración y elevado coste, razón por la que el gasto en este sector crece de forma rápida, mientras que las ventas no siguen el mismo ritmo; y porque se está dando un incremento significativo de los requerimientos por parte de los organismos reguladores.

La investigación y desarrollo constituye la actividad fundamental del sector farmacéutico como consecuencia de que el progreso técnico en esta industria se basa en el desarrollo de nuevos principios activos. Ahora bien, es preciso tener en cuenta que esta actividad es un proceso lento y de bajo rendimiento que implica costes muy elevados, lo que implica largos períodos de tiempo para recuperar las inversiones asociadas. A este hecho hay que añadir que el proceso de I+D está cambiando como consecuencia de que están comenzando a vencer las patentes de muchos medicamentos, estimándose que alrededor del 14% de las ventas globales de la industria farmacéutica (aproximadamente 46.100 millones de dólares) lo aportan medicamentos que están perdiendo la protección en el periodo 2001-2005, por lo que los denominados medicamentos "genéricos" se están constituyendo en un competidor de primera magnitud.

Las otras actividades que tienen una mayor implicación en este sector son la fabricación, que se caracteriza por ser un proceso que no es muy intensivo en mano de obra, y la comercialización, que constituye una gran parte de la plantilla de las empresas farmacéuticas, aunque recientemente se está dando una fuerte tendencia a subcontratarla.

España es el séptimo mercado mundial, tras Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, Italia y Reino Unido, mientras que dentro de la Unión Europea es el sexto productor tras Alemania, Francia, Irlanda, Italia y Reino Unido, con una cuota de aproximada del 5%. La industria farmacéutica española es uno de los sectores que presenta un mayor grado de innovación y requerimientos de tecnología muy especializada, por lo que constituye el primer sector industrial en términos de empleo en actividades de I+D y el segundo en términos de gasto destinado a I+D.

La Comunidad de Madrid concentra el 26,2% de las empresas de la industria farmacéutica en España y el 35,5% del empleo total. Hay que especificar que en las zonas norte y este del área metropolitana es donde se concentran las actividades productivas, mientras que en la ciudad de Madrid se ubican las sedes comerciales.

Desde la perspectiva estructural, la industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid está compuesta por empresas farmacéuticas multinacionales y nacionales, proveedores de materia prima, organizaciones de investigación clínica, distribuidoras, farmacias y asociaciones. La mayor parte de las empresas multinacionales tienen su sede comercial para el mercado nacional en Madrid, lo que supone un 70% de la facturación y más del 50% en gasto en investigación y desarrollo, lo que es consecuencia de que se tomen las principales decisiones que afectan al área comercial (registro de productos, precio de los medicamentos y publicidad). Así mismo, en la Comunidad de Madrid se encuentran las sedes de las principales organizaciones de investigación clínica a nivel internacional y que se ocupan del registro de medicamentos y de coordinar los ensayos clínicos de las empresas ubicadas en el ámbito nacional; además de numerosas instituciones de investigación universitaria o estatal. Estos laboratorios se centran en el desarrollo clínico, proyectos de desarrollo molecular y galénico, y ensayos clínicos sobre moléculas suministradas por la matriz, aunque en algunas ocasiones esta investigación básica es iniciada localmente.

Las empresas farmacéuticas nacionales tienen establecidos en la Comunidad de Madrid laboratorios con una gama de negocios muy diferente con productos propios y licenciados. Los laboratorios nacionales centran sus esfuerzos principalmente en el desarrollo molecular y en el desarrollo de procesos. En este apartado es interesante resaltar el elevado el nivel de colaboración entre empresas de esta industria con las universidades y centros de I+D, como lo pone de manifiesto que en el periodo 2000-2005 (hasta el mes de abril) se financiaron un total de 111 proyectos en colaboración. Por su parte, los ensayos clínicos se realizan mediante colaboraciones con centros hospitalarios.

En el segmento de los proveedores se encuentran los relativos al suministro de materias primas y otros especializados en el suministro de cápsulas, estuches y embalajes que dirigen sus productos principalmente al mercado nacional. Respecto a las empresas distribuidoras hay que diferenciar entre mayoristas y minoristas (farmacias). Las empresas mayoristas que existen en la Comunidad de Madrid desempeñan una labor importante no solo desde la perspectiva logística, sino en el nivel de surtido de productos farmacéuticos y sistemas de información. Las empresas más relevantes son Cofares y Seur Pharma. Por su parte, las farmacias presentan un elevado ratio por habitante y distribuyen más del 80% de los medicamentos.

Respecto a los recursos y carencias que se observan en la región hay que señalar su importante relevancia y el relativamente alto nivel de aprovechamiento de los mismos, si bien podría mejorarse su eficiencia.

Por último, es necesario resaltar que la industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid está en la vanguardia tecnológica tanto en infraestructuras como por el know how de su personal y la formación continua en tecnologías innovadoras que realizan sus empresas. Al mismo tiempo, existen centros de formación donde se imparten titulaciones universitarias, cursos de especialización y cursos de formación continua en temas monográficos de este sector, lo que se complementa con el esfuerzo importante en formación en tecnologías innovadoras que se realiza desde las asociaciones del propio sector.

Conclusiones relativas al sector de vehículos a motor

El sector de automoción es uno de los pilares de la economía española, ocupando la tercera posición entre los fabricantes de vehículos europeos detrás de Alemania y Francia, y la séptima posición a nivel mundial detrás de Estados Unidos, Japón, Corea del Sur y China. Este sector representa el 7% del PIB y el 8% del empleo total. No obstante, hay que resaltar que los vehículos que se fabrican en España se corresponden con marcas extranjeras, y es en los centros de investigación y desarrollo de esas marcas donde se toman las decisiones que afectan a la fabricación en nuestro país.

En la Comunidad de Madrid la producción de turismos representa el 6,8% de la producción nacional, mientras que la producción de vehículos pesados representa el 95,3%. La implantación de empresas fabricantes ha inducido al desarrollo de una fuerte industria de componentes, de las que el 93% son PYMES.

Para el año 2006, la capacidad mundial de producción de automóviles se estima en 83 millones de unidades, mientras que la producción de vehículos esperada es de 62 millones, por lo que existirá un exceso de producción de 20 millones de vehículos. En este sentido, y desde la perspectiva geográfica, se espera en los próximos años un incremento de producción de automóviles en Asia y una reducción de la producción en Europa y Estados Unidos. No obstante, en Europa se espera un incremento de la producción de automóviles y componentes en los países del Este de Europa, si bien hay que destacar que la productividad de la industria europea del automóvil es inferior a la productividad de las industrias asiática y americana. Concretamente, en la Comunidad de Madrid se prevé para el año 2006 el cierre de las plantas de motores Nissan y Renault Vehículos Industriales, lo que puede introducir factores no deseados desde la perspectiva del empleo.

El sector del automóvil es la una de las industrias de mayor nivel tecnológico en relación con el resto de subsectores que constituyen la industria de fabricación electromecánica debido a que integra las tecnologías más avanzadas en diseño y fabricación y, al mismo tiempo, porque está sujeta a los estándares de calidad más exigentes. En este sentido, la innovación tecnológica es fundamental para que la industria del sector de automóvil en la Comunidad de Madrid continúe manteniendo su nivel de producción y de competitividad. Para alcanzar este objetivo, en este informe se han señalado cuales son las líneas de investigación y sostenibilidad en el sector de la fabricación del automóvil y la industria auxiliar para los próximos años.

Respecto a los recursos y capacidades tecnológicas del sector del automóvil éstos son fundamentalmente productivos, de desarrollo y algo más escasos en lo relativo a ensayos, sobre todo en los no exigidos sistemáticamente por el cliente. Por tanto, sería necesario complementarlos a los efectos de no perder competitividad a medio plazo.

En relación a la formación de técnicos especializados en el sector de fabricación de automóvil, la Comunidad de Madrid presenta una amplia oferta dirigida a aumentar los niveles de cualificación de los profesionales del sector y la competitividad del mismo, pero al mismo tiempo también incrementa la competitividad en otros sectores de la industria de fabricación electromecánica. En este sentido, un panel de expertos que representa al sector de fabricantes de automóvil y de la industria auxiliar en la Comunidad de Madrid ha analizado las acciones formativas que se deberían incluir en las empresas para facilitar la implantación de la innovación en la industria de automóviles y sus componentes.

Por último, hay que destacar que tanto el sector de reparación y mantenimiento de vehículos, como el de distribuidores de repuestos y concesionarios de automóviles son importantes desde el punto de vista del empleo en la Comunidad de Madrid. Los técnicos de reparación de automóviles requieren reciclarse para conocer las nuevas tecnologías que se van incorporando a los vehículos y para ello sería conveniente analizar cual es la situación en la que se encuentra la formación de técnicos para la reparación de automóvil en la Comunidad de Madrid y sus necesidades de reciclaje.

Recomendaciones

Las administraciones públicas, y en particular la Comunidad de Madrid, deben fomentar la transferencia de tecnología desde las grandes empresas integradoras a las PYMES, para mejorar la posición competitiva de éstas, su nivel de capacitación y su independencia. Las grandes empresas reciben la mayor parte de los fondos públicos destinados a apoyar las actividades de I+D+i, pero dichos fondos no son aprovechados por el resto del sector ni por las entidades de apoyo. Deben articularse mecanismos para asegurar que una fracción apreciable de dichos fondos llegue hasta las PYMES y los organismos públicos de investigación (OPIS).

Deben buscarse procedimientos para articular la cooperación industria-OPIS, en particular en los sectores aeroespacial y de vehículos a motor. Al coincidir sólo lejanamente los plazos (más a corto en las empresas y a medio-largo en OPIS) y objetivos (desarrollo tecnológicos e innovación en la industria, frente a investigación básica y aplicada en los OPIS) resulta difícil aprovechar las sinergias de todos los actores. La planificación estratégica en las empresas puede ayudar sustancialmente en este sentido.

La competitividad de las PYMES debe ser mejorada con apoyos financieros específicos que reduzcan sus riesgos por participar en programas complejos, de alto contenido tecnológico y de innovación, que entrañan un largo ciclo de recuperación de la inversión. En este mismo sentido se debe potenciar la dotación de infraestructuras apropiadas para acercar el conocimiento de OPIS al mundo de las PYMES.

Las administraciones públicas deben potenciar la elaboración de planes de formación continua dentro de estos sectores, tanto para las grandes empresas como para las PYMES. Las iniciativas que hay son muy escasas y faltas de coordinación. Tanto entre los titulados universitarios como entre los técnicos de formación profesional se percibe la necesidad de mucha mayor formación en sectores tan dinámicos, si bien en el sector de vehículos a motor la oferta de formación es más amplia. En términos generales, ni la formación reglada ni la buena disposición son suficientes, pues el aprendizaje en el entorno profesional debe ser abordado también en forma estructurada y rigurosa.

Se debe promover un plan de difusión tecnológica para que el amplio bagaje de conocimientos, capacidades y recursos existentes en los OPIS llegue hasta las PYMES que, en general, desconocen estas potencialidades. Los centros de difusión tecnológica y los agentes formados para esta misión podrían facilitar el proceso de difusión y mejorar la situación de las pequeñas empresas en su capacidad de creación de nuevos procesos o productos, o de reacción frente a un escenario de mercado rápidamente cambiante.

Se debería potenciar la creación de foros técnicos en estos sectores, quizás de carácter anual, al igual que existe en otros países. En estos foros las empresas e instituciones, y también las personas a título individual, intercambiarían experiencias y conocimientos, lo que conllevaría un mejor conocimiento mutuo de todos los actores intervinientes en la actividad económica de cada sector y, a la larga, mayor difusión tecnológica y mejor aprovechamiento de los recursos.

Por último, y en lo que al sector aeroespacial respecta, debería realizarse una evaluación apropiada de las posibilidades que ofrecerá la ampliación del aeropuerto de Madrid-Barajas. Esta ampliación va a suponer un enorme florecimiento económico de la región, con la creación de unos 150.000 empleos nuevos para el año 2015; crecimiento que tendrá lugar principalmente en sectores de actividad totalmente ajenos al mundo aeroespacial, tales como el financiero, el logístico o los servicios a empresas. No obstante, desde varios ámbitos profesionales se ha apuntado que el aeropuerto ampliado con su zona industrial contigua podría atraer a empresas dedicadas al mantenimiento de alto nivel de aviones y motores, modificaciones de aviones, y otras actividades encuadradas en el sector considerado en este capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

AIRBUS (2004): *Global Market Forecast*. Toulouse. France.

Anderson, J.D. (2002): *The airplane: a history of its technology*. AIAA. Reston. USA.

ANFAC (2004): *Informe Anual*. Madrid.

ATECMA (2004): *Informe Anual*. Madrid.

BOEING (2003): *Current Market Outlook*. Seattle. USA.

Comunidad de Madrid (2002): *La industria farmacéutica en la Comunidad de Madrid*. Dirección General de Economía. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. Madrid.

Comunidad de Madrid (2003): *Industria del sector de componentes de automoción*. Dirección General de Economía. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. Madrid.

Martínez-Val, R., Barragán, J.A. y Martínez Cabeza, J.A. (2004): *75 años de Ingeniería Aeronáutica en España*. ETSIA-COIAE. Madrid.

Navas, E. y Nieto, M. (1997): *La innovación tecnológica en trece sectores de la Comunidad de Madrid*. Dirección General de Investigación. Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid. Madrid.

OPTI (1999): *Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial*. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.

OPTI (2000): *Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid.

OPTI (2001): *Tercer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid.