

vt

informe de **vigilancia tecnológica**

serie
informes de tecnologías clave de la Comisión Europea

mi+d

fabricación

fabricación

vt

CE
7

José Sá da Costa

www.madrimasd.org



mi+d

vt

informe de **vigilancia** tecnológica

serie
manuales de buenas prácticas

mi+d

fabricación

José Sá da Costa

www.madrimasd.org



mi+d

Edición española coordinada por:



Todos los derechos están reservados. Se autoriza la reproducción total o parcial de este informe con fines educativos, divulgativos y no comerciales citando la fuente. La reproducción para otros fines está expresamente prohibida sin el permiso de los propietarios del copyright.

- © De los textos: José Sá da Costa
- © De las traducciones: Trevor J. Sowerby
José Ángel Oriyés Piñera

Revisado por: Carmen Rúa Morán
José Román Ganzer

Traducidos con el permiso de la CE.

5	ABREVIATURAS
9	SUMARIO EJECUTIVO
13	CAPÍTULO 1 Introducción
17	CAPÍTULO 2 Los retos socioeconómicos para Europa respecto a la fabricación
	2.1 El ámbito de la fabricación (PÁG. 18)
	2.2 Análisis de los SWOT (puntos fuertes, puntos débiles, oportunidades y peligros) socioeconómicos de la fabricación (PÁG. 20)
	2.3 Los retos socioeconómicos para la fabricación de la UE (PÁG. 22)
	2.4 La respuesta política de la UE (PÁG. 26)
29	CAPÍTULO 3 Base y actividad de la tecnología y la ciencia de Europa en la fabricación
	3.1 Gasto R&D global (PÁG. 34)
	3.2 Política de gastos RTD&I de la UE (PÁG. 39)
	3.3 Apoyo para la R&D de los estados miembro y de la UE (PÁG. 40)
	3.4 Retos para investigación de la fabricación en la UE (PÁG. 49)
	3.5 Retos R&D basados en estudios recientes (PÁG. 64)
	3.6 Recomendaciones para investigación a medio plazo (PÁG. 68)
75	CAPÍTULO 4 Análisis de los SWOT de la industria de fabricación de la UE
79	CAPÍTULO 5 Visión de futuro para los próximos 10 ó 15 años
	5.1 Mirando hacia adelante en la ciencia y la tecnología (PÁG. 81)
	5.2 Recomendaciones generales para la investigación (PÁG. 82)
	5.3 Resumen y conclusión (PÁG. 85)
87	CAPÍTULO 6 Referencias
89	APÉNDICE 1 Análisis socioeconómico detallado de los SWOT en la fabricación
103	APÉNDICE 2 Tabla de áreas de investigación relevante a medio plazo sobre la fabricación

Abreviaturas

API	Interfaces de programación de aplicaciones
CEEC	Países europeos centrales y del este
CIP	Actuaciones industriales competitivas
EC	Comisión Europea
EI	Integración de empresas
ERA	Área de investigación europea
ERM	Gestión de recursos de empresas integradas
ETP	Plataforma de de tecnología europea
EU	Unión Europea
EU-15	Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, España, Suecia y Reino Unido
EU-25	UE-15 más Chipre, República Checa, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Polonia, Eslovaquia y Eslovenia
GDP	Producto interior bruto
GNP	Producto nacional bruto
HT	Alta tecnología
ICT	Tecnologías de la comunicación y de la información
IPPD	Desarrollo del proceso y del producto integrado
IPR	Derechos de la propiedad intelectual
IT	Tecnología de la información
KI-SME	Conocimiento intensivo de la pequeña y mediana empresa
LT	Baja tecnología
MHT	Media y alta tecnología
MNC	Corporación multinacional
MNE	Empresa multinacional
MT	Media tecnología
MVA	Valor añadido de la fabricación
M&S	Simulación y modelado
NAS	Estados de nuevo acceso
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

PPS	Modelo del poder adquisitivo
RB	Basado en los recursos
R&D	Investigación y desarrollo
RTD	Investigación, desarrollo tecnológico
RTD&I	Investigación, desarrollo tecnológico e innovación
SME	Empresas pequeñas y medianas
SRA	Agendas de investigación estratégica
SWOT	Puntos fuertes, puntos débiles, oportunidades y peligros
S&T	Ciencia y tecnología
WTO	Organización del comercio mundial

Sumario ejecutivo

Este informe se refiere a los retos y oportunidades para Europa en el terreno de la Fabricación, encaminada hacia el refuerzo del Área de Investigación Europea (ERA). La fabricación europea tiene un gran potencial como parte que es de la economía sostenible europea, pero su éxito dependerá de una continua innovación en los productos y sus procesos.

El informe se dirige a los desafíos socioeconómicos para Europa, analiza la base tecnológica y científica y las actividades en la Fabricación europea, a los principales retos a los que se enfrenta, sus puntos fuertes, sus puntos débiles, oportunidades y peligros (SWOT) y proporciona un plano general sobre los aspectos clave y nuevas formas de investigación y desarrollo (R&D) en Fabricación para los próximos 10 ó 15 años.

La industria europea de la fabricación ha sido y aún es, exitosa en el mantenimiento de su liderazgo. Sin embargo, esta posición está amenazada en dos frentes. Por una parte, las economías de salarios bajos están amenazando crecientemente los sectores tradicionales de fabricación. Mientras que la persecución de nuevos paradigmas podría dar lugar a una interrupción significativa, el fracaso en la ruptura del actual modelo produce igualmente el nacimiento de serios peligros para la industria europea:

Los siete retos a los que ha de enfrentarse en un futuro cercano la fabricación, en este ambiente complejo y globalizado que crece incesantemente, son:

1. el creciente clima económico, global y competitivo
2. las necesidades de anticipación en el nuevo mercado y en las distintas sociedades
3. los avances rápidos en ciencia y tecnología
4. la eficacia del incremento de la cadena de suministro
5. los desafíos medioambientales y exigencias de sostenibilidad
6. el nuevo conocimiento integrado y la mejora de técnicas en la mano de obra
7. y, los valores sociales y la aceptación pública de la tecnología.

Estos retos influirán en las tendencias hacia nuevas formas de investigación sobre la fabricación durante los próximos 10 ó 15 años.

Para lograr estos desafíos, las empresas de fabricación tienen que progresar hacia empresas que susciten interés al cliente, totalmente conectadas, reconfigurables y eficientes, basadas en el conocimiento y en la innovación tecnológica y en la sostenibilidad medioambiental.

El contexto en el que las corporaciones de fabricación trabajen en el futuro, dependerá, incluso más, de la flexibilidad y de la rapidez así como de la producción localizada.

También es probable que la fabricación, de forma creciente, se convierta en servicio intensivo. La base de competencia será la creatividad y la innovación en todos los aspectos de la de fabricación. Las nuevas tecnologías y las nuevas prácticas comerciales serán inseparables.

Mucha de la investigación que se necesita acerca de la fabricación, es lo que se llama áreas de atajo, de buscar el camino más corto, es decir, aplicables a diversas tecnologías generadoras. También sería acertado hacer una investigación acerca de la fabricación interdisciplinaria y un programa de desarrollo que resalte consorcios de investigación múltiple y que estén ambos dentro de instituciones, así como a través de límites institucionales y enfocar una investigación de fabricación a largo plazo sobre el desarrollo de las capacidades respecto de las tecnologías generadoras y así lograr un encuentro con los retos, dándoles un énfasis a las tecnologías de corte transversal (éstas se refieren a temas de igualdad de sexo, medioambiente, derechos humanos y democracia).

Los sistemas de fabricación reconfigurable y adaptable, las tecnologías de información y comunicación, así como el modelado y la simulación, son tres áreas clave de investigación sobre tecnologías generadoras dirigidas a varios retos de la fabricación. Dos tecnologías que representan un importante avance (fabricación submicrónica, y modelado y simulación de empresa) acelerarán el proceso referente a los retos de dicha fabricación.

La próxima generación de tecnologías avanzadas para la fabricación y el proceso, serán caras de producir, y ninguna entidad tiene los recursos y habilidad requeridos. Se necesitan, pues, investigación y desarrollo, costes compartidos, valoración de riesgos y habilidad.

CAPÍTULO 1

Introducción

En términos generales, definimos Fabricación como los procesos y entidades que se necesitan para crear desarrollo, apoyo y productos de entrega. La fabricación vende mercancía a otros sectores de la economía y, a cambio, les compra productos y servicios. La fabricación espolea la demanda de todo, desde materias primas a componentes intermedios, “software”, sistema financiero, legal, de salud, de contabilidad, transporte y otros servicios en materia de asuntos comerciales.

Actualmente, la tecnología asume un papel central en el desarrollo humano. Muchas necesidades humanas están relacionadas con su aplicación. La tecnología se utiliza para fabricar cosas, se encuentra en productos de forma material, y el activo que llamamos “saber cómo”. Contribuye a nuestras expectativas de estilo de vida así como a los modelos de consumo. Ciertamente, las condiciones que llevan a nuestra actual cultura (de sustento), están fuertemente influenciadas por las tecnologías que apoyan la información y comunicaciones actuales, materiales, nano y biotecnologías, energía y medioambiente. La fabricación es la espina dorsal de nuestra tecnología.

Los sistemas de fabricación tienen una considerable importancia económica, social y medioambiental. Actualmente, la fabricación contribuye al casi 20% del valor añadido bruto, da empleo alrededor del 18% de la mano de obra Europea y contribuye alrededor del 25% de los residuos, al 23% de los gases del efecto invernadero, y al 26% del NOx generado en Europa¹.

La industria europea con sus cuarenta millones de trabajadores, es el motor de la economía y ha demostrado, progresivamente, la capacidad para disminuir su impacto medioambiental, siguiendo la adecuada investigación y los esfuerzos (RTD&I) en la tecnología del desarrollo y la innovación. Un sector saludable de fabricación es crítico por otras razones también – la innovación y la productividad. La innovación tiene la llave para la nueva productividad y las ganancias de productividad son la llave tanto para el crecimiento económico como para el creciente nivel de vida².

La manufactura europea tiene un gran potencial como parte de una economía sostenible de la UE, pero su éxito dependerá de la continua innovación en los productos y los procesos. Además de un compromiso de demanda mayor por parte del sector privado, es esencial combinar los esfuerzos de la CE (Comisión Europea) con los de los Estados Miembro para desarrollar una perspectiva común con respecto a RTD&I – comenzando en el nivel industrial pero yendo mucho más lejos respecto a los temas técnicos, medioambientales y sociales².

La fabricación ha cambiado radicalmente con el paso de los últimos 25 años y, con seguridad, seguirán teniendo lugar rápidos cambios. La aparición de nuevas tecnologías de fabricación, espoleada por una intensa competencia, conducirá dramáticamente a nuevos productos y procesos. Una nueva gestión y prácticas de trabajo así como estructuras de organización y métodos de toma de decisiones, también aparecerán

como complementos de los nuevos productos y procesos. Muchas fuerzas – sociales, políticas y económicas, así como tecnológicas – conformarán el medioambiente de la fabricación en el año 2020³.

Un paso crítico en la preparación del futuro será el desarrollo de una fundación técnica subyacente, a través de una investigación llevada a cabo por la industria, el mundo académico y las instituciones gubernamentales, que debe ser guiada por una visión clara de la fabricación en las próximas décadas, y por una comprensión de los cambios fundamentales a los que se debe llegar para entender dicha visión.

El presente informe es una contribución en favor de la Información para el Grupo de Alto Nivel de la Comisión Europea sobre Tecnología Clave para Europa fijado por la Comisión Europea, la dirección general para la investigación, la gestión K (“economía basada en el conocimiento, y la sociedad”) y la unidad K2 (“Ciencia y Previsión de la Tecnología”), enfocado hacia la “Fabricación”. El propósito del citado Grupo es producir un informe sobre las tendencias de la ciencia emergente y la tecnología en 15 amplios campos de la investigación basados en el informe del experto individual para cada uno de estos campos.

El informe sobre la Fabricación sintetiza retos significativos para la misma, oportunidades, peligros y puntos débiles que pueden guiar inversiones actuales y futuras de la UE en investigación, basadas en recientes estudios de previsión. No se intenta que sea un nuevo estudio o contribución, imposible de llevar a cabo dentro del poco tiempo del mandato del ya mencionado Grupo. El informe comienza analizando los retos socioeconómicos para Europa en términos de fabricación, seguido por una perspectiva global de la potencial y emergente investigación científica y tecnológica en el campo de la fabricación. Basado en este análisis se enuncian los siguientes aspectos: los puntos fuertes, los puntos débiles, las oportunidades y los peligros del sector de fabricación europeo y las empresas relacionadas, y una visión general sobre las futuras perspectivas para la Fabricación RTD&I para los próximos 10 ó 15 años. Este informe no pretende proporcionar una lista de industrias críticas, o tecnologías o ciencias que condicionen el futuro de la fabricación, o una lista exhaustiva de temas específicos de alto potencial de investigación. En su lugar, por un lado se perfilan algunas áreas clave que yacen en el meollo de la evolución anteriormente citada de dicha de fabricación, con una perspectiva holística pero que puede ser aplicada al conjunto total de la Fabricación de una forma sinérgica. Otras áreas tecnológicas y científicas importantes sobre la fabricación serán referidas en otros informes de información general por parte del grupo. Así pues, este informe no se refiere a los desarrollos específicos en nuevos temas emergentes (cognitivos, de complejidad y de servicios), o en tecnologías convergentes (tecnologías y nanotecnologías de materiales, biotecnología, información, ciencias sociales), o áreas de transición sistemática (medioambiente, energía) ya que estas serán expuestas en otra parte.

CAPÍTULO 2

Los retos socioeconómicos para Europa respecto a la fabricación

- 2.1 El ámbito de la fabricación (PÁG. 18)
- 2.2 Análisis de los SWOT (puntos fuertes, puntos débiles, oportunidades y peligros) socioeconómicos de la fabricación (PÁG. 20)
- 2.3 Los retos socioeconómicos para la fabricación de la Unión Europea (PÁG. 22)
- 2.4 La respuesta política de la UE (PÁG. 26)

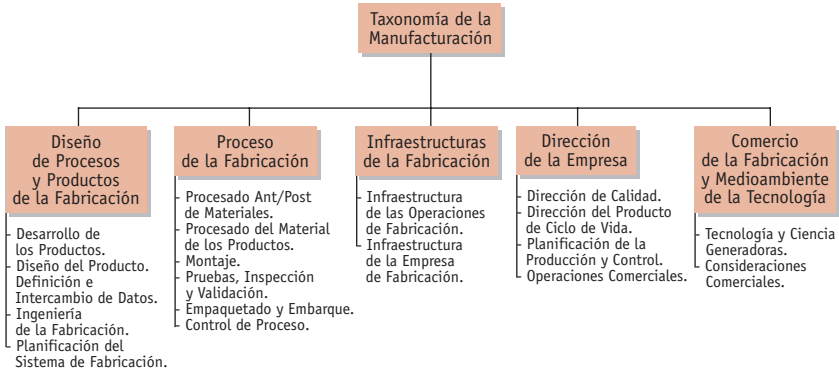
2.1 El ámbito de la fabricación

Tradicionalmente, la fabricación ha sido definida como la transformación de materias primas en productos útiles. Sin embargo, este concepto puede ser ampliado a la transformación general de todos los recursos para su aprovechamiento por las necesidades humanas⁴. La fabricación abarca el desarrollo, el diseño, la producción, la entrega y el apoyo de productos. En el transcurso de este estudio, se puso claramente de manifiesto que el ámbito de la fabricación se ampliará en el futuro a medida que surjan nuevas configuraciones para las empresas de fabricación y la diferencia entre las industrias de fabricación y los servicios se difuminarán.

Actualmente, la fabricación es una parte integral de una red de relaciones entre industrias que crean una economía más fuerte. La fabricación vende mercancía a otros sectores de la economía y, a cambio, les compra productos y servicios. La fabricación espolea la demanda de todo, desde materias primas hasta componentes intermedios para “software”, para las finanzas, para aspectos jurídicos, de salud, contabilidad, transporte, y otros servicios en el proceso de la creación comercial⁵.

La complejidad del actual sector manufacturero con interdependencias entre sectores hace que la fabricación sea un sistema altamente complejo de analizar en todos sus aspectos. El esquema 2.1 sugiere una vista de máximo nivel sobre una posible taxonomía de fabricación, identificando e interrelacionando las principales funciones y tipos de procesos, equipamientos, materiales, y actividades intrínsecas en la fabricación de cualquier tipo de producto⁶.

FIGURA 2.1 *La estructura de máximo nivel proporciona un marco funcional para la integración de la fabricación a través de diferentes campos⁶.*



Esta estructura de máximo nivel tiene cinco elementos principales que proporcionan un marco genérico bajo el cual varias clases de información de la fabricación pueden ser organizadas, a saber:

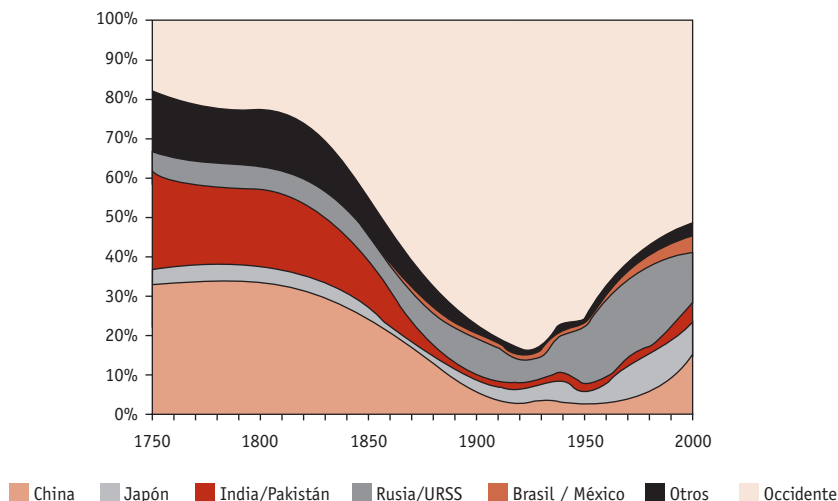
- *Diseño de productos y procesos de la fabricación* – Abarca todas las funciones y procesos asociados con la concepción y el desarrollo de nuevos (y mejorados) productos así como los procesos de fabricación, llegando hasta el punto de disponibilidad para la ejecución de la mencionada fabricación.
- *Procesos de fabricación* – Abarca todas las funciones asociadas con la transformación de diseños de productos en mercancía final.
- *Infraestructura de fabricación* – Abarca todas las funciones que apoyan el producto, directa o indirectamente.
- *Gestión de empresa* – Abarca todas las funciones asociadas con la gestión de las operaciones de una entidad comercial de fabricación.
- *Comercio de fabricación y medioambiente de tecnología*- Abarca todos los temas y funciones no contemplados en los cuatro elementos.

Cada uno de estos elementos de Taxonomía se puede ampliar a un nivel de detalle bastante aceptable. Para detalles ver referencia⁶.

2.2 Análisis de los SWOT (puntos fuertes, puntos débiles, oportunidades y peligros)

La tendencia a la contribución general relativa a la participación de producción global en el mundo de la producción de fabricación por las civilizaciones o países, en los últimos siglos se representa en la figura 2.2.

FIGURA 2.2 *Contribución general relativa a la participación de producción global en el mundo de la producción de fabricación por civilizaciones o países en los últimos siglos (1700-2000).*



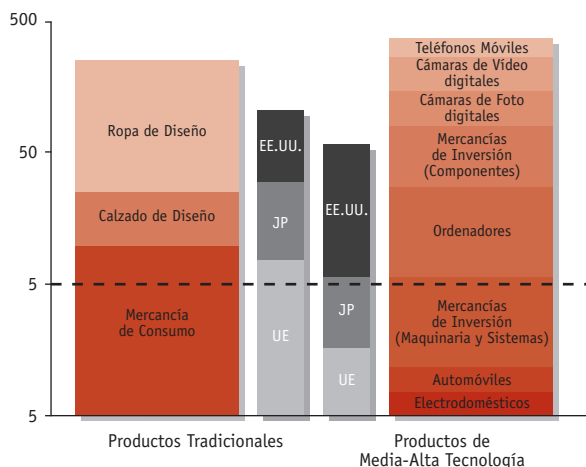
Fuente de información: Mitchell Tseng, CIRP

Las actividades productivas, en general, se están basando cada vez más en el conocimiento, así como están orientadas hacia los servicios y las redes; los sectores de servicios y los sectores industriales tradicionales son, a este respecto, tan importantes como los de alta tecnología ya que emplean a una gran proporción de la mano de obra europea. Actualmente, el impacto socioeconómico de la fabricación es tremendo (ver cuadro 2.1)

Algunos datos sobre la fabricación en Europa		
- Volumen de ventas	4,300 millones de Euros	
- Valor añadido	1,600 millones de Euros	
- Empleos	40 millones (directamente)	
- 80 millones (a través de servicios)		
Algunos sectores principales		
	Producción	Empleos
- Vehículo de motor	480 millones de Euros	2,5 millones
- Maquinaria	320 millones de Euros	2,0 millones
- Aeroespacio	60 millones de Euros	0,5 millones
Especialidad en la industria de exportación-importación		
- Industria tradicional	++	
- Industria a escala	-	
- Industria especial	+	
- Industria basada en ciencia	-	

Lo producción mundial “portfolio” por las zonas avanzadas mundiales se muestran en la Figura 2.3.

FIGURA 3.2 *La producción mundial “portfolio” por las zonas avanzadas mundiales⁷.*



La tabla 2.1 muestra la participación de mercado mundial en la fabricación durante los últimos años.

TABLA 2.1 *La participación del mercado mundial en la fabricación durante los últimos años⁷.*

Importe Total (millones de €)					
	1997	1998	1999	2000	2001
	3.581.045	3.651.262	3.792.144	4.162.171	4.053.029
Acciones de Mercado Mundial					
	1997	1998	1999	2000	2001
UE	39,1	40,6	38,9	36,1	37,3
EE.UU	12,4	12,1	12,0	12,1	11,3
China	8,1	8,0	8,7	9,7	10,1
Japón	8,4	7,5	7,7	8,2	7,4

Un detallado análisis socioeconómico sobre los puntos fuertes, los puntos débiles, las oportunidades y los peligros (SWOT) de la industria manufacturera, se muestra en el apéndice 1. Aquí, por razones de brevedad, el análisis de SWOT se resume en la tabla 2.2.

2.3 Retos socioeconómicos para la fabricación de la UE

El tema más urgente al que se enfrenta la Europa de hoy en día, es la falta de crecimiento y creación de empleo que salvaguarde el nivel de vida y la protección social con que los europeos crecieron acostumbrados.

Durante la pasada década, el crecimiento y la productividad de Europa han fracasado en igualarse a sus principales socios económicos. Las economías emergentes, las transiciones sociales y políticas, y las nuevas formas de comerciar están cambiando el mundo dramáticamente. Estas tendencias sugieren que el ambiente competitivo para las empresas de fabricación, en el futuro, será significativamente diferente en comparación a lo que es hoy. Para poder triunfar en este ambiente competitivo, las empresas de fabricación futuras necesitarán una significativa mejora de sus capacidades. El logro de estas capacidades representa el reto al que se enfrenta la fabricación³.

TABLA 2.2 *Análisis SWOT de la fabricación*

<i>Puntos fuertes</i>	<i>Puntos débiles</i>
<ul style="list-style-type: none"> · Europa es, de una forma persistente, un líder mundial en términos de calidad de vida y cohesión social. · Algunos países europeos están clasificados por encima de los Estados Unidos en términos de indicadores de actuación relativos al compuesto del conocimiento de la sociedad. · La industria de fabricación europea ha sido y sigue siendo exitosa en el mantenimiento de su liderato. · La industria europea es moderna y competitiva en muchos aspectos. · Existe una cultura industrial en la UE de larga tradición. · Europa ha adoptado la dimensión del desarrollo sostenible. · Las capacidades de investigación avanzadas están disponibles en los Estados Miembro. · La mayoría de las empresas europeas son medianas y pequeñas con un carácter flexible e innovador. 	<ul style="list-style-type: none"> · El crecimiento productivo en la industria de fabricación europea en su conjunto ha estado por debajo de los niveles de los Estados Unidos en los últimos años. · La actividad de innovación en la UE es demasiado débil. · La UE tiende a especializarse en media y alta tecnología y en industrias maduras de capital intensivo. · Los problemas estructurales en la economía europea aún permanecen. · El sistema de educación de alto nivel de la UE está actualmente por debajo de los Estados Unidos y Japón. · Las empresas europeas son en su mayoría pequeñas y medianas, lo que conlleva un impacto menor de exportación. · Las exportaciones de la UE han ido decreciendo gradualmente en las décadas pasadas. · La producción menos especializada se ha movido hacia países con menor nivel de salarios fuera de la UE.

Puntos fuertes

- Las diferencias históricas y culturales entre los Estados Miembro y sus regiones producen una diversidad de puntos de vista y técnicos.
- La UE es todavía uno de los mayores exportadores en la fabricación.
- Algunas regiones de la UE tienen un récord como exportadores establecido hace tiempo.
- Algunas regiones de la UE todavía poseen una rápida ascensión tecnológica.
- La producción de alta tecnología en el valor añadido de fabricación ha subido.
- Los productos de media tecnología dominan las exportaciones mundiales.
- El punto fuerte de la UE está concentrado en sectores de media y alta tecnología.

Puntos débiles

- Los países de la UE tienen una gran disparidad en las capacidades de fabricación y exportación, debilitando así su posición en el mercado.
- Algunos países de la UE tienen unos valores de exportación relativamente bajos per cápita, mostrando debilitamiento en sus sectores de fabricación.
- Algunos países de la UE se han estancado en relación a su avance tecnológico.
- Los productos de tecnología media no son los principales impulsores del crecimiento.
- Un alto porcentaje de productos de alta tecnología proceden de países en vías de desarrollo.
- Exportaciones de productos basados en materia prima y baja tecnología han ido frenando significativamente en países ricos.

Oportunidades

- Las capacidades de investigación avanzada están disponibles en los Estados Miembro, lo que da lugar a la innovación.
- La ciencia, la tecnología y la innovación están haciéndose mundiales de forma creciente.
- Una significativa inversión en investigación ayudaría, no sólo a sostener la competitividad, sino que también lo haría con el empleo.
- Los agentes industriales necesitan hacer un mayor esfuerzo para incrementar sus inversiones en investigación que garanticen una competitividad sostenible.
- Las diferencias históricas y culturales entre los Estados Miembro y sus regiones producen una diversidad de puntos de vista y técnicas necesarias para la innovación.
- La mayoría de las empresas europeas son pequeñas y medianas dándoles un carácter de flexibilidad e innovador.
- Los productos de alta tecnología son el sector de más alto crecimiento.

Peligros

- Los países industrializados están perdiendo exportaciones y mercado de fabricación a nivel mundial.
- La industria de la UE no está invirtiendo lo suficiente en investigación para garantizar una competitividad sostenible.
- La industria de la UE se enfrenta a una competencia incesante por parte de otras economías desarrolladas.
- Asia se está convirtiendo en una potente fuerza dentro del mercado.
- El sector industrial chino ha incrementado su dominio.
- Los países en desarrollo han construido una considerable alta en tecnología doméstica.
- Las economías de bajo salario están amenazando, de una forma creciente, a los sectores de fabricación más tradicionales.
- La competencia con países de bajo salario, con trabajo intensivo y productos de consumo de masas será cada vez más y más difícil para los fabricantes de la UE.

Oportunidades

Peligros

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> · Algunos países europeos del Este que se han unido a la UE están introduciendo la fabricación de alta tecnología, lo que significa una oportunidad de innovación para el sector. · La ingeniería del grupo de tecnología media tiene los productos más dinámicos. · El sector de media y alta fabricación será el impulsor del crecimiento mundial. · Los países de salarios más bajos importan maquinaria, materia prima y componentes para producir la mercancía . | <ul style="list-style-type: none"> · Decece la participación de empleo en la industria de la UE. · Los nuevos paradigmas de producción podrían acarrear una significativa desorganización y una incapacidad para saber cortar el modelo actual que puede, a su vez, producir serios peligros para la industria europea. · Decrecen las exportaciones mundiales de productos de media tecnología. · La participación más alta de China está en los productos de media y alta tecnología. · Posible formación de un mercado común por parte de China e India. |
|--|--|

Hay una necesidad para el desarrollo y la realización de una estrategia de fabricación europea, basada en la investigación y la innovación que debería promocionar la transformación industrial, asegurar y crear un empleo de alto valor añadido, y asegurarse la máxima participación posible en la producción mundial de fabricación.

La visión para este cambio no puede ser enmarcada en una simple perspectiva, ni realizarse a través de unos planteamientos estrechos y altamente especializados. En su lugar, tiene que haber una comunidad con un conocimiento integrado que abarque un amplio terreno de intereses de fabricación y que incluya a tantos agentes y participantes como sea posible. – esta tarea debe emprenderse desde Europa e incluso más allá, como lo ha venido haciendo *MANUFUTURO*. Dada la diversidad de necesidades y los cambiantes niveles de desarrollo económico que actualmente existen en naciones en toda la creciente UE, no vale una simple solución para todos los casos. Más bien, la intención es la definir unos amplios conceptos de estrategia que lleven a ideas factibles, compartidas y adaptadas por los diferentes países, así como por regiones e industrias.

Los objetivos medioambientales y sociales dictarán nuevos paradigmas que reflejen las necesidades a largo plazo para una forma más sostenible de fabricación y un nuevo conocimiento basado en la cultura del trabajo.

El estudio preliminar *MANUFUTURO*, concluye que:

- *Una economía basada en industrias de servicios solamente, no sobrevivirá a largo plazo.* Un número creciente de empleos en servicios relacionados con la fabricación y el sector de servicios en general se ha estado compensando por la pérdida de empleo directo de fabricación. Sin embargo, La industria de la UE está actualmente bajo significativas presiones competitivas debido a economías desarrolladas y de salarios bajos, igualmente. Debido a que cada empleo en la fabricación está conectado a dos

empleos en servicios, la confianza en los servicios no puede continuar a largo plazo sin un sector de fabricación de la UE que se competitivo.

- *La transformación europea es una obligación.* Al objeto de enfrentarse a unos retos competitivos, de medioambiente y sociales será necesario transformar la fabricación europea desde unos recursos intensivos a un conocimiento intensivo, con un sector innovador capaz de conseguir y mantener un liderazgo tecnológico y de producción en el mercado mundial.
- *Se necesita un nuevo planteamiento para la fabricación – producción innovadora.* La tradicional estructura de industrias de la fabricación está construida sobre tres pilares de *tierra, trabajo y capital*. El desafío tiene que desplazarse hacia una nueva estructura, que se puede describir como “producción innovadora”, fundada en el *conocimiento* y el *capital*. La transición dependerá de una adopción de nuevas actitudes en la relación con la adquisición, despliegue, protección y fondos de nuevo conocimiento.
- *Creación de un sistema competitivo de investigación y desarrollo a través de múltiples factores.* La economía impulsada por el conocimiento, demanda un sistema competitivo de investigación y desarrollo, que es facilitado por las condiciones de un marco favorable, un nuevo planteamiento para la generación e innovación del conocimiento, adaptación de esquemas de educación y formación, creación de una investigación de fácil acceso, infraestructuras de desarrollo tecnológico e innovación y búsqueda de soluciones que se enfrenten a las nuevas necesidades de la sociedad y las demandas de un mayor nivel de envejecimiento de la misma.

Las soluciones del mañana serán holísticas, identificando múltiples perspectivas y enlaces entre las nuevas propuestas respecto a la atención adecuada hacia el cliente, la respuesta del cliente, la logística y el mantenimiento. Una definición más amplia del término “fabricación” abarcará un sistema integrado que incluye el ciclo completo de creación, producción, distribución y un tratamiento fin-de-vida de mercancía y servicios/producto, con la realización de un sistema innovador impulsado hacia el cliente/usuario. (Se estima que hasta un 80% de las innovaciones están impulsadas por las peticiones del cliente).

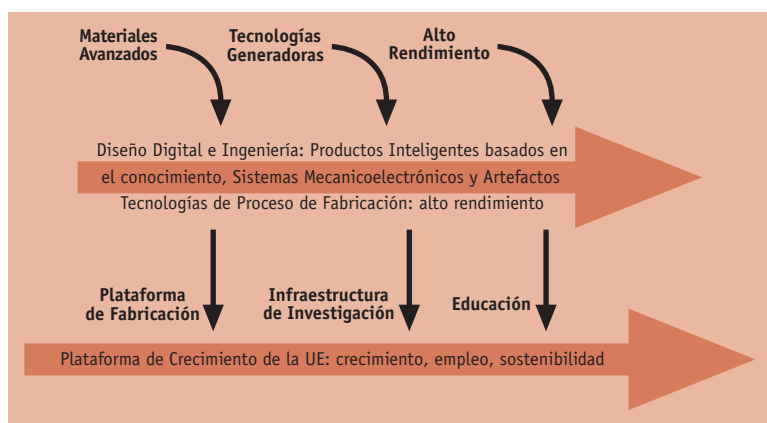
La base de la competencia será la creatividad y la innovación porque (1) el contexto de la fabricación será más amplio y (2) las estructuras sociales y de organización estarán basadas mucho más en el conocimiento, serán dinámicas, fluidas y globalmente distribuidas. Las empresas de fabricación planificarán, crearán y manejarán nuevos productos, procesos, sistemas de cadenas de suministro y otros aspectos comerciales de las empresas, (por ejemplo, las finanzas y el “marketing”) al mismo tiempo.

La actual propuesta típicamente lineal para la investigación, el desarrollo, diseño, construcción y de montaje, será reemplazada por una actividad simultánea en todas las áreas para satisfacer la demanda mundial y acortar el tiempo de puesta en el mercado. Un especial énfasis será puesto en la información incorporada y las tecnologías de la comunicación (ICT) dentro de otros avances tecnológicos y de organización, ya que esto se percibe como crucial para el desarrollo del conocimiento y las empresas de redes.

2.4 La respuesta política de la UE

Los programas marco de EC (Comisión Europea) juegan un papel único, directo y catalizador en la estimulación y estructuración de la investigación en Europa. Ofrecen una visión ampliada, ayudan a crear la necesaria masa crítica para dirigir una serie de retos para la investigación y procuran una nueva dimensión hacia las actividades nacionales o regionales. La figura 2.4 resume el camino al futuro de Europa en el campo de las tecnologías industriales.

FIGURA 2.4 *El camino de Europa al futuro en las tecnologías industriales⁹.*



Además, también existe la necesidad de crear una sinergia mejor entre las inversiones europeas y nacionales entre los esfuerzos públicos y privados, en relación a la definición de las prioridades del RTD, marcos de tiempo y presupuestos sobre un número de temas estratégicos con una alta relevancia en la sociedad. La Comisión Europea ha establecido recientemente unas Plataformas de Tecnología Europeas (ETPs)¹⁰, como componente clave de una futura política de investigación europea, con el propósito específico, teniendo en cuenta la definición de una Agenda de Investigación Estratégica, basada en una visión de las compañías punteras del sector, y la movilización de la necesaria masa crítica de investigación y de un esfuerzo de investigación e innovación para así poder implantarlas¹¹. Para garantizar el éxito de estas plataformas, la industria está fuertemente involucrada en su formación, llevando la iniciativa y conduciéndolas hacia adelante. Reúnen a todos los agentes importantes – la industria, la comunidad de investigación y las autoridades públicas, así como la comunidad financiera, los reguladores, los usuarios y consumidores y la más amplia sociedad civil – al objeto de dirigir un particular reto tecnológico. Pueden asegurar que Europa desarrolla unos programas coherentes y efectivos, así como acciones a través de un amplio conjunto de políticas orientadas para abordar los retos tecnológicos clave.

Las mencionadas ETPs están jugando un papel clave en la preparación del Séptimo Programa-Marco (FP7) de la UE.

Las ETPs capacitan a los principales interesados – industria, organizaciones para la investigación, gobiernos de los Estados Miembro, el Parlamento Europeo y la Comisión – para que desarrollen una visión a largo plazo de los retos en un área específica de tecnología y crear una estrategia coherente para ellos.

En el centro de interés del estudio está el desarrollo de las agendas de investigación estratégica promovido por la industria para implantar planes de acción a través de sociedades públicas y privadas a largo plazo. Las plataformas de tecnología, ni son propiedad, ni están dirigidas por la Comisión, pero sí están conducidas por los interesados (industria, etc.) que se reúnen para formar la plataforma – el valor primario es para los interesados. El papel de la Comisión es animar y guiar a los interesados.

Unas veintidós plataformas de tecnología han sido establecidas para cubrir nuevas tecnologías – tales como:

- Nanoelectrónica;
- Desarrollo de avances tecnológicos para mantener los sectores de alta tecnología, como son, aeronáutica y transportes aéreos, en su punto más alto;
- Renovación o reestructuración de las industrias tradicionales para el desarrollo, incluyendo la construcción, la fabricación de acero, las textiles y de ropa;
- Tecnología para el desarrollo sostenible – química sostenible –,
- Productos o servicios basados en la nueva tecnología, como son las comunicaciones por móvil.

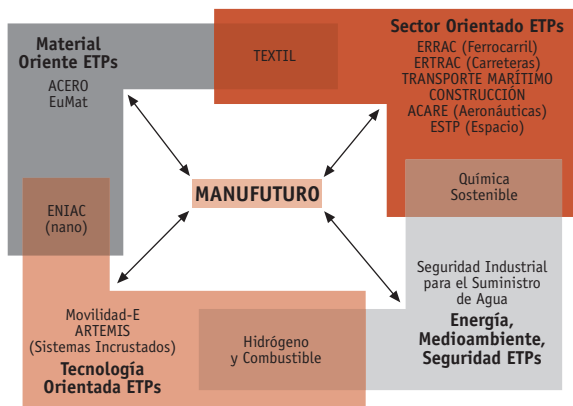
En paralelo con las plataformas individuales, la Comisión Europea ha promocionado el desarrollo de una iniciativa general sobre el futuro de la fabricación – *MANUFUTURO* – para proporcionar apoyo a través de toda la industria europea, ya que una fuerte base de fabricación es vital para la estrategia de Lisboa, al objeto de hacer que la UE sea la economía más fuerte del mundo basada en el conocimiento.

A principios del año 2003 comenzaron las discusiones sobre el *MANUFUTURO*, con un documento inicial de visión presentado en Milán en diciembre de 2003, seguido de un ejercicio público de consulta. Una serie de talleres tuvieron lugar por Europa a mediados de 2004, culminando en un documento de visión revisado², que se presentó en los Países Bajos, en diciembre de 2004. Al final de este ejercicio, representantes de los cuatro interesados más importantes, confirmaron su apoyo para la creación de una ETP (Plataforma de Tecnología Europea) sobre la fabricación, plataforma *MANUFUTURO* que ya está en marcha. Unas SRA (Agendas de Investigación Estratégica), ya están siendo desarrolladas por los principales interesados.

La sinergia entre las ETPs y la plataforma de *MANUFUTURO* existe claramente. La figura 2.5 sobre ETPs del sector, puede contribuir a una visión de conjunto del *MANUFUTURO*, pero, aún así, es necesaria una plataforma horizontal de fabricación para la creación de una amplia comunidad que comparta el conocimiento.

Esta permitiría un apoyo más eficaz para la totalidad de los procesos, mediante la seguridad de que, el conocimiento y la innovación generada en una etapa temprana en las cadenas de suministro “business a business”, se hace más visible para los socios de las industrias transformadoras. También haría posible una coordinación más eficaz de las estrategias del sector y coordinación del uso de los recursos estratégicos. Así pues, el *MANUFUTURO* tiene más una naturaleza de “paraguas” que la de otras plataformas (ETPs), integrando a todos los interesados y sus necesidades. Su papel principal es gobernar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (RTD&I), dirigidos a la transformación de la industria manufacturera europea en dos niveles: visión y promoción de los objetivos de Lisboa y un nivel de operaciones, empleando un planteamiento tecnológico, que explote todas las sinergias que surgen de la naturaleza convergente de la ciencia y la tecnología, dirigiéndose hacia los problemas comunes o “cuellos de botella” a los que se enfrentan las plataformas del sector actualmente en marcha o en desarrollo.

FIGURA 2.5 *La plataforma de MANUFUTURE se enlaza con otras ETPs⁹.*



CAPÍTULO 3

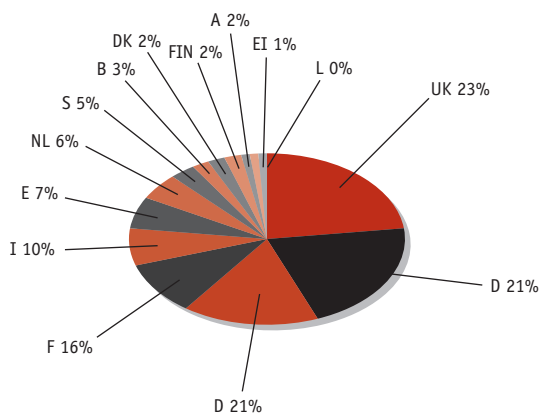
Base de la tecnología y la ciencia en Europa y actividades en la Fabricación

- 3.1 Gasto mundial en investigación y desarrollo (PÁG. 34)
- 3.2 Política de gastos para RTD&I de la UE^{1,2} (PÁG. 39)
- 3.3 Apoyo para la R&D (Investigación y Desarrollo) de la Fabricación, por parte de la UE y los Estados Miembro (PÁG. 40)
- 3.4 Retos para la fabricación en la UE² (PÁG. 49)
 - 3.4.1 Desafíos en la fabricación^{2,3,4,16,1} (PÁG. 54)
 - 3.4.2 Empresas de fabricación^{3,18-20} (PÁG. 61)
 - 3.4.3 Mano de obra^{3,21} (PÁG. 63)
- 3.5 Retos para la R&D basados en estudios recientes^{3,4,17-20} (PÁG. 64)
- 3.6 Recomendaciones para la investigación a medio plazo^{3,4,16,18} (PÁG. 68)

La investigación está demostrando ser un componente central del desarrollo mundial de la sociedad basada en el conocimiento, así como en la nueva economía. Más que nunca con anterioridad, es una de las fuerzas conductoras que está detrás del progreso económico y social, y un factor clave en la competitividad comercial, el empleo y la calidad de vida. Los ciudadanos se están volviendo cada vez más conscientes del impacto de la ciencia y la tecnología en sus vidas diarias. Las empresas se dan cuenta de la creciente importancia de la investigación y las nuevas tecnologías para su competitividad. La ciencia y la tecnología son también fundamentales para el proceso de elaboración de políticas a seguir. Aquellos que elaboran esas políticas, están aceptando ahora que las medidas para estimular la investigación y explotar el conocimiento, deben jugar un papel fundamental en las políticas de gobierno. Cuando se aplican con eficacia, los recursos utilizados en la investigación están directamente relacionados con el desarrollo y el progreso de la sociedad.

La actuación de la ciencia puede ser medida por un número de diferentes indicadores, pero los más comunes son las publicaciones así como las citaciones relacionadas y las patentes. Aunque el dibujo a través de la más amplia Europa actual es diverso (figura 3.1), la Europa de los quince es ahora la zona mundial que más número de publicaciones realiza (figuras 3.2 y 3.3). En términos de número de publicaciones así como en participación mundial, la Europa de los quince ha mejorado durante la última mitad de la pasada década y sobrepasado al NAFTA (Acuerdo de Libre Comercio Norteamericano) en 1997 (figuras 3.2).

FIGURA 3.1 *La contribución Científica de los Miembros Estado de UE-15 (1995-1999)¹².*



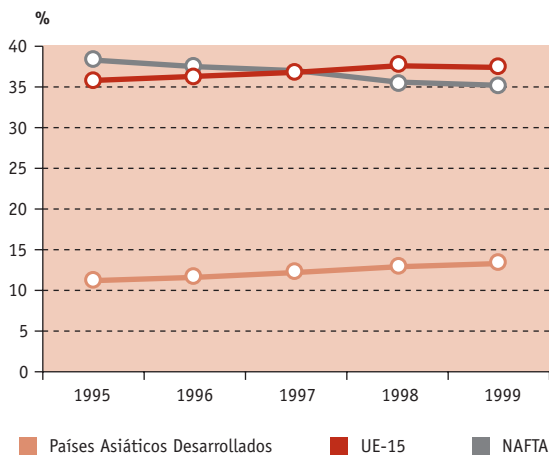
Fuente: Investigación DG.

Datos: ISI, CWTS (tratamientos)

Nota: La contribución Científica solamente tiene en cuenta las publicaciones que incluyen, por lo menos, a un país de UE-15.

El número de estas publicaciones forman el total de UE-15 aquí, siendo así calculadas las participaciones de cada país de UE-15.

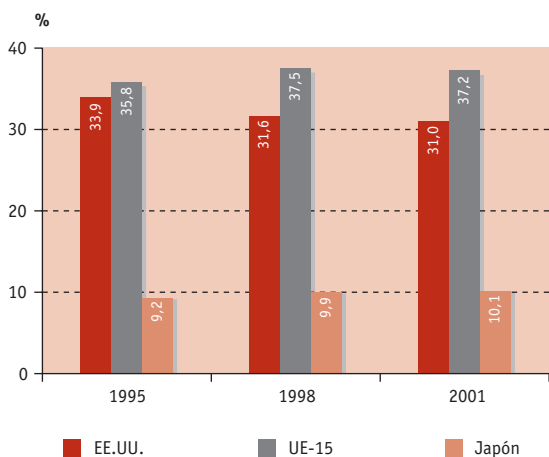
FIGURA 3.2 Participaciones de publicación (%) por UE-15, NAFTA, y países Asiáticos Desarrollados (1995-1999).



Fuente: Investigación DG.

Datos: ISI, CWTS (tratamientos).

FIGURA 3.3 Participaciones de publicación (%) por UE-15, NAFTA, y países Asiáticos Desarrollados (1995-1999).



Fuente: Investigación DG.

Datos: ISI, CWTS (tratamientos).

Las patentes representan el resultado de la actividad inventiva tecnológicamente orientada. Representan una importante fuente de datos que pueden ayudar a arrojar luz acerca de modelos de cambios tecnológicos. Las tablas 3.1 y 3.2 muestran la participación de las patentes europeas y de los EEUU en el campo de la tecnología, % (1999), respectivamente.

TABLA 3.1 *Participación de la patentes europeas en el campo de la tecnología, % (1999)¹².*

Países/ Grupos	Electricidad	Instrumentos	Química	Procesados	Mecánica	Productos para el consumidor	Todos los campos
Unión							
Europea	36,3	36,5	37,5	50,0	54,1	55,7	42,6
Bélgica	0,6	1,0	1,6	1,5	0,7	1,0	1,1
Dinamarca	0,4	0,7	1,1	1,1	0,8	1,1	0,8
Alemania	13,7	14,5	14,8	20,2	27,6	21,3	17,6
España	0,3	0,5	0,6	0,9	0,7	1,5	0,6
Francia	5,6	5,5	5,6	6,3	8,1	8,9	6,3
Italia	1,8	2,2	2,5	4,6	3,9	5,8	3,0
Países Bajos	3,3	2,0	2,1	3,1	1,5	2,7	2,5
Austria	0,5	0,6	0,6	1,3	1,5	2,0	0,9
Finlandia	2,1	0,7	0,7	1,9	0,8	1,0	1,2
Suecia	3,1	2,7	1,3	3,1	3,2	2,9	2,6
Reino Unido	4,7	5,8	6,4	5,7	5,0	6,8	5,6
Estados Unidos	35,2	39,7	39,9	27,1	22,1	23,5	33,1
Japón	20,5	13,6	13,1	12,4	13,8	5,6	14,4
Mundial	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Investigación DG

Datos: EPO: Procesados por OST

TABLA 3.2 *Participación de la patentes europeas en el campo de la tecnología, % (1999)¹².*

Países/ Grupos	Electricidad	Instrumentos	Química	Procesados	Mecánicos	Productos para el consumidor	Todos los campos
Unión							
Europea	10,7	13,8	23,7	20,9	20,8	12,1	16,4
Bélgica	0,2	0,6	1,2	0,7	0,3	0,2	0,5
Dinamarca	0,1	0,2	0,8	0,4	0,3	0,2	0,3
Alemania	3,3	5,1	8,5	8,9	10,9	3,9	6,3
España	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
Francia	2,0	2,2	4,1	2,6	3,0	2,0	2,7
Italia	0,7	0,7	1,5	1,8	1,2	1,2	1,1
Países Bajos	0,9	0,9	1,2	1,1	0,4	0,5	0,9
Austria	0,1	0,2	0,5	0,6	0,4	0,5	0,3
Finlandia	0,5	0,3	0,3	0,8	0,4	0,3	0,4
Suecia	0,7	0,9	0,8	1,1	1,2	0,7	0,9
Reino Unido	1,9	2,5	4,2	2,5	2,3	2,1	2,6
Estados Unidos	50,9	55,4	52,7	53,7	50,7	66,6	53,7
Japón	27,8	23,0	15,0	16,2	19,1	7,0	20,1
Mundial	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Investigación DG

Datos: EPO: Procesados por OST

La tabla 3.3 resume el crecimiento en participaciones de patentes en las oficinas europeas y EEUU de los mismos %. Estas cifras nos permiten concluir que el desarrollo de la ciencia y la tecnología y la innovación en Europa tiene una tendencia positiva pero que necesita ser mejorada para superar a los principales competidores.

TABLA 3.3 *Crecimiento de las acciones de las patentes en las oficinas de patente de Europa y de Estados Unidos*¹².

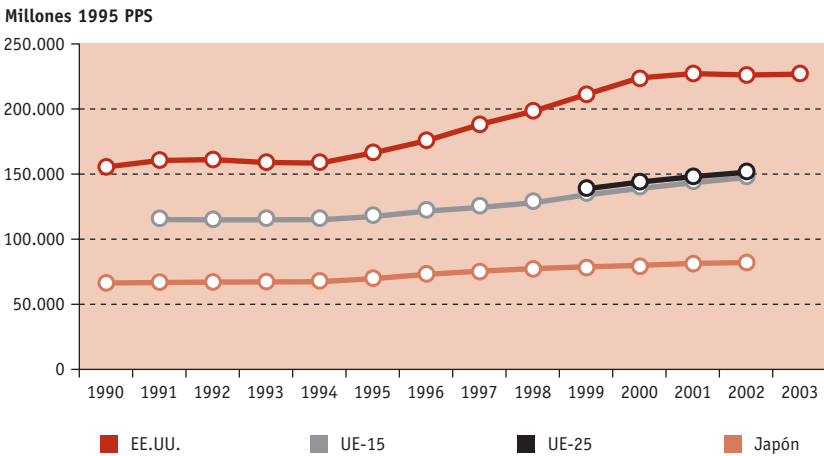
<i>Patentes europeas</i>						
	<i>Unión Europea</i>		<i>Estados Unidos</i>		<i>Japón</i>	
	<i>1992-1995</i>	<i>1996-1999</i>	<i>1992-1995</i>	<i>1996-1999</i>	<i>1992-1995</i>	<i>1996-1999</i>
Todos los campos	-0,8	-0,3	4,2	-0,5	-6,3	-1,5
Electricidad	0,3	1,8	4,0	-1,7	-6,9	-2,7
Instrumentos	-1,9	0,1	6,0	-0,6	-7,5	-4,1
Química	-0,7	-1,1	3,3	0,3	-6,2	-2,6
Procesados	-0,8	-0,5	3,8	-0,1	-3,7	-0,5
Mecánicos	-0,7	0,2	3,9	-2,6	-6,3	2,5
Productos para el consumidor	-0,9	-1,5	3,1	1,9	-4,0	-3,1

<i>Patentes estadounidenses</i>						
	<i>Unión Europea</i>		<i>Estados Unidos</i>		<i>Japón</i>	
	<i>1992-1995</i>	<i>1996-1999</i>	<i>1992-1995</i>	<i>1996-1999</i>	<i>1992-1995</i>	<i>1996-1999</i>
Todos los campos	-4,5	0,1	1,2	-0,5	-0,3	-1,6
Electricidad	-7,2	-0,9	0,8	0,9	-0,2	-4,4
Instrumentos	-3,9	0,3	2,1	-0,9	-2,9	-0,2
Química	-2,7	0,9	1,1	0,7	-0,4	-6,0
Procesados	-3,2	0,5	0,8	0,9	1,0	0,5
Mecánicos	-3,0	2,3	2,4	-2,5	-4,9	3,0
Productos para el consumidor	-6,7	1,4	0,9	-1,0	-1,9	-0,6

3.1 Gasto mundial en investigación y desarrollo

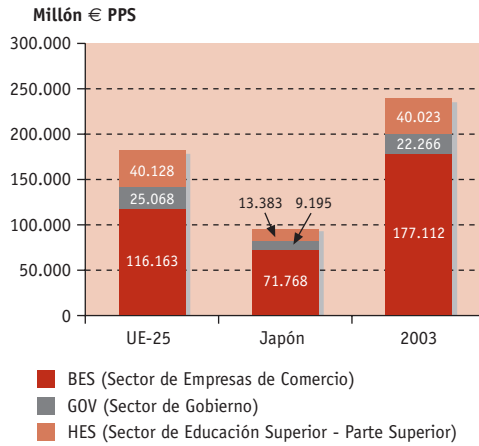
Un simple análisis de la inversión mundial para la investigación muestra que la UE está claramente detrás de su principal competidor en la escena mundial. La figura 3.4 muestra que los gastos en investigación y desarrollo (de todos los sectores) de la UE, Japón y EEUU es constante de acuerdo con el (PPS) Modelo del Poder Adquisitivo entre 1990 y 2003. Con esta figura se ve claramente el hueco existente de la UE en relación con otras economías punteras del mundo.

FIGURA 3.4 *Gastos para R&D en millones durante 1995 PPS en UE-25, Japón y los Estados Unidos desde 1990 hasta 2002.*



Si también investigamos la estructura de los gastos entre los sectores público y privado (fig. 3.5) nos encontramos con que las empresas Europeas claramente no están invirtiendo lo suficiente en investigación. Esto acarrea muchos problemas en potencia conectados con la competitividad sostenible del sector de la fabricación europeo, en un medio ambiente cada vez más complejo y globalizado. Los participantes industriales necesitan hacer un mayor esfuerzo para incrementar sus inversiones en investigación, siguiendo la tendencia de los diez últimos años, según la OECD. Una inversión significativa en la investigación, ayudaría a sostener la competitividad y también el empleo – como es evidente que ocurre en los Países Bajos dónde, entre 1994 y 1998, el 8% de las empresas de rápido crecimiento crearon el 60% del crecimiento de empleo¹³.

FIGURA 3.5 *Gastos para R&D (2002) en PPS por el sector institucional en UE-25, Japón y los Estados Unidos.*



La tendencia en la fig. 3.4 muestra claramente por qué, en el Consejo Europeo de Barcelona, los cabezas de estado establecieron un objetivo para incrementar la investigación hasta un 3% del GDP para 2010, al objeto de tender un puente para el hueco existente con las otras regiones. Aparte de la propuesta de reconducir el gasto público hacia la investigación y la innovación, el “plan de acción 3%” sitúa la responsabilidad sobre el sector comercial, y especialmente sobre los fabricantes.

También implica el progresar juntos, mejorando el apoyo público a la investigación y la innovación, así como las condiciones marco para la inversión privada en la mencionada investigación.

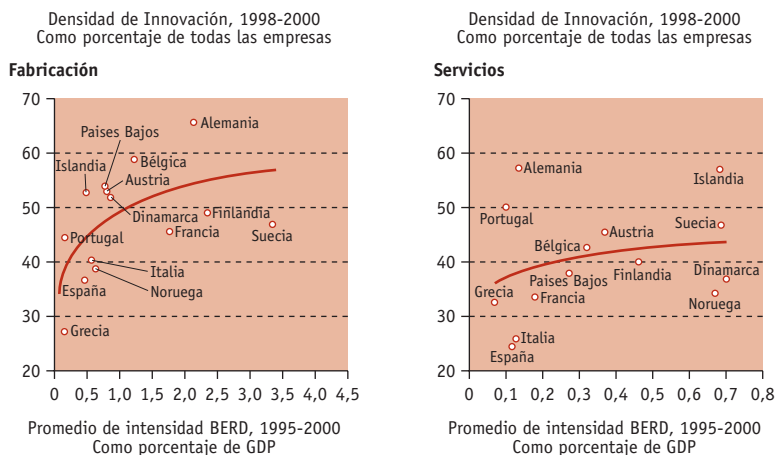
El dinero público está, cada vez más, dirigido a los campos científico y tecnológico, ya que se considera que tienen un gran valor económico y social, en particular las ICT, la biotecnología y la nanotecnología. Varios países, incluyendo Dinamarca, Alemania, los Países Bajos y Noruega han creado unos fondos especiales para financiar la investigación en los campos que son prioritarios.

Aparte de la tradicionalmente considerada visión de los servicios como lentos en su evolución, recientes resultados de encuestas ilustran un gran potencial para la innovación en empresas del sector servicios. La participación de empresas innovadoras permanece más baja que en las de fabricación (fig. 3.6), pero las tasas de innovación en la intermediación financiera y en las empresas comerciales de servicios (más del 50 y 60% respectivamente) exceden el promedio de fabricación.

Las tasas de crecimiento para la R&D en servicios deja atrás a las de fabricación con un margen considerable. Mientras las grandes empresas del sector servicios tienden a ser más innovadoras que las más pequeñas en su conjunto, las empresas pequeñas

en los servicios comerciales así como en los sectores de intermediación financiera, son más innovadoras que aquellas que están en otras industrias de servicios.

FIGURA 3.6 *Intensidad comercial para R&D y densidad innovadora por país y sector (BERD como porcentaje de valor añadido en la densidad industrial e innovadora como porcentaje de todas las empresas)¹⁴.*



Fuente: OECD, basada en los datos de Eurostat, encuesta CIS3 y bases de datos ANBERD, 2004.

En años recientes las condiciones de economía débil limitaron las inversiones en ciencia y tecnología. Las inversiones mundiales en R&D, por ejemplo, crecieron con una tasa menor del 1% entre 2001 y 2002 comparado con el 4,6% anual entre 1994 y 2001. Como resultado, el gasto R&D se deslizó desde el 2,28% al 2,26% sobre el GDP a través de la OECD, llevado por caídas en los EEUU que fueron un duro golpe debido al descenso económico. La intensidad de la R&D también bajó en varios países orientales europeos que aún siguen reestructurando sus economías, pero que, no obstante, subieron en el conjunto de la UE25, así como en Japón y en la zona del Pacífico asiático.

Al reconocer la importancia de la innovación para el crecimiento económico y su realización, la mayoría de los gobiernos de la OECD se propusieron proteger las inversiones públicas para la R&D de los recortes en gastos y, en muchos casos, fueron capaces de incrementarlas modestamente. Aunque permanecen muy por debajo de los niveles de principios de los años 90, los gastos gubernamentales de la OECD para la R&D aumentaron desde un 0,63% hasta un 0,68% de GDP entre 2000 y 2002 al tiempo que las asignaciones presupuestarias crecieron, más notablemente en los EEUU, seguidas de Japón y la UE. También creció una mayor preocupación por la seguridad nacional, especialmente en los EEUU con referencia a la R&D para defensa, aunque también para los gastos de la R&D relacionada con la salud.

Grandes recortes en las actividades para la R&D en el sector comercial de los EEUU, han llevado a recientes reducciones en la misma, a lo largo de todos los países de la OECD. La R&D financiadas por el sector industrial bajaron desde un 1,88% a un 1,65% del GDP en los EEUU entre 2000 y 2003, mientras que la R&D llevadas a cabo por el sector comercial bajaron de un 2,04% a un 1,81% del GDP. Japón, sin embargo, vio un exorbitante incremento en la R&D llevado a cabo por el sector comercial – desde un 2,12% hasta un 2,32% de GDP, entre 2000 y 2002 – mientras que en la UE sólo fueron pequeños beneficios.

La ciencia, la tecnología y la innovación están transformando el crecimiento en un tema a nivel mundial. Los gastos combinados en la R&D por parte de China, Israel y Rusia, fueron el equivalente al 15% de esos gastos en los países de OECD en 2001, comparados con el 6,4% de 1995. Dentro de muchos países de la OECD, la participación de la R&D llevada a cabo por afiliados extranjeros de empresas multinacionales (MNEs) también se ha incrementado. El alcance global de MNEs se está expandiendo ya que países no pertenecientes a la OECD, mejoran sus capacidades científicas y técnicas. Un reciente análisis basado en datos a nivel de empresa, indica que las MNEs realizan considerables contribuciones para el crecimiento de la productividad, tanto en sus propios países como en los países anfitriones y son importantes conductos para la transferencia de tecnologías. La política debería ser enfocada hacia la mejora del atractivo de la economía doméstica para con los afiliados extranjeros y asegurarse de cualquier efecto indirecto del gasto público derivado de sus actividades, tales como el animar a las relaciones con empresas y proveedores locales.

En el año 2000, el gasto combinado de los máximos 500 realizadores para la R&D mundiales en el sector privado, llegó a ser de 307,4 billones de euros. Esta cantidad aglutina casi dos veces el total del gasto para la R&D en toda la UE para ese año. La participación europea de inversiones en R&D al lado de las citadas quinientas empresas, no es muy grande. Aproximadamente llega a un 29% (comparada a un 44% alcanzado por las empresas de EEUU). Es importante hacer notar que, sin embargo, desde 1996, la participación europea ha ido creciendo con mayor rapidez que la americana (tabla 3.4).

TABLA 3.4 *Las 100 y 500 empresas punteras por zonas comerciales, 1996 y 2000¹².*

	Top 100 empresas					Top 500 empresas				
	Nº de empresas		% del total R&D		Media de tasa anual de crecimiento del R&D inversiones %	Nº de empresas		% del total R&D		Media de tasa anual de crecimiento del R&D inversiones %
	1996	2000	1996	2000	1996-2000	1996	2000	1996	2000	1996-2000
EE.UU	43	43	43,6	44,0	10,3	208	208	43,7	43,8	11,4
UE-15	30	31	24,0	29,2	15,6	132	132	23,6	28,0	16,3
Japón	22	21	26,2	21,6	4,9	127	127	27,2	23,1	7,0
Otros países	5	5	6,1	6,2	5,3	33	33	6,6	6,1	0,0
Total	100	100	100,0	100,0	10,1	500	500	100,0	100,0	11,4

No obstante, las empresas europeas más grandes, invierten relativamente menos que las americanas o japonesas en sectores tales como, las tecnologías de la información “hardware y software”. En su lugar, tienden a enfocar su gasto en R&D en el sector del automóvil y sus recambios o en el químico y parafarmacéutico, sectores de los que Europa se beneficia desde una posición internacional particularmente fuerte.

Las empresas alemanas, francesas y británicas suman la mayor parte de la participación europea respecto a las inversiones de las “top 500” para la R&D (9,7%, 5,8% y 5,3% respectivamente). Las empresas de estos países también suman la mayor participación de la inversión de grandes empresas europeas para la R&D: 34,7% (Alemania), 20,9% (Francia) y 19,1% (Reino Unido) (tabla 3.5).

TABLA 3.5 *Empresas punteras internacionales por número y por inversiones para R&D, 2000¹².*

<i>País</i>	<i>Número de empresas</i>	<i>Gastos para R&D en millones de €</i>	<i>Total de acciones (500 empresas)</i>	<i>Total de acciones en UE-15 (132 empresas)</i>
Bélgica	2	542	0,2%	0,6%
Dinamarca	4	782	0,3%	0,9%
Alemania	28	29859	9,7%	34,7%
Grecia	0		0,0%	0,0%
España	2	202	0,1%	0,2%
Francia	32	17948	5,8%	20,9%
Irlanda	1	325	0,1%	0,4%
Italia	7	4538	1,5%	5,3%
Luxemburgo	0		0,0%	0,0%
Países Bajos	8	5556	1,8%	6,5%
Austria	0		0,0%	0,0%
Portugal	0		0,0%	0,0%
Finlandia	5	3343	1,1%	3,9%
Suecia	11	6495	2,1%	7,6%
Reino Unido	32	16402	5,3%	19,1%
UE-15	132	85992	28,0%	100,0%
EE.UU	208	134515	43,8%	
Japón	127	71135	23,1%	
Otros Países	33	16787	5,1%	
Total	500	307429	100,0%	

China también está reforzando sus capacidades industriales, elevando sus inscripciones de educación y formación de los trabajadores, incrementando la R&D y mejorando su infraestructura y (con acceso a la WTO) el clima de inversiones². La R&D china alcanzó el 1.1% de GDP en 2002, por encima del 0,6% de 1996 – y aproximadamente el 60% del gasto para R&D, provino de las empresas más que de el gobierno.

3.2 Política de gastos para RTD&I de la UE^{1,2}

Debido a que el reciente receso económico abre camino para unos proyectos más fuertes de crecimiento económico en la zona de la UE, se está dirigiendo una atención renovada a formas de relación entre la ciencia, la tecnología y la innovación para lograr los objetivos económicos y sociales. La transición sin cesar de las economías basadas en el conocimiento, asociadas con la creciente competencia de los países no pertenecientes a la UE, ha incrementado la confianza de los países de la UE en la creación, difusión y explotación del conocimiento científico y tecnológico, así como otros activos intelectuales, como un medio de realzar el crecimiento y la productividad. Las industrias de alta tecnología justifican una creciente participación del valor añadido y del comercio internacional y se espera que jueguen un papel significativo y la recuperación de la economía.

Actualmente, la UE dedica solamente un 1,96% de su GDP para la investigación y desarrollo, comparado con el 2,59% de los EEUU, el 3,12% en Japón y el 2,9% en Corea. La diferencia existente entre los EEUU y la UE es, ahora mismo, de unos 130 billones de euros al año, de los cuales el 80% puede ser atribuido a la diferencia en el gasto del sector privado para la investigación y el desarrollo.

El sector producción es y continuará siendo esencial, así como de importancia estratégica para Europa. Haciendo frente al desafío de un sistema de producción europeo competitivo y sostenible, durante los próximos años, la Comisión Europea ha reconocido la necesidad de una visión más integrada y que abarque a las políticas de RTD&I, de modo que tenga en cuenta las dimensiones económicas, medioambientales y sociales.

El Consejo Europeo de Lisboa en marzo del 2000, estableció el objetivo de hacer de la UE "la economía más dinámica y competitiva del mundo, basada en el conocimiento, para el año 2010, capaz del crecimiento económico sostenible con más y mejores empleos y una mayor cohesión social". Este ambicioso objetivo no puede realizarse sin la continua presencia de sector manufacturero, fuerte y competitivo.

Recientemente, con ocasión del relanzamiento de la Estrategia de Lisboa, el Consejo Europeo reafirmó que, dicha estrategia, debe de ser vista en el contexto más amplio del requerimiento de desarrollo sostenible que el presente necesita, sin comprometer la capacidad de futuras generaciones, para que encuentren sus propias necesidades. La declaración servirá como base para la renovación de una estrategia de desarrollo sostenible, adaptada a la reunión del Consejo Europeo en Göteborg en 2001.

La nueva estrategia, más extensa y más ambiciosa, que incluye objetivos, indicadores y un procedimiento de verificación efectivo, estará basada en una visión positiva a largo plazo e integrará totalmente, las dimensiones internas y externas.

3.3 Apoyo para la R&D (Investigación y Desarrollo) de la Fabricación, por parte de la UE y los Estados Miembro

La investigación es una de las fuerzas conductoras básicas que está detrás del progreso social y económico y un factor clave en la competitividad comercial para el empleo y la calidad de vida. Recientemente, la Comisión Europea reconoció que Europa aún está sufriendo una debilidad estructural en lo que a la investigación se refiere.

Para enfrentarse a los diferentes retos, se ha incrementado constantemente el apoyo público para la investigación y la innovación en la tecnología de la fabricación, en Europa desde los años 80. Este esfuerzo ha sido más abordado durante los últimos años, dirigido hacia las nuevas tecnologías emergentes como son, la “nanotecnología” y los “nuevos materiales multifuncionales”. La tabla 3.6 indica el apoyo público de la UE para la investigación de las tecnologías de fabricación, durante los diferentes Programas Marco de la Comisión Europea.

TABLA 3.6 *Apoyo público de la UE para investigación en tecnologías de la fabricación*

	<i>FP1 (84-87)</i>	<i>FP2 (88-91)</i>	<i>FP3 (91-94)</i>	<i>FP4 (95-98)</i>	<i>FP5 (99-02)</i>	<i>FP6 (03-06)</i>
Programa acrónimo	Brite	Brite-Euram I	Brite-Euram II	Brite-Euram III	Crecimiento	NMP*
Fondos de la UE	185 MECU	620 MECU	748 MECU	1617 MECU	2700 M €	1300 M €

* Producto Material Neto – MECU (desarrollo de sistemas y servicios avanzados de comunicación que favorezcan el desarrollo económico y la cohesión social en toda Europa).

Al objeto de promover un nuevo empuje a la R&D y su eficacia para Europa en el Sexto Programa Marco (FP6), la Comisión Europea dio los primeros pasos hacia una verdadera Área Europea de Investigación e Innovación. En el FP6 se perseguían los siguientes objetivos:

- *Actividades de investigación:* La mejora de la actuación en la investigación europea, en particular a través de las redes y la implantación coordinada de programas nacionales, centros de redes y áreas de excelencia en los sectores público (especialmente en la universidad) y en el privado de los Estados Miembro, llevando a cabo proyectos de investigación a gran escala, particularmente en el campo de la investigación industrial.
- *Investigación e innovación, “puestas en marcha” y SMEs (pequeñas y medianas empresas):* El fortalecimiento de las capacidades de innovación tecnológica en la UE, en particular apoyando la investigación para y en las SMEs y la diseminación, proporcionan una adquisición de las tecnologías de

conocimiento, la explotación de los resultados de investigación y la formación de comercio tecnológico.

- *Infraestructura de investigación:* El fortalecimiento de la infraestructura de investigación a base de la implantación de una política europea en este apartado, teniendo en cuenta cuestiones concernientes al acceso, operación y construcción, y cubriendo también el asunto de las redes electrónicas de gran capacidad para la investigación.
- *Recursos humanos:* En apoyo del desarrollo de la economía basada en el conocimiento, el fortalecimiento de los recursos humanos europeos para la ciencia, la tecnología y la innovación, en particular incrementando la movilidad entre fronteras, desarrollando carreras europeas, aumentando la participación de las mujeres y haciendo las profesiones científicas más atractivas a los jóvenes y a la propia Europa más atractiva para los investigadores de terceros países.
- *Ciencia, sociedad y ciudadanía:* La formación, sobre una escala europea, de un nuevo contrato entre la ciencia y la sociedad, fortaleciendo el vínculo entre actividades de investigación y políticas, así como las necesidades de la sociedad; también se deben tomar muy en cuenta las necesidades para la aplicación del principio preventivo y el del desarrollo sostenible, así como las consecuencias éticas y sociales del progreso científico y tecnológico.

Se han tenido en cuenta tres aspectos específicos con respecto a estas medidas, a saber:

En primer lugar, la coherencia en su conjunto de *la cooperación científica y tecnológica europea*; la *dimensión regional*, y la *dimensión internacional*. En el FP6, se puede ilustrar la especialización por la prioridad NMP (área temática 3), dedicada a la "nanotecnología y las nanociencias", materiales multifuncionales basados en el conocimiento, nuevos procesos de producción y aparatos. Un aspecto similar a aparecido en la prioridad "aeronáutica y espacio" (área temática 4) – un espacio que fue previamente incluido en el programa de CRECIMIENTO, pero que ahora es el objeto de una prioridad específica.

Los principales objetivos del FP6 NMP son:

- Ayudar a proporcionar a Europa futuros servicios y procesos de producción, que están esencialmente basados en el conocimiento, con la masa crítica de capacidades para desarrollar y explotar esas altas tecnologías en la base de los productos.
- Desarrollar materiales inteligentes para las aplicaciones en sectores tales como el transporte, la energía, la electrónica y la biomedicina, que representan un mercado potencial de varios billones de euros.

- Facilitar el desarrollo flexible de sistemas integrados y limpios que requieren un sustancial esfuerzo de investigación en la aplicación de nuevas tecnologías de producción y gestión.
- El FP6 NMP representa un punto de salida desde los previos Programas Marco.

En el FP6 se utilizaron nuevos instrumentos para mejorar la eficacia de la investigación debido a las nuevas demandas en todos los campos, incluida la fabricación, a saber:

- *Proyectos Integrados (IP)* – designados para crear el conocimiento requerido al objeto de implantar las áreas temáticas prioritarias del FP6, integrando una masa crítica de actividades (investigación, demostración, formación, innovación, dirección) y recursos (personal, aptitudes, competencias, finanzas, infraestructura, equipamiento, etc.).
- *Redes de Excelencia (NoE)* – como un instrumento para el control directo de la fragmentación de las actividades de investigación en Europa en una determinada área temática.
- *Artículo 169* – para el apoyo de la apertura y unión de programas nacionales de investigación de los Estados Miembro.

También se establecieron instrumentos especiales para:

- *SMEs* (Empresas Pequeñas y Medianas) donde están disponibles dos formas especiales de proyecto, en unión con los tradicionales proyectos “colaboradores” donde los socios hacen la investigación ellos mismos, a saber:
 - *Proyectos de investigación cooperativa* (CRAFT) donde los socios de las SMEs nombran a ejecutores externos para el trabajo la investigación (instituto de investigación, universidad, etc.).
 - *Proyectos de investigación colectiva* donde las asociaciones y agrupamientos industriales nombran ejecutores externos investigadores para llevar a cabo la investigación de grandes asociaciones de SMEs.
- *Movilidad y formación* (acciones Marie Curie) a un nivel internacional dando una variedad de posibilidades para los investigadores individuales en las diferentes etapas de su carrera, así como para las instituciones que actúan como anfitriones para sus investigadores.
- *Infraestructuras de investigación* para promover el desarrollo de un tejido de infraestructuras de investigación de la mayor calidad y rendimiento en Europa, y para uso óptimo a escala europea, proporcionando acceso multinacional a las principales infraestructuras de investigación, redes, investigación en colaboración, estudios de diseño, desarrollo de redes de comunicación y construcción de nuevas infraestructuras.

En unión con estos nuevos instrumentos, los “proyectos de investigación de coste compartido” de anteriores programas marco han sido reemplazados por “*Proyectos específicos de investigación dirigidos*” (STREPs), mejorando los nuevos productos ya existentes o en desarrollo, procesos o servicios que contribuyen a buscar las necesidades de la sociedad o las políticas de la comunidad. También son apoyadas las “*acciones de coordinación*”, que son una continuación de las redes de acción y temáticas concertadas, usadas en FP5, para fortalecer los vínculos entre las diferentes iniciativas de investigación, tales como Eureka, COST, ESF, actividades para la comisión del RTD y nacionales, y “*Acciones Específicas de Apoyo*” dirigidas al apoyo de la implantación de la prioridad NMP, y que incluyen actividades tales como estudios, cotas, previsión, elaboración de mapas de carretera para la tecnología y promoción y difusión del conocimiento y las buenas prácticas.

Como complemento al FP6 EUREKA – Una iniciativa europea orientada hacia la investigación aplicada – también ha definido desde los años 80, el terreno de la fabricación como una de sus prioridades. Un “paraguas” EUREKA llamado Factory, está en acción en este campo con el propósito básico de estimular la R&D, que son proyectos que tratan sobre el futuro desarrollo de la producción.

La investigación industrial necesita una masa crítica apropiada y unos beneficios inmediatos, que vengan desde una dimensión internacional. La Cooperación Internacional representa una importante dimensión del FP6. Esto incluye la apertura de siete áreas temáticas, entre las cuales está el NMP para la participación de investigadores, equipos e instituciones de terceros países.

Todos los terceros países pueden participar en las acciones para la RTD (en adición al número mínimo de participantes de los Estado Miembro y los países que se incorporen) si su participación está justificada convenientemente, así como integrada dentro de las actividades del programa de trabajo.

Hay un presupuesto disponible de 285 millones de euros que cubre todas las prioridades temáticas, para la consolidación de la participación de terceros países en las acciones para la RTD. Los siguientes terceros países pueden, por lo tanto, ser consolidados: los países (INCO “estas siglas se refieren a un programa específico de investigación, desarrollo tecnológico y demostración en el sector de la cooperación con terceros países y organizaciones internacionales”) – países en desarrollo, los países socios mediterráneos, los países balcánicos occidentales, Rusia y otros estados recientemente independientes.

También hay una serie de acuerdos bilaterales para la cooperación científica y tecnológica con Argentina, Australia, Canadá, Chile, China, India, Rusia, Sudáfrica y los EEUU en los cuales, socios de estos países cooperan con los de la UE, con una posible ayuda de sus propios fondos nacionales.

Una mención especial del NMP es la iniciativa de Sistemas de Fabricación Inteligente con Noruega, Suiza, Canadá, EEUU, Japón, Australia y Corea. Se trata de un acuerdo multilateral que permite la colaboración en temas de investigación, entre la UE y otras regiones miembro.

La creación de un Área de Investigación Europea (ERA) para las tecnologías industriales, se ve como el camino para involucrar a todos los Estados Miembro en la búsqueda de los desafíos intervinculados en lo que se refiere a la competencia, la sostenibilidad medioambiental y el empleo.

Los proyectos de un crecimiento económico más fuerte en toda la UE, proporcionan nuevas oportunidades para realzar el apoyo hacia la ciencia, la tecnología y la innovación. Muchos Estados Miembro han introducido nuevos o revisados planes nacionales para la ciencia, la tecnología y la política y un creciente número de ellos han establecido unos objetivos para el gasto incrementado en la R&D.

Virtualmente, todos los países de la UE están buscando caminos para potenciar la calidad y eficacia de la investigación pública, así como, para estimular las inversiones comerciales en la R&D y fortalecer los vínculos entre los sectores público y privado. Las sociedades públicas/privadas (P/PPs) se han convertido en un elemento clave en la política de innovación y están atrayendo una creciente participación en el aspecto financiero.

Los recursos humanos para la ciencia y la tecnología también se han convertido en un tema de primer orden entre los creadores de política, especialmente en lo que se refiere a la disponibilidad de suministros suficientes de trabajadores especialistas, incluyendo a científicos e ingenieros, para el sostenimiento del crecimiento económico dirigido hacia la innovación así como a la reestructuración.

Los gobiernos han introducido una gama de reformas para el fortalecimiento de los sistemas públicos de investigación y para facilitarles que contribuyan con más eficacia a la innovación. Las estructuras de fondos también han cambiado en muchos países, para hacer que las universidades y los laboratorios gubernamentales sean menos dependientes de los fondos institucionales (es decir, donaciones globales) y más confiados en los fondos concedidos para proyectos de competencias investigadoras. Muchos países han realizado esfuerzos para evaluar las organizaciones públicas de investigación, con una mirada hacia la mejora de la calidad en la enseñanza y en la investigación.

Los Estado Miembro también están dando pasos para la mejora del cambio tecno lógico desde las organizaciones públicas de investigación hacia la industria. Los gobiernos continúan reformando las normas respecto a la posesión de la propiedad intelectual (IP), generadas por dichas instituciones, en la mayoría de los casos concediendo la posesión de la IP a la institución, al objeto de animar la comercialización de los resultados de la investigación, y proporcionar una mayor consistencia en la gestión de la IP, entre las organizaciones de investigación.

Estos son los retos dirigidos por la estrategia de Lisboa acordados en 2000. Sin embargo, la progresión hacia sus metas, hasta ahora, ha caído por un corto margen, pidiendo un decisivo impulso que pueda situarlo en el lugar adecuado. El objetivo es transformar la economía europea en una de las más atractivas para la inversión, la producción y el trabajo. Esto requiere un nuevo impulso con reformas que conduzcan a una mejora significativa en el ambiente comercial, estimulando la investigación y la innovación en sectores claves, y modernizando los mercados de trabajo europeos así como los sistemas de protección social.

Recientemente, la Comisión Europea ha desvelado sus planes para el Séptimo Programa Marco (FP7), que propone una duración de siete años (2007 a 2013), un presupuesto estimado en setenta y tres billones de euros y una estructura basada en cuatro programas específicos: Cooperación, Ideas, Personas y Capacidades.

Dentro de estos cuatro programas, el de “Cooperación” se refiere a las actividades de investigación transnacional de colaboración; el de “Ideas” cubre la investigación básica implantada a través de un Consejo de Investigación Europeo (ERC); el de “Personas” incluye los actos Marie Curie y otras iniciativas, mientras que, el de “Capacidades” comprende el apoyo a las infraestructuras de investigación, zonas de conocimiento y empresas pequeñas y grandes (SMEs).

Estas propuestas hacen hincapié en la investigación de colaboración, bajo el encabezamiento de Cooperación, “constituirá el grueso y el núcleo de los fondos de la UE para la investigación”. Ciertamente, cerca de cuarenta y cinco billones de euros del total de los setenta y tres billones correspondientes al presupuesto, serán canalizados hacia esta prioridad, según los planes de la Comisión. Así como la investigación de colaboración, el programa “Cooperación” cubrirá las Iniciativas de la Tecnología de la Junta” (una nueva forma de formar sociedades públicas y privadas, a nivel europeo)¹¹, y la coordinación de los programas nacionales de investigación y cooperación internacional.

Se especifican nueve áreas temáticas para la investigación de colaboración: salud, alimentación, agricultura y biotecnología; tecnologías de información y comunicación (ICT); nanociencia; nanotecnología, materiales y nuevas técnicas de producción (NMP); energía, medioambiente (incluyendo el cambio climático); transporte (incluyendo la aeronáutica); ciencias socioeconómicas y las humanidades; así como la seguridad y la investigación del espacio.

Al igual que en el FP6 (Sexto Programa Marco), la mayor de estas áreas temáticas en términos presupuestarios, es las ICT, con una asignación propuesta de 12,7 billones de euros durante más de siete años. A continuación viene la salud, con casi 8,4 billones de euros, seguido de las nanociencias con justo por debajo de cinco millones de euros. La recientemente creada prioridad de investigación para la seguridad y el espacio, está

lista para ser la quinta más grande, con un presupuesto de cuatro billones de euros, mientras que la otra nueva área temática, las ciencias socioeconómicas y las humanidades, serán las menores con un presupuesto de 797 billones de euros.

Como se espera, bajo el programa “Ideas”, la Comisión prevé la consolidación de los proyectos individuales, sugeridos por los investigadores en materias de elección. El programa será implantado por una ERC, independientemente del resto del Programa Marco, con un presupuesto propuesto de doce billones de euros, para más de siete años.

Se propone que el programa “Personas”, cubra la formación inicial de investigadores (a través de las redes Marie Curie), formación de larga vida y desarrollo de carreras, cursos y sociedades de industria-mundo académico y sociedades, así como actividades internacionales, incluyendo asociaciones entrantes y salientes e intercambio de investigadores. La asignación del presupuesto propuesto es la más baja de los cuatro programas específicos con 7,2 billones de euros.

Mientras tanto, el programa “Capacidades” tendrá como objetivo el uso óptimo y el desarrollo de las infraestructuras de investigación, el fortalecimiento de las capacidades innovadoras para las SMEs, el desarrollo de los grupos de investigación zonales, la mejora del potencial de investigación en las regiones convergentes de la UE, y finalmente, la mejora de la integración de la ciencia y la sociedad. Para lograr estos propósitos, la comisión propone un presupuesto de 7,5 billones de euros.

Comparadas con su predecesor FP6, las propuestas para el nuevo programa ponen bastante menos énfasis en los mecanismos específicos de consolidación que serán utilizados. Para los proyectos internacionales que serán lanzados bajo las nueve áreas temáticas, se identifican tres instrumentos principales: proyectos de colaboración, que irán desde aquellos a pequeña escala, acciones dirigidas hacia la investigación, a grandes proyectos (IP), Redes de Excelencia (NoE) reuniendo un número de instituciones en un determinado campo, y acciones de coordinación y apoyo, tales como todo lo relacionado con las redes, intercambios y acceso a las infraestructuras de investigación.

En lo que se refiere al “Área Temática 4” – *nanociencias, nanotecnologías, materiales y nuevas tecnologías de producción*, se propone la mejora de la competitividad de la industria europea, transformándola desde una industria de recursos- intensiva hasta una de conocimiento-intensivo, generando el avance del conocimiento para las nuevas aplicaciones, en la encrucijada que hay entre las diferentes tecnologías y disciplinas. Se espera que un total de cuatro mil ochocientos sesenta y cinco millones de euros según presupuesto, se canalicen hacia esta “Área Temática”.

Las principales actividades en esta “Área Temática 4” serán:

- *Nanociencias, nanotecnologías* – Creación del nuevo conocimiento sobre interfaz y los fenómenos que dependen de su tamaño; control de nano-

escala de las propiedades del material para las nuevas aplicaciones; integración de tecnologías sobre la nanoescala; propiedades de automontaje; nanomotores; nanomáquinas y nanosistemas; métodos y herramientas para la caracterización y manipulación en las nanodimensiones, tecnologías “nano” y de alta precisión en Química; impacto sobre la seguridad humana, salud y medioambiente, metrología, nomenclatura y modelos; exploración de nuevos conceptos y propuestas para las aplicaciones de cada sector, incluyendo la integración y la convergencia de tecnologías emergentes.

- *Materiales* – Creación de un nuevo conocimiento sobre materiales de alto rendimiento para los nuevos productos y procesos; materiales basados en el conocimiento o con propiedades adaptadas; un diseño y simulación más fiables, complejidad más elevada, compatibilidad medioambiental; integración de niveles macro y nano tecnológicos en la tecnología química e industrias de procesado de materiales; nuevos nanomateriales, biomateriales y materiales híbridos, incluyendo diseño y control de su proceso.
- *Nueva Producción* – Creación de condiciones y activos para la producción intensiva del conocimiento, incluyendo, la construcción, el desarrollo y la validación de los nuevos paradigmas que respondan a necesidades industriales emergentes, desarrollo de activos de la producción genérica basada en el conocimiento para la producción de redes; desarrollo de nuevos conceptos de ingeniería que exploten la convergencia de tecnologías (por ejemplo, nano, bio, info, cognitivas y sus requerimientos de ingeniería) para la próxima generación de productos y servicios de alto valor añadido, y la adaptación a las necesidades de cambio.
- *Integración de tecnologías para las aplicaciones industriales* – Integración del nuevo conocimiento y tecnologías sobre “nano”, materiales y producción en aplicaciones para los diversos sectores, tales como: salud, construcción, transporte, energía, química, medioambiente, textiles y prendas, pulpa y papel e ingeniería mecánica.

Las razones fundamentales detrás de esta “Área Temática” son:

- Que el descenso de las actividades industriales ya no parece estar limitado a los sectores tradicionales con una alta intensidad de trabajo, sino que ya está empezando a ser observado en sectores intermedios – que constituyen los esfuerzos establecidos de la industria europea – e incluso en sectores de alta tecnología. Esta tendencia puede y debe invertirse en Europa, construyendo una industria intensiva, basada en un fuerte conocimiento. Esto incluirá la modernización de la base de las existentes SME y la creación de nuevas SMEs por medio del conocimiento, desde la diseminación del mismo y de la habilidad, a través de programas de colaboración.

- La UE ha reconocido un liderazgo en campos tales como nanotecnologías, materiales y tecnologías de producción que deben ser fortalecidas, con el propósito de asegurar e incrementar la posición de la UE, en un contexto global altamente competitivo.
- Las Plataformas de Tecnología Europeas en campos como la nanoelectrónica, la fabricación, el acero, las químicas, la industria de transporte, la construcción, la seguridad industrial, los textiles y la pulpa y el papel, ayudan a establecer unas prioridades y objetivos comunes de investigación. Además de las principales prioridades para la industria y su integración de aplicaciones en cada sector, serán tenidos en cuenta la política de relieve, las regulaciones y la “estandarización”, así como temas de impacto, incluyendo, con una respuesta flexible, las nuevas políticas que vayan surgiendo.

Además de los esfuerzos de la Comisión Europea sobre los impactos a largo plazo en el crecimiento, la cohesión social y la actuación medioambiental referente a una mayor integración de los sistemas de investigación e innovación dentro de un sistema europeo son, sin embargo, difíciles de evaluar: recientes escenarios tienden a mostrar que una Europa más integrada, así como una Europa globalizada, apuntan más alto, en términos de eficacia y equidad, en las soluciones transaccionales, que la “Europa de las Regiones” o la “Europa Transatlántica”, siendo la primera más cohesiva socialmente y más sostenible con referencia al medioambiente, pero menos efectiva en lo económico que la segunda¹⁵.

3.4 Retos para la fabricación en la UE²

Para que las industrias europeas permanezcan competitivas en el creciente y complejo ambiente económico mundial, es crucial que dichas industrias modernicen su base manufacturera y fortalezcan los vínculos entre la investigación y la innovación.

Una visión más integrada en el terreno de la innovación, contempla la producción y el consumo como partes claves de los sistemas socio-técnicos. Dichos sistemas incluyen las tecnologías, los productos y los materiales “en uso” así como los sistemas humanos. Las innovaciones surgen por medio del diseño – procesos de cambio hechos de forma resuelta que comprometen a muchos agentes (productores, consumidores y otros)-. También, una visión integrada tiene otras dimensiones. Reúne asuntos económicos, medioambientales, sociales y científicos. Necesita soluciones ajustadas a los sistemas socio-técnicos específicos y a las localidades bajo la influencia de presiones tanto europeas como mundiales.

Un tema especial es la forma en que la globalización está creando nuevos ejes de control e innovaciones tecnológicas y sociales. Esto quiere decir que, la innovación del futuro debe ser dirigida con formas que den respuesta a la competitividad y la innovación, a los aspectos medioambientales y a las necesidades sociales, a la vez que armonicen las políticas públicas y las estrategias comerciales por medio de la colaboración y acción conjunta. Esto es contrario a la mayoría de las políticas y prácticas existentes para la RTD&I. Además, tiene que ver con la orientación de las políticas del medioambiente e industriales así como con la práctica industrial.

Esta orientación crea un número de tendencias en la fabricación y adopta unos principios simples y conocidos. Por ejemplo, la producción se está convirtiendo progresivamente en un recurso más eficaz y los fabricantes están fijándose en las necesidades del consumidor para realización del producto. También, hay un fuerte vínculo entre el desarrollo del conocimiento y la innovación, como pueden ser el fundamento para la competitividad y el logro de sostenibilidad medioambiental y social. Este vínculo esta formado por ideas sobre las organizaciones para el aprendizaje y plataformas (sociales) con varios agentes para dicho aprendizaje. Estas plataformas enfatizan los procesos de colaboración en referencia a la visión sobre el desarrollo, comprensión de sistemas, búsqueda y solución de problemas, así como barreras de resolución para el cambio y la acción conjunta.

Una combinación diversa de factores –una mayor productividad surgida del cambio tecnológico en la industria de mercancías, un cambio en la demanda de los países con altos ingresos de productos a servicios, a pesar de la relativa bajada de precios de dichos productos, la intensa competencia mundial, incluyendo nuevas economías industriales – está llevando a un descenso en la participación del GDP (producto interior bruto) en referencia a productos en todos los países desarrollados.

En la emergente economía del conocimiento, hay un cambio de industrias de productos a industrias del conocimiento y basadas en las personas, en lo que se refiere a la composición del GDP y el empleo. Pero no es que un grupo de industrias esté reemplazando al otro. Mientras haya una demanda creciente por los productos finales, las actividades relacionadas con la creación, la producción y la distribución de mercancías, aún permanecerán en el corazón de las economías avanzadas. Pero esas economías se están convirtiendo, de una manera creciente, en economías intensivas de conocimiento y servicios, de modo que hay una creciente convergencia entre las que, tradicionalmente, son consideradas como industrias de mercancías (agricultura, fabricación, minería...) e industrias de servicios. Por ejemplo, las empresas comprometidas en la fabricación confían fuertemente en los servicios, dentro de la empresa y fuera de ella, y venden ambas cosas, mercancías y servicios. Muchas compañías del sector servicios están totalmente orientadas al suministro de servicios para empresas de fabricación, o para empresas que producen otro tipo de mercancía.

El cambio está dirigido, de forma creciente, hacia la creación de una relación estratégica a largo plazo con los clientes, para dar servicio al volumen total de necesidades relacionadas con los productos fabricados.

Será necesario un esfuerzo entre todos para transformar la fabricación europea, desde unos recursos intensivos hasta un conocimiento intensivo, un sector innovado con todos los esfuerzos necesarios para lograr y mantener el liderazgo en el mercado mundial².

La industria manufacturera se ha enfrentado a retos significativos durante los últimos veinticinco años y parece cierto que continuarán. Las nuevas tecnologías para la información y las comunicaciones así como los procesos de globalización que han sido asociados con ellas, y que han cambiado el rostro de la fabricación. Mucha de la fabricación está ahora *globalizada*, en el sentido de que una amplia gama de funciones, desde R&D y "marketing" hasta la producción y distribución, están ahora acometidas desde una base global integrada; *incorporada en la red*, en que la coordinación de estas funciones hace que el uso de redes electrónicas sea intensivo y que agrupe habilidades virtuales y geográficas; *a petición del cliente*: en la que los métodos de producción deben cubrir las necesidades de los clientes de una forma detallada e individual así como para los mercados individuales; y *digitalizada*: en el sentido de que muchos de estos procesos, particularmente la producción final, estén controlados por sistemas informáticos avanzados que limiten la necesidad de la intervención humana.

Recientemente, dentro de la conferencia sobre el *MANUFUTURO*, los principales temas a discutir cubrieron los principales aspectos de la recomendación del Grupo de Alto Nivel sobre el *MANUFUTURO*, que se refiere a la evolución de la fabricación antes mencionada, a saber¹⁷:

- *Producción innovadora* – Impulsando el movimiento desde una economía cuantitativa a una cualitativa y desde una economía de usar y tirar, a una economía sostenible.

- *Adaptando la organización* – reemplazando las propuestas lineales por medio de una estrategia de “ingeniería de fabricación” que se dirige simultáneamente a todos los aspectos interrelacionados.
- *Fabricación digital y de adaptación* - por medio del uso de métodos digitales para integrar las nuevas tecnologías dentro del diseño de operación de los procesos de fabricación.
- *Fabricación por medio de redes y basada en el conocimiento* – por medio del uso del conocimiento para optimizar recursos y procesos, así como su trasvase a áreas donde puede ser empleado para avanzar.
- *Provisión de un medio ambiente de apoyo* – referente a la integración del ambiente de las fábricas con el de la educación y también para el desarrollo de mejores soluciones hacia la financiación aplicada a la innovación.

Inevitablemente, la gama de pareceres que surgieron en este intercambio de opiniones fue amplia, pero algunos puntos del amplio consejo de los grupos se pueden resumir como sigue:

Investigación:

- Establecer una *Plataforma horizontal* del MANUFUTURO para proporcionar una visión holística en todo el campo de la fabricación. Asimismo, las plataformas específicas del sector deberían tener la responsabilidad en la toma de más acciones.
- Perseguir *metas a largo plazo*, pero sin descuidar las necesidades de las de más corto plazo. Las SMEs en particular tienen poco tiempo por delante, y podrían desaparecer recursos valiosos si no son apoyadas dentro del tiempo, antes de que aparezcan avances importantes.
- Vincular temas de investigación más estrechamente a *necesidades industriales*. Considerar el potencial de mercado en su etapa inicial y tener como objetivo una respuesta rápida sobre la inversión realizada. Esto incrementará la posibilidad de la participación industrial.
- Buscar métodos más eficaces para la *consecución de conocimiento*, acotamiento, cotejamiento y puesta al día. Reconocer a las SMEs como depositarias del conocimiento tradicional y de aptitudes que se pueden perder con la exportación de trabajos de fabricación. Utilizarlas como “exploradores tecnológicos” en sociedades con organizaciones más grandes.
- Investigar *la interfaz robot/humana* con la intención de facilitar una interacción segura y flexible.
- Considerar los *temas medioambientales* y promocionar soluciones para el ahorro de energía.

Procesos de transformación y organizaciones:

- Desarrollar herramientas para situar y estimular *conceptos comerciales nuevos y flexibles* con el fin de saber manejar los nuevos avances tecnológicos y los cambiantes avatares del mercado – se precisaría más de uno por organización. Se necesita crear nuevos modelos comerciales tras una evaluación inicial de los problemas del día a día en la industria y se deberían consignar las soluciones para una amplia implantación.
- Concentrarse en *una fabricación de adaptación y digitalizada* como el principal vector para la transformación de la industria europea. Los ingenieros diseñarán, de forma paulatina, productos, sistemas y fábricas enteras en un ambiente virtual, pero es importante no perder de vista la experiencia del “mundo real”. También es necesario proponerse una simulación detallada del coste de la puesta en práctica de diseños virtuales.
- Explorar métodos para la *puesta en marcha y adaptación de fábricas* más rápidos y más eficaces. Considerar las fábricas como productos complejos en sí mismos.
- Pensar en la *nanotecnología* incluso para productos a gran escala. La tecnología nano-superficie y los elementos funcionales se convertirán, paulatinamente y de una forma relevante, en toda clase de aplicaciones.
- Para facilitar un trabajo en colaboración, es necesario adoptar unos *modelos amplios para Europa*, al objeto de facilitar el intercambio de sistemas y herramientas.
- *Compartir nuevas tecnologías* tales como la mecatrónica con la electrónica “incrustada” y la ITC cognitiva. No hay que tener temor al hecho de copiar – no todas las organizaciones pueden innovar en cada área.
- Crear *estructuras de redes* en las cuales los participantes sean interoperativos más que integrados, permitiendo a cada compañía conservar su autonomía. Formular descripciones modelo de socios y recursos, para permitir la máxima flexibilidad en elementos a añadir e intercambiar, de acuerdo con las necesidades que surjan.
- Desarrollar métodos para la *asignación de coste y beneficios* en la investigación cooperativa. Determinar cómo deberían ser distribuidas las pérdidas de puesta en marcha, así como los beneficios.

Educación y diseminación:

- Puesta en práctica del concepto de *“fábrica de enseñanza”*, extrayendo lecciones de la formación práctica de los médicos de hospital.

- Promover intercambio activo, donde los *educadores* pasen tiempo en la industria y los industriales ocupen puestos de enseñanza, a tiempo parcial o completo.
- Proponerse tender un puente sobre el espacio entre la actitud abierta del mundo académico y la actitud cerrada de la industria respecto al *compartimiento de conocimiento*.
- Hacer uso de *centros de transferencia de tecnología* del lugar.
- Dar a la industria un papel más destacado en la *especificación* de los sistemas educacionales.
- Utilizar un enfoque de *estudio-caso* para presentar a los estudiantes escenarios industriales modernos.
- Presentar *complejidad y disciplinas varias* en el currículo.
- Combinar *formación para emprendedores* con estudios técnicos.
- Poner más énfasis en *temas éticos* en los programas de enseñanza.
- Simplificar *la acreditación en toda Europa*. Posibilitar a los estudiantes que persigan una educación modular, reconocida por un “pasaporte personal” de aptitudes, más que un requisito rígido.
- Buscar el *inspirar innovación* en jóvenes formados vocacionalmente, así como en los académicamente orientados. También tener en cuenta cómo se puede animar a la innovación a personas con más edad.
- Influir en *los más jóvenes* para hacer que se interesen en la fabricación.
- *Publicar éxitos* en la industria y crear una visión para los “campeones del mundo” de la fabricación.

Ambiente de apoyo:

- Mejorar la *estabilidad en la política de investigación* – evitar interrupciones importantes en intervalos de tres o cuatro años.
- Reducir la *carga de trabajo administrativo* que tiene lugar en la preparación de proyectos de investigación.
- Tratar de igualar la *consolidación de los Estados Miembro*, posiblemente a través del uso de los fondos estructurales.
- Globalizar la *ley de patentes* y facilitar la protección de los IPR.
- Hacer que la investigación sea más accesible a las SMEs – por ejemplo, a través de incentivos fiscales, documentos de conocimiento dando acceso a recursos académicos, estímulo de redes y sociedades con grandes empresas...

- Proporcionar *incentivos* para que los científicos trabajen en la industria.
- Hacer una mejor provisión para los innovadores y los empleados de la empresa al objeto de *obtener recompensa* por su contribución.
- Redefinir los *modelos sociales*, de modo que las fábricas se hagan más atractivas como lugares de trabajo.
- Idear mecanismos para la promoción de las *sociedades públicas o privadas*.
- Simplificar el acceso al *capital riesgo* y persuadir a los negocios europeos que estén más alertas a la hora de buscar fondos.

Algunos de estos temas ya han sido realizados con éxito pero la política futura de investigación y actividad, deberían de tener en cuenta estos puntos generales, para un sector de fabricación europeo, sano y competitivo.

Además del análisis del *MANUFUTURO*, se han llevado a cabo otros estudios por parte de otras plataformas, dentro y fuera de la UE. Basadas en estos estudios, las siguientes subsecciones resumen los principales retos a los que se enfrenta la fabricación, incluyendo aquellos relacionados con las empresas manufactureras y la mano de obra.

3.4.1 Desafíos en la fabricación^{2,3,4,16,1}

Los agentes tecnológicos y socioeconómicos plantean diversos retos para la fabricación europea de cara al futuro. La industria y los que crean su política necesitan reconciliar las políticas y sus propuestas con los objetivos de desarrollo sostenible, y dirigir estos retos proactiva y puntualmente.

Los rápidos avances de la ciencia y la tecnología y la aparición de nuevas tecnologías de fabricación, espoleadas por una competencia intensa, llevará a nuevos productos y procesos. También aparecerán, una nueva gestión y prácticas de trabajo, estructuras de organización y métodos de toma de decisiones, así como complementos para los nuevos productos y procesos.

Varios estudios han identificado una serie de factores importantes (el técnico, el político, el social y el económico), dando forma al futuro e influenciando el ambiente de la fabricación para los próximos diez o quince años, pudiendo guiar las actuales inversiones en la investigación manufacturera. La tabla 3.7 resume los principales agentes clave de este cambio, sobre los cinco estudios a considerar. El marco y la propuesta de estos estudios, están diferenciados pero ha aparecido una clara convergencia de futuros retos y temas. Se pueden resumir como siete “Retos” que permanecen en el fondo las futuras empresas de fabricación que, a su vez, influirán en la investigación:

TABLA 3.7 *Retos de la fabricación para diferentes estudios de previsión.*

<i>Retos de la fabricación para 2020³</i>	<i>Mapa para la fabricación IMT¹⁷⁻¹⁹ (Instituto de tecnologías integradas para la fabricación)</i>	<i>FutMan Futuro de la fabricación en Europa 2015-2020¹⁶</i>	<i>Manufuturo 2003¹⁷</i>	<i>Visión IMS 2020⁴</i>
Logros en la colaboración de todas las operaciones	Empresas racionalizadas y eficientes	Globalización y un ambiente comercial competitivo creciente	Investigación incrementada y desarrollo tecnológico	Colaboración
Integración de recursos humanos y técnicos para mejorar el comportamiento de la mano de obra y su satisfacción	Empresas de respuesta al cliente	Cambio sociodemográfico	Cooperación internacional en la investigación para la fabricación	Integración de recursos humanos y técnicos
Transformación de la información “instantáneamente” recogida a través de una gran e impresionante serie de fuentes diversas, en un conocimiento útil para que las decisiones sean las adecuadas	Empresas totalmente conectadas	Temas medioambientales y sostenibilidad	El papel clave de la educación y la formación	Conversión de la información en creación de valores
Reducción de la producción de residuos y del impacto medioambiental de los productos a “casi cero”	Sostenibilidad medioambiental	Valores sociales y aceptación pública de la tecnología	Necesidad de un ambiente de trabajo estimulante para la innovación industrial	Sistemas sostenibles para la dirección
Reconfigurar rápidamente las empresas manufactureras en respuesta a las necesidades de cambio y oportunidades	Gerencia del conocimiento	El medio ambiente regulativo y el sistema de gobierno europeo	Una competitividad aumentada de la investigación europea	Empresas reconfigurables y flexibles
Desarrollo innovador en los procesos y productos de fabricación un enfoque sobre las dimensiones físicas en disminución	Explotación de la tecnología	Avances en la ciencia y en la tecnología		Procesos innovadores

- *Creciente clima económico mundial y competitivo^{2,3,4}* – El sector manufacturero europeo se enfrentará a un creciente clima económico y competitivo así como a una competencia de características mundiales precisando, por lo tanto, unas respuestas rápidas a las fuerzas del mercado que nos llevan hacia

una rápida innovación. La presión sobre la industria para que pueda competir con éxito en los mercados mundiales, necesitará de una capacidad de respuesta rápida en relación con los continuos cambios en los ambientes comerciales. Factores geopolíticos, tales como el futuro equilibrio entre los poderes económicos y políticos entre las principales zonas económicas, la aparición de nuevos poderes económicos (por ejemplo, China, India, Corea, Malasia, Indonesia y Brasil), las prioridades mundiales en el gobierno del comercio (por ejemplo, WTO = Organización Mundial del Comercio), inestabilidad política y amenazas de terrorismo, así como los conflictos armados que pueden limitar la disponibilidad de fuerza y recursos, también son susceptibles de pesar duramente sobre la fabricación. Es más, habrá un continuo crecimiento en la inversión extranjera directa para la fabricación, fuera de Europa. El contexto en el que las compañías manufactureras trabajen en el futuro, dependerá aún más de la flexibilidad y la rapidez, así como la producción localizada. También es posible que la fabricación se convierta, de forma creciente, en un servicio intensivo. Esta orientación de servicio (“servación”) de la fabricación y la demanda incrementada por parte del cliente, tendrá consecuencias para la organización de la producción, la gerencia de la cadena de suministros y las relaciones con el cliente.

- *Anticipación sobre el nuevo mercado y las necesidades sociales*¹⁶ – Las demandas del cliente nuevo y las nuevas necesidades sociales harán presión sobre la industria la cual aparecerá con nuevos productos y servicios. Unos clientes sofisticados demandarán productos que estén hechos a su gusto para satisfacer sus necesidades, creando, de esta forma, nuevos mercados y nuevas necesidades sociales. Estos nuevos mercados y necesidades sociales, se refieren a temas como la seguridad, el tratamiento de la salud y su tecnología, el suministro de energía y el transporte.

El reciente aumento de países forman la Europa de los veinticinco UE-25, representa nuevas oportunidades de mercado así como lugares para la producción. Al mismo tiempo, Europa se está convirtiendo, de forma creciente, en un lugar de diversidad cultural, un proceso que puede abrir nuevas oportunidades comerciales para el sector de la fabricación.

También afectarán a muchas industrias las expectativas de vida más prolongada de los europeos, la creciente diversidad cultural como resultado de la inmigración y el proceso de aumento de la Unión Europea. Así mismo, llevará a una creciente demanda de los servicios de salud que se puedan permitir así como de tecnología, al objeto de mejorar la calidad de vida. La seguridad es otro tema clave para el futuro.

Respecto al suministro de trabajo, los sectores de fabricación e investigación se tendrán que enfrentar a la jubilación de los actuales grupos en esa edad, mientras que la innovación podría necesitar nuevos

conjuntos de aptitudes – la disponibilidad de que se goce en ambos sectores de fabricación e investigación, podrían convertirse en un factor crítico. El tema de la movilidad de la mano de obra y la disponibilidad del personal apto, podrían convertirse, como se ha dicho, en un factor crítico para la fabricación.

La industria y el sector de fabricación, también tendrán que contribuir a hacer una Europa con más conocimientos y a preparar a sus estados miembro para competir en la economía digital del mundo.

- *Avances rápidos en la ciencia y en la tecnología*^{2,16-17}- El progreso tecnológico, especialmente en el campo de las nanotecnologías, ciencias de los materiales, electrónica, mecatrónica, ICT y biotecnología, capacitará a los fabricantes para innovar y para ofrecer mejores productos y servicios a sus clientes en el futuro. El desarrollo de los nuevos procesos de producción basados en los resultados de investigación y la integración de, las hasta ahora, tecnologías separadas que explotan la naturaleza convergente del desarrollo científico y tecnológico, puede cambiar radicalmente el alcance y la escala de la fabricación. La tecnología de la nueva energía y la tecnología en particular, así como la creciente convergencia de la física, la ciencia química y la biológica, proporcionan un panorama de amplia extensión en la innovación de productos y procesos. El progreso en estas áreas referidas a la RTD también podría necesitar un nuevo conjunto de especializaciones y pueden cambiar nuestro concepto de la producción y el consumo. La intensiva incorporación de nueva información y tecnología de la comunicación, podría alterar el papel y el reparto de espacio de los diversos agentes involucrados en la cadena de fabricación (desde el diseño del producto hasta la distribución física).
- *Incremento de la cadena de suministro*^{3,4,16} – La competencia mundial presionará a la industria europea para que proporcione nuevos productos y servicios hechos a medida del cliente, de forma personalizada, y basados en la tecnología punta, con una mayor calidad, rasgos distintivos y mejores precios. El clima competitivo llevará a una considerable reducción del tiempo de lanzamiento del producto al mercado. Este proceso necesitará unos conceptos nuevos para la organización de las cadenas de suministro y ofrecerá nuevas oportunidades comerciales a los fabricantes. Entre los conceptos para aumentar dicha eficacia en la cadena de suministro están la producción virtual y flexible. La producción, probablemente, se hará más personalizada de cara al cliente y más intensa en materia de servicio, lo que también traerá consecuencias para la gestión de la cadena de suministro. Los fabricantes quizás tengan nuevas competencias tecnológicas y comerciales (por ejemplo, aquellos que se les pida un servicio de alta calidad; bucles de retroalimentación “feedback” entre los clientes y los procesos de diseño).

La distribución global de los recursos de producción altamente competitivos, incluyendo la mano de obra cualificada, será un factor muy importante en la organización de las empresas manufactureras. Puede que aparezcan nuevos esquemas de organización en la fabricación, con un número más bien pequeño de fabricantes de componentes a gran escala, distribuidos mundialmente, así como un gran número de compañías locales y regionales para montaje y acabado del producto, relacionadas con los mercados locales. Compañías virtuales y de redes, comunicadas a través de un intercambio de datos instantáneo, pueden hacerse realidad en los próximos diez años.

En respuesta a la presión del mercado, los fabricantes buscarán nuevas oportunidades para expandirse más allá de los ya saturados mercados – en especial añadiendo componentes de servicios a sus productos. Como consecuencia, los fabricantes pueden prestar más atención al desarrollo de los productos-servicio integrados. Si semejante tendencia se hace realidad, los fabricantes tendrán que adquirir nuevas competencias tecnológicas y comerciales.

- *Retos medioambientales y requisitos para la sostenibilidad*^{2,3,4,16,17} – La protección medioambiental serán esencial debido a que el ecosistema mundial está dañado por la población creciente y la aparición de nuevas economías de alta tecnología. El sector fabril tendrá que cumplir con una regulación medioambiental más estricta en el futuro, al objeto de minimizar la carga medioambiental de producción y consumo. Los mercados, también, pueden exigir materiales y productos que no dañen el medioambiente. Para ganar en eficacia, los fabricantes deberían adoptar una tecnología que ahorre energía y recursos. La industria necesita prestar atención al aumento del ciclo vital de los productos a través de su reciclado así como a la sustitución de sustancias y materiales peligrosos. También se debería hacer notar que “las nuevas tecnologías” que ofrecen soluciones a los actuales problemas medioambientales, podrían crear otros nuevos. Europa podría reforzar su ventaja competitiva en la fabricación sostenible, adoptando unos materiales nuevos y alternativos que permitan la conservación de los recursos. Hay una estrecha relación para la conservación de los recursos y el reciclado de materiales. En algunos casos los mismos procesos de reciclado se enfrentan a ambos retos, el medioambiental y el económico. El reciclado debería estar mejor incorporado en el diseño del producto para hacer que el desmontaje del mencionado producto, fuese más fácil al final de su ciclo vital. También podrían ser usados materiales más fácilmente reciclables y reutilizables. Así mismo, el diseño mejorado de un producto y una tecnología más eficaz en el proceso, pueden mejorar eficazmente los recursos.

Aunque una innovación medioambiental radical podría, en potencia, ser la más sostenible (por ejemplo, la transición hacia los renovables, cadenas cerradas de producción y consumo, la desmaterialización de la producción),

representan, a la corta, una significativa inversión y un riesgo para la industria de la fabricación. A menos que la innovación medioambiental puede demostrar un claro potencial de mercado, su incorporación debe ser lenta. En consecuencia, el mercado débil fuerza a que siga siendo un reto, y el papel del reglamento (incluidos los acuerdos internacionales del comercio, el medioambiente y el desarrollo sostenible) queda como un importante agente del progreso medioambiental. Las asociaciones de consumidores y la sociedad civil pueden ejercer, de forma progresiva, una presión sobre los creadores de las políticas si la industria y las cargas de producción no consiguen reducir los riesgos sobre la salud, la seguridad y el medioambiente.

Una orientación más potente de las actitudes individuales, colectivas y sociales hacia la sostenibilidad podría hacer que el cambio fuese más fácil. El uso de herramientas de gestión tales como análisis de ciclos vitales y sistemas de gestión para el medioambiente, también pueden contribuir a procesos de producción más eficaces. Se debería prestar más atención en el futuro a implantar políticas de responsabilidad, sociales y colectivas en las compañías manufactureras.

- *Integración del nuevo conocimiento y mejora de la mano de obra especializada*^{2,4,16} – Otro tema que surge para la fabricación sostenible es la potenciación del conocimiento y el aprendizaje organizativo. Este reto tiene que ver con la mejor integración de los recursos humanos y técnicos, la información y el manejo del conocimiento, de la innovación, la formación de la mano de obra a través de nuevas herramientas y métodos de formación, propuestas multidisciplinares y la mejora de “especializaciones blandas” como la comunicación.

Una noción más amplia de fabricación precisará material vinculante y flujos de información, dentro de la red de proveedores y clientes, con más eficacia, planteando nuevos retos para la información y el manejo del conocimiento. El éxito de la fabricación podría depender, paulatinamente del desarrollo de conocimiento de gestión y redes complejas. Los datos, en todos los aspectos de la cadena de valor, necesitan ser integrados y procesados en tiempo real, al objeto de ser asimilados con eficacia y para apoyar, tanto al proceso comercial del día a día, como la toma de decisiones a largo plazo. Dentro de las fábricas, la demanda crecerá debido a la optimización del proceso de la ICT., integrando “hardware”, “software”, al conocimiento de los operarios y de los servicios post-venta. Si las sociedades de producción flexible se hacen más importantes, se puede esperar que las compañías, paulatinamente, necesiten ajustar el tamaño y la especialización de su mano de obra.

Es probable que los procesos de innovación de cara al futuro, precisen de una colaboración interna y externa para la captación del conocimiento de organización, respuesta desde los usuarios, información suministrada por

los proveedores y una serie importante de datos procedentes de fuentes externas de conocimiento. Si los equipos multidisciplinares se hacen más comunes, especialmente en sectores de producción de alta tecnología, el personal necesitará ampliar y compartir sus conocimientos, así como comprender el vocabulario y los conceptos fundamentales de aquellos con quien están colaborando.

Los derechos del sistema de la propiedad intelectual (IPR), podrían tener que responder a los cambios de un proceso de innovación, que está, de modo creciente, basado en el intercambio de conocimientos y en las redes.

La emergente economía del conocimiento puede que esté produciendo, de un modo creciente más que al contrario, desigualdad, tanto dentro como entre las naciones. En particular, quizás sea precisa una reflexión sobre cómo se debe controlar y compartir el conocimiento.

El cambio sociodemográfico en Europa, probablemente se tendrá que enfrentar a una considerable mano de obra envejecida en el futuro. El énfasis de la política en el mercado de trabajo es probable que cambie de una cantidad directiva a una calidad constructiva. La disponibilidad de una mano de obra cualificada, posiblemente se convierta en un factor crítico en el campo de la fabricación, con empresas compitiendo para mantener los recursos humanos. El sector manufacturero buscará personal que sea capaz de trabajar en un ambiente flexible y que colabore en unos equipos multidisciplinares. La movilidad incrementada de la mano de obra podría ofrecer, tanto una oportunidad, como una amenaza para las empresas manufactureras, ya que el conocimiento de los individuos no puede ser fácilmente mantenido cuando dejen o cambien de trabajo. La formación industrial y el aprendizaje de toda la vida, es posible que se conviertan en temas críticos para que puedan tratar con la nueva tecnología (tales como la nanotecnología y las ICT), así como la gestión interdisciplinaria y del conocimiento.

Suponiendo que la formación industrial y el aprendizaje de toda la vida se conviertan en temas críticos para las empresas manufactureras, el sistema de educación se enfrenta a una presión para poder adaptar e introducir la formación como una nueva técnica, empezando desde el sistema escolar hasta el nivel universitario y cursos de postgraduado. Esto plantea la pregunta de cómo las políticas en el mercado de trabajo y los programas de formación públicamente financiados, pueden ser mejor dirigidos para la transferencia de competencias con una mayor eficacia. Las empresas deben darse prisa en la creación de más vínculos con el sistema educativo. Esto, también implica la formación de cursos nuevos en los colegios, las universidades y que la organización de la formación industrial se aplique a las necesidades de la industria.

Si se trata de que el éxito industrial nos lleve a un aumento del empleo, un factor clave será, para unas comunicaciones eficaces, el destacar los logros

de los fabricantes europeos y, por otra parte, el subrayar los atractivos de las carreras en el emergente sector en que está basado en el conocimiento.

- *Valores sociales y aceptación pública de la tecnología*^{2,16} – Recientes debates sobre las implicaciones de la ciencia y la tecnología (por ejemplo, la investigación sobre células madre) o la falta de interés del ciudadano en muchos países europeos en la aceptación de la energía nuclear como un medio para cortar las emisiones de CO₂, han puesto de relieve, la necesidad de una toma de conciencia pública con seriedad, cuando se adopten y exploten, tanto la ciencia como la nueva tecnología. La nanotecnología y las nuevas ICT tienen, claramente, el potencial para provocar futuros debates sobre los riesgos de la nueva tecnología. Los temas de seguridad también podrían llegar a ser muy importantes si entraran en conflictos con aspectos sobre la privacidad o intimidad (por ejemplo, a través de la omnipresente informática).

Estos temas pueden afectar a la industria manufacturera de la UE, en el sentido de que, un “marketing” con éxito de los nuevos productos y su aceptación por parte de los consumidores, dependerá de sus valores, actitudes, necesidades, técnicas y experiencia con las características de los nuevos servicios y productos tecnológicos. Al mismo tiempo, se debería destacar que esto podría llevar a algún retraso tecnológico en Europa.

3.4.2 Empresas de fabricación^{3,18-20}

Para conseguir los futuros retos, las empresas manufactureras tienen que avanzar hacia:

- *Empresas que interesen al cliente* – Las futuras empresas fabriles tendrán que potenciar una fuerte infraestructura mundial de comunicaciones, así como un diseño centrado en el cliente, fabricación y sistemas de gestión del ciclo vital, construir, repartir y apoyar los productos innovadores y los servicios que, directamente, satisfagan los deseos y necesidades del cliente.

Los clientes pedirán que los proveedores de materiales y servicios, maximicen el valor de la relación que existe entre calidad, servicio y precio. La meta de las empresas con éxito será la de encontrar la posición óptima en este triángulo competitivo del “mejor, más rápido y más barato”. Es decir, una actitud de “podemos tenerlo todo” entre los consumidores, forzará a las corporaciones a convertirse en algo extremadamente flexible y adaptable. A medida que un gran número de consumidores en los nuevos países desarrollados ganen poder adquisitivo, predominará esta actitud en todo el mundo.

- *Empresas conectadas totalmente* – Las futuras empresas manufactureras estarán continuamente interconectadas en todas sus funciones internas, con sus socios externos, así como sus accionistas. Esto permitirá

operaciones de “webs” de distribución complejas, así como de empresas extendidas que interoperan como una entidad integrada, independientemente de cualquier distancia geográfica.

La estructura e identidad de las empresas cambiará radicalmente para abarcar a las virtuales estructuras que se unan y desaparezcan como consecuencia de un mercado dinámico. Todas las actividades que no son esenciales para la implantación de nuevas ideas en los productos del mercado, serán eliminadas. Una transacción genérica disponible y una infraestructura de alianzas (por ejemplo, una participación equitativa de beneficios de procesos comerciales para la protección de la propiedad intelectual), capacitará a los individuos y a los equipos de empresarios emprendedores para competir, únicamente, sobre la base de aptitudes y conocimiento.

Aunque los recursos de producción serán distribuidos globalmente, pocas empresas de materiales y más empresas regionales o de productos basadas en la comunidad, tendrán vinculación con los mercados locales. Las empresas de productos deben de formar parte de corporaciones más grandes, pero deberán estar localizadas dentro y servir a mercados locales, así como funcionar con autonomía.

- *Empresas reconfigurables* – Los nuevos sistemas tecnológicos posibilitarán los procesos innovadores, no solamente hacia el desarrollo de los nuevos productos, sino que también lo harán hacia la creación de configuraciones óptimas de empresas. Las empresas serán un conjunto de personas conectadas entre sí por una confianza mutua y apoyadas por una alianza y una infraestructura de transacciones. El sistema de empresas integradas será dinámico, en cambio continuo en respuesta a las nuevas oportunidades.

Las organizaciones en equipo formarán nuevas ideas para los productos, ensamblando rápidamente los recursos necesarios desde una alta capacidad para la fabricación distribuida. Todos los aspectos para el desarrollo de una empresa manufacturera, incluyendo negocios en desarrollo y estrategias de “marketing”, investigación e innovación de productos, serán concurrentes.

- *Empresas racionalizadas y eficaces* - Las futuras empresas de fabricación utilizarán la tecnología como un parámetro clave en la ecuación de eliminación de aspectos superfluos, para el logro de nuevos niveles de eficacia. Los controles “inteligentes”, sistemas “expertos”, un mejorado manejo de la cadena de suministro y la explotación de nuevas tecnologías, reducirán radicalmente el coste y el tiempo de diseño, fabricación y entrega de los productos de apoyo.
- *Empresas basadas en el conocimiento* – Las futuras empresas manufactureras serán capaces de captar la habilidad individual y la

experiencia para una eficaz reutilización sobre una base compartida y abiertamente accesible del saber científico, comercial y conocimiento de los procesos para la toma de decisiones precisas y con rigor, así como para asegurarse de que las personas adecuadas, reciben la adecuada información en sus trabajos en el tiempo correcto. La comprensión mejorada y el conocimiento compartido del fundamento científico para propiedades materiales y de procesos, además de las interacciones, apoyarán el proceso de diseño optimizado, el total entendimiento de las transformaciones complejas y las interacciones a grandes y pequeños niveles.

- *Empresas de tecnología innovadora* - Las futuras empresas manufactureras desarrollarán tecnologías revolucionarias que cambiarán radicalmente el diseño, construcción y apoyo a los productos.
- *Sostenibilidad medioambiental* – Las mencionadas empresas fabriles proporcionarán, sobre una rica base de conocimientos científicos, material innovador, procesos unitarios y una total integración de los ciclos vitales del producto, así como instalaciones para el diseño de coste eficaz, la fabricación y el apoyo, además del reciclado de los productos sin que ocasionen un impacto adverso en el medioambiente.

3.4.3 Mano de obra^{3,21}

El rápido cambio técnico está transformando la estructura de la fabricación en una tecnología más compleja y en actividades de técnica intensiva. Además, está incrementado los requisitos tecnológicos y técnicos *dentro* de dichas actividades.

La mano de obra en la fabricación será tan diversa como la economía mundial. Las aptitudes interpersonales tendrán que ser fomentadas en gran medida, las barreras del cruce de culturas tendrán que ser reducidas de una forma amplia; así mismo las diferencias restantes serán valoradas para su contribución en la fabricación innovadora.

Una mano de obra diversa, que actúe en un terreno de juego de más nivel, tendrá un mayor potencial para la creación de nuevos productos, de un modo sinérgico.

Los trabajadores aprenderán, no sólo a través del acceso a la información, sino también como elementos importantes de un sistema de fabricación altamente integrado.

A medida que avanza la automatización hacia unas capacidades más “tipo humano”, los trabajadores tendrán que ser liberados de lo que es únicamente humano – crear nuevos productos que sean válidos y tomar decisiones audaces de futuro, en el aspecto comercial.

3.5 Retos para la R&D basados en estudios recientes^{3,4,17-20}

La fabricación seguirá siendo uno de los medios principales por los cuales, se crea riqueza. Es esencial que la UE esté preparada para implantar unos métodos avanzados de fabricación en un tiempo adecuado. Un paso de suma importancia de cara al futuro, será el desarrollo de un fundamento técnico esencial a través de la investigación por parte de la industria, el mundo académico y las instituciones gubernamentales, que deben ser conducidas a través de una clara visión sobre la fabricación en las próximas décadas y en la comprensión de los retos fundamentales que deben ser buscados para la realización de dicha visión.

Será la base de competición, la creatividad y la innovación en todos los aspectos de la iniciativa en la fabricación. Los avances fundamentales en la ciencia de materiales, tecnología de procesos y equipamiento, así como la información y los sistemas de control, cambiarán radicalmente el ambiente de la fabricación. Nuevas tecnologías en la forma de las redes reemplazarán a los procesos en tono descendente y conducirán la creación del producto final hacia etapas anteriores en el ciclo de la fabricación. Se mejorarán aquellos pasos en el proceso que no puedan ser reemplazados, por medio de la eficacia y el control sobre los elementos en estado de producción, al objeto de satisfacer las siempre crecientes demandas de los clientes y otros participantes.

Hay una necesidad de desarrollo y de implantación de una estrategia para la fabricación en Europa basada en la investigación y la innovación, que promocionaría la transformación industrial, aseguraría y crearía un alto valor añadido de empleo, asegurando también el máximo posible de participación de la producción en el mundo manufacturero.

Muchas industrias han desarrollado unos trazados tecnológicos para sus sectores comerciales específicos, sin embargo, se ha producido un pequeño esfuerzo concertado para dirigir las necesidades tecnológicas y las barreras a ellas asociadas, que se cruzan por los múltiples sectores. Muchos de los planes específicos para la industria mencionan necesidades de corte transversal para la infraestructura, pero los retos que presentan, están más allá de la destreza de cualquiera de los grupos de empresas para que puedan resolverlos.

En este contexto, como queda dicho, La Comisión Europea promovió un número de planes de acción “verticales” para cada sector específico, así como Plataformas de Tecnología para sectores específicos como los químicos, la construcción, el papel, el acero, los textiles y el transporte; también otros como *FuTMaN*¹⁷, *MANUFUTURO*² y Visión IMS 2020 van un paso más adelante para extraer temas que puedan ser aplicados a través de toda la esfera de la fabricación de un modo sinérgico.

El proyecto *FuTMan* buscó con el fin de ayudar a la Comisión Europea para la FP6, examinar qué capacidades tecnológicas, de conocimiento y de organización, podrían ser requeridas por la fabricación europea si quería ser competitiva y sostenible para el año 2020. Se prestó una particular atención tanto a las áreas de prioridad tecnológica como a cualquier cambio de políticas que fuera necesario. Se adoptaron tres propuestas de corte transversal para el examen del problema. Se desarrollaron los *escenarios o situaciones previsibles* para proporcionar visiones coherentes e imaginativas de los peligros y oportunidades a las que la fabricación podría enfrentarse en los años venideros hasta el 2020. Se estudiaron tres aspectos de la fabricación – *Materiales, Procesos de Transformación* y la *Estructura de la Industria*-. Se acometieron cuatro casos de estudio por sectores: la *Industria del Automóvil – Turismos, Instrumentos de Medición, Precisión y de Control de Procesos (MPPCI)*, la *Industria Semiconductora* y las *Químicas Industriales Básicas*. Además, un estudio aparte, examinó las implicaciones que el *Gobierno y las actitudes sociales y políticas* podrían tener en la transformación de la industria.

El *MANUFUTURO* establece una poderosa visión que abarca las complejas redes, vinculando las necesidades sociales y humanas con la industria y el sistema educativo, como herramienta para guiar la previsión de desarrollo, dentro del futuro estratégico de la fabricación.

El Forum IMS Vision 2020⁴ reunió a los líderes internacionales, así como a aquellos que toman decisiones para la industria, la investigación, la educación y el gobierno, en Irvine (EEUU) durante el mes de febrero de 2000. El propósito del Forum fue compartir los puntos de vista sobre el futuro y temas subyacentes que surgen en la globalización de la fabricación durante la primera parte de este siglo. El Forum fue convocado y apoyado por IMS (Sistemas de Fabricación Inteligentes), un programa multinacional para la cooperación en el desarrollo de las tecnologías y sistemas en la fabricación.

También tuvieron lugar, otros estudios como, los Retos de Futuro en la Fabricación para el 2020³ así como el Trazado de Tecnología en la Fabricación Integrada (IMTR)¹⁸⁻²⁰.

El Comité para los Retos de Futuro en la Fabricación fue establecido por la Junta del Consejo Nacional de Investigación para el Diseño de Fabricación e Ingeniería (1), al objeto de crear una visión del ambiente competitivo de la fabricación y la naturaleza de la empresa de la misma en 2020, (2) para determinar los principales retos que se prevén en la fabricación, (3) para identificar las tecnologías clave, al objeto de hacer frente a los mencionados retos, y (4) para la recomendación de estrategias y cálculo de progreso. Se eligió el año 2020 para animar a pensar en los cambios revolucionarios, más que en los avances evolutivos basados en las actuales capacidades.

La iniciativa del IMTR repartió mapas de ruta para las cuatro áreas técnicas fundamentales, a saber: Sistemas Información para la Fabricación; Modelado y

Simulación; Procesos de Fabricación y Equipamiento y Tecnologías para la Integración de Empresas. El IMTR realizó un esfuerzo concentrado en los diversos temas, patrocinado por el Instituto Nacional de “Standards” y Tecnología (NIST), el Departamento de Energía de los EEUU (DOE), la Fundación Nacional de Ciencias (NSF), y la Agencia de Proyectos para la Investigación Avanzada de Defensa (DARPA), con el propósito de desarrollar un programa para la R&D en la fabricación, que atraviese transversalmente las distintas necesidades del gobierno y la industria para todos los sectores importantes de la fabricación.

El marco y enfoque de estos estudios están diferenciados, pero ha aparecido una clara indicación de futuros retos y temas de investigación.

Todos estos estudios han identificado una serie de importantes tecnologías generadoras, que dan forma al futuro e influyen la fabricación hasta el año 2020 y que pueden guiar a las actuales inversiones en la investigación de la fabricación. La tabla 3.8 resume las tecnologías generadoras para los cinco estudios tratados.

TABLA 3.8 *Tecnologías generadoras para los diferentes estudios de previsión en la fabricación.*

<i>Retos de la fabricación para 2020³</i>	<i>Mapa para la fabricación IMT¹⁷⁻¹⁹</i>	<i>Partes discretas del futuro de la fabricación y proceso del mismo</i>	<i>Manufuturo 2003¹⁷</i>	<i>Visión IMS 2020⁴</i>
Procesos adaptables integrados y sistemas reconfigurables	Depositarios del conocimiento y centros de validación	Nuevas tecnologías de procesamiento para nuevos materiales	Tecnologías de información y comunicación	Sistemas para modelado especialmente especialmente para la relación entre hombre y máquina, así como procesos y subsistemas que potencien la actuación humana y promuevan la entrada “inteligente”
Procesos de fabricación que minimicen los deshechos y el consumo de energía	Diseño “inteligente” y asesores de procesos	Miniaturización	Materiales nuevos y nuevos paradigmas de diseño	Metodologías de diseño que aprovechen las bibliotecas de módulos de diseño reutilizable
Procesos innovadores para el diseño y la fabricación de materiales nuevos y componentes	Sistemas de control inteligentes	Módulos mecatrónicos	Miniaturización e ingeniería de precisión	Tecnologías que proporcionen a las personas modelos de causas, efectos y modos para la experimentación en un medioambiente seguro pero realista
Biotecnología para la fabricación	Control distribuido a través de empresas ampliadas	Nanotecnología en la fabricación	Propuestas integradas, por ejemplo: mecatrónica y control de procesos	Tecnologías que apoyen el diseño participativo y peticiones contextuales para la aceleración del proceso de diseño

<i>Retos de la fabricación para 2020³</i>	<i>Mapa para la fabricación IMTI¹⁷⁻¹⁹</i>	<i>Partes discretas del futuro de la fabricación y proceso del mismo</i>	<i>Manufuturo 2003¹⁷</i>	<i>Visión IMS 2020⁴</i>
Síntesis de sistemas, modelado y simulación para todas las operaciones manufactureras	Fabricación basada en la ciencia	Modelado y simulación	Productos ampliados	Inteligencia artificial y sistemas de apoyo para decisiones que manejen enormes bases de imágenes en varios idiomas
Tecnologías para convertir la información en conocimiento para una toma de decisiones eficaz	Deshecho del ciclo vital Cero	Planificación del ciclo vital del producto	Nuevas tecnologías para los productos del mañana	Agentes inteligentes, filtros activos del conocimiento personalizados para cada individuo y herramientas de estructura del conocimiento para impedir "sobrecarga de información"
Métodos de diseño para productos y procesos que manejen una amplia gama de peticiones de productos	Primera parte correcta	Sistemas flexibles de fabricación		Ejemplos precisos de los efectos y procesos así como de los materiales en una calidad medioambiental a largo plazo, cuantificación y comparación de riesgos
Interfaz potenciado humano-máquina	Procesos de avances innovadores	Integración de procesos		Desarrollo de materiales nuevos y avanzados para reemplazar los recursos no renovables basados en los materiales
Nuevos métodos de educación y formación que permitan la asimilación rápida del conocimiento		Nuevos conceptos para el control de procesos y la tecnología de sensores		Tecnologías "software" tales como el diseño de lenguaje y optimización recopiladora, bases de datos distribuidas y orientadas hacia el objeto y realidad virtual orientada hacia el contexto de la fabricación
"Software" para sistemas inteligentes de colaboración	Fabricación de libre configuración	Fabricación inteligente/procesos cercanos a forma de red		Modelos uniformes para el intercambio de información de productos/fabricación a lo largo de cadenas de valor completas y redes de valor
		Mejoras y desarrollo de procesos		Prototipo de imágenes como el único precursor para la producción a escala total
				Interfaz entre la nanoesfera y la micro y macroesfera de la fabricación

3.6 Recomendaciones para la investigación a medio plazo^{3,4,16,18}

Como se menciona en la sección anterior, los avances en la ciencia y en la tecnología, especialmente en la ciencia de los materiales, la microelectrónica y la tecnología de la información, así como la biotecnología y la nanotecnología, afectarán profundamente a la fabricación y ayudarán a los fabricantes a dominar los futuros retos. Por otra parte, para enfrentarse al reto que supone un sistema europeo de producción competitivo y sostenible, de aquí al año 2020, se precisará una visión más integrada y completa de las políticas para la RTD&I que tenga en cuenta de las dimensión económica, medioambiental y social. Sin embargo, dada la diversidad de necesidades y los diferentes niveles de desarrollo económicos que actualmente existen en las naciones de la aumentada UE, no existe una única solución que pueda hacer frente a todos los casos. Aquí, la intención es definir unos amplios conceptos estratégicos de investigación que nos lleven a unas ideas que puedan ser aplicadas, compartidas y adaptadas a través de los países, las regiones y las industrias.

La fundación del Programa Estratégico de Investigación (SRA) en la Fabricación para las próximas décadas es, actualmente, una de las principales tareas de la plataforma para el *MANUFUTURO*. Sin pretender infravalorar este resultado basado en los anteriores estudios de previsión, esta subsección, resume algunos temas clave de investigación a medio plazo, agrupados en cinco grandes apartados: (1) materiales nuevos, procesos y productos en la fabricación, (2) tecnología de la información, (3) modelado y simulación, (4) procesos de fabricación y su desarrollo y (5) integración de la empresa.

Nuevos procesos de materiales y productos en la Fabricación³

En los últimos años, los adelantos en la ciencia de materiales, ya han conducido al desarrollo de nuevos productos y servicios mejorados. En el futuro, los materiales de contenido temático, que proporcionan una nueva funcionalidad y mejor rendimiento, aumentan las perspectivas para la innovación de productos y procesos en la fabricación. La disponibilidad de materiales avanzados permitirá la producción de componentes y productos más pequeños, más inteligentes, multifuncionales y más personalizados. Los materiales nuevos quizás también hagan un papel importante para estimular y permitir el desarrollo tecnológico en otras industrias de alta tecnología, tales como el sector TIC. Finalmente, pueden proporcionar la base para la innovación sostenida en sectores más tradicionales como la construcción (p.ej. materiales más ligeros y más fáciles de montar).

Los procesos innovadores para diseñar y fabricar nuevos materiales y componentes permitirán la fabricación de productos innovadores, personalizados y sin desperdicios. El objetivo será desarrollar nuevas clases de materiales con unas

propiedades físicas extraordinarias (p.ej. resistencia, características de desgaste, propiedades electromagnéticas). Con la miniaturización, se fabricarán nuevas clases de productos “inteligentes”, pero la miniaturización en una escala submicrónica necesitará materiales con propiedades que puedan ser controlados en la escala molecular. Los procesos para diseñar nuevos materiales y sus componentes, especialmente los componentes de tamaño submicrónico, necesitarán metodologías de diseño basados en la física y la química molecular y atómica. En muchos casos, los materiales serán orgánicos, y las metodologías de diseño estarán basadas en la biología. Los procesos para fabricar estos materiales y componentes quizás necesiten manipulación al nivel atómico (nanofabricación), procesos semejantes al empalme de genes, y quizás procesos biológicos. Los métodos innovadores de procesamiento incluyen nanofabricación y procesos mejorados de sinterización, Figuras 3.7.

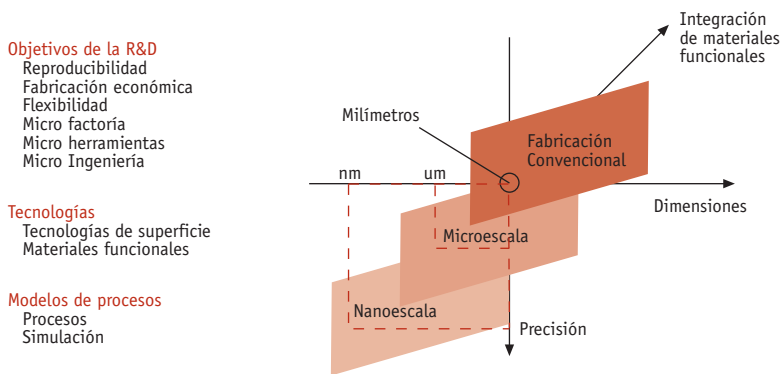


FIGURA 3.7 *Miniaturización en la Fabricación*²³.

Según se van desarrollando las tecnologías generadoras, la tendencia hacia componentes de producción a pequeña escala va a continuar. Aparecerán bloques de construcción de proceso a pequeña escala que permitan la sintetización o la creación de nuevas formas de materiales y productos. Los procesos de nanofabricación evolucionarán de ser curiosidades de laboratorio a procesos de producción. El ensamblaje molecular de estructuras complejas, funcionales y exactas conducirá al desarrollo de microdispositivos, tales como sensores, elementos computacionales, robots médicos y macrodispositivos construidos de bloques de construcción fundamentales. La biotecnología, combinando la biología y la química, conducirá a la creación de nuevos procesos de fabricación bioderivados y biosintéticos que tendrán nuevas aplicaciones emocionantes en la fábrica del siglo veintiuno.

El enfoque en procesos de producción sostenibles con pocos desperdicios se intensificará según el ecosistema global va siendo forzado al límite por el aumento en la población y el desarrollo de nuevas economías de alta tecnología, y cuando el conocimiento y las fuerzas económicas globales aumenten la necesidad de una administración responsable del medio ambiente. Una mejora en los controles de proceso, el reciclaje y la

reutilización del flujo de residuos del proceso y nuevas vías sintéticas, producirán procesos de vertido cercanos a cero. Los productos serán diseñados para ser reciclables y reutilizables o para existir inocuamente en el medio ambiente.

La Tabla A2.1 en el Apéndice 2 resume unos temas de investigación pertinentes sobre los nuevos materiales, procesos y productos a la fabricación¹⁸⁻²⁰.

Tecnología de la información (IT) es una parte fundamental de la fabricación de hoy. La tecnología de la información es también un arma de doble filo. Permite a los fabricantes disfrutar de los beneficios de herramientas y técnicas avanzadas, tales como simulación, modelamiento, robótica y conectividad con los clientes, socios y proveedores. Sin embargo, está obligando a las empresas a responder cada vez más de prisa a los nuevos peligros y oportunidades. La tecnología de la información seguirá cambiando a una velocidad vertiginosa, doblando el rendimiento mientras reduce los gastos a la mitad tan rápidamente como cada 18 meses. Esto conllevará unos cambios dramáticos en la manera en la que se fabrican los productos. La fabricación en el futuro utilizará IT como palanca para permitir una transición rápida y con una buena relación entre coste y eficacia del concepto al producto, una disponibilidad instantánea de todos los conocimientos manufactureros, y productos innovadores que son exactos y fiables al 100%.

La Tabla A2.2 en el Apéndice 2 resume unos temas de investigación pertinentes sobre los sistemas de información para la fabricación¹⁸⁻²⁰.

Modelamiento y simulación (MyS) están emergiendo como tecnologías clave para apoyar la fabricación en el siglo XXI, y no hay otra tecnología que ofrezca más potencial para mejorar productos, perfeccionar procesos, reducir el plazo de comercialización, y recortar los gastos de realización. El verdadero valor de las herramientas M y S es su capacidad para representar los conocimientos y para hacer predicciones con confianza – predicciones para impulsar el diseño de productos, el diseño y realización de productos y la gestión de la empresa. Los costes de desarrollo pueden ser reducidos considerablemente invirtiendo más en la etapa inicial del diseño y utilizando herramientas MyS para optimizar productos y procesos en el campo virtual antes de asignar recursos a la producción física. Más allá del diseño, las herramientas de simulación pueden ser de gran ayuda para mejorar la eficacia de los procesos de fabricación.

La Tabla A2.3 en el Apéndice 2 resume unos temas de investigación pertinentes sobre nuevos materiales, productos y procesos para la fabricación¹⁸⁻²⁰.

Los procesos y equipos de fabricación²⁰ manejados y dirigidos por gente cualificada, siempre serán el núcleo de la empresa manufacturera. Los bienes de producción disponibles para la empresa, a través de sus recursos internos y los de sus socios, vendedores y proveedores en gran parte determinan: la gama y características de los

productos que pueden ser producidos para sus clientes; la calidad y fiabilidad de los productos; los costes y tasas de producción; la cantidad de utilidades consumidas y desperdicio generado durante la fabricación; las necesidades de gastos de capital y, por lo tanto, rendimiento del capital invertido; y cuán rápido y bien la empresa puede responder ante los cambios en las tendencias del mercado y las necesidades del cliente. Los procesos y equipos de fabricación sufrirán unos cambios radicales en el futuro en respuesta a los impulsores de coste más bajos, responsabilidad medioambiental y clientes cada vez más exigentes. El cambio en la manera en la que los productos se trasladan del concepto a la entrega será dramático, y será generado y acelerado por la capacidad emergente para integrar la fabricación – desde los requisitos al diseño al producto. Los procesos de fabricación serán mucho más precisos, flexibles y adaptables y la optimización del proceso ya no será una palabra de moda sino una realidad sistematizada.

Hay varios generadores principales que harán de este entorno manufacturero una realidad. Los adelantos en la comprensión fundamental de interacciones entre materiales y procesos permitirán la creación de modelos de proceso integrales basados en la ciencia. Dichos modelos mejorarán dramáticamente la eficacia, previsibilidad, rendimiento y control de procesos y equipos. Modelos de proceso e información relacionada serán accesibles a todos los usuarios y desarrolladores a través de un depósito compartido de conocimientos globales. Esto permitirá a todos los usuarios, particularmente a las empresas más pequeñas, seleccionar los mejores parámetros de operación para el rendimiento, grado de reacción, y rentabilidad.

Los conocimientos de proceso mejorados, basados en un fundamento sólido de las matemáticas, la física y la química, darán origen a la creación de sistemas asesores basados en conocimientos que utilizan los requisitos de material y de productos como entradas y producen la necesaria información de fabricación, incluyendo los parámetros del proceso, los diseños del producto y de las herramientas y los datos de control para su ejecución. Estos sistemas asesores ayudarán a los diseñadores de productos y de procesos a optimizar el total proceso de diseño de fabricación y realización en vez de una sola operación.

La información generada por los sistemas de diseño de los productos/procesos y otras fuentes será bajada directamente a equipos flexibles de procesamiento que funcionarán en un entorno de un bucle cerrado para entregar siempre el producto correcto. Los parámetros críticos serán medidos automáticamente y los procesos ajustados por la vía rápida para entregar el producto que cumpla con todos los requisitos, sin inspección ni certificación. La reelaboración será eliminada. La retroalimentación (“feedback”) del rendimiento operacional asegurará que la base de conocimientos de la empresa se actualice continuamente.

En muchos casos, las operaciones para preparar materiales entregarán productos terminados y conformados. En otros casos, los pasos del proceso y las transformaciones serán minimizados y optimizados para proporcionar el mejor

camino hacia el producto correcto. Se construirán nuevas tecnologías a cada paso en el proceso de fabricación sobre una base científica para mejorar la eficacia y el rendimiento de cada operación y cada producto.

La responsabilidad medioambiental se convertirá en un impulsor de excelencia en vez de un requisito pesado, y el rendimiento energético será incorporado a cada paso del proceso. Los antiguos temas medioambientales se resolverán con la sustitución o la reingeniería de procesos medioambientalmente adversos por alternativas medioambientalmente benignas.

Controles inteligentes integrados e interconectados a cada nivel de la operación de producción – sin tener en cuenta la separación geográfica – integrarán la recogida de información, análisis y procesamiento de funciones en entornos autodidácticos que aborden el rendimiento manufacturero general y permitan un control total de los procesos. Controladores de equipos y procesos serán integrados con sistemas de apoyo de decisión superior para permitir mayor flexibilidad, productividad y seguridad que nunca.

Los futuros controladores estarán provistos de una funcionalidad avanzada, diseños modulares, arquitecturas abiertas y serán construidos sobre plataformas informáticas estándar que permitan una integración verdadera de apagar, enchufar, encender y listo. Las especificaciones del interfaz de programación de aplicaciones (API) serán reemplazadas con el tiempo con arquitecturas de objetos inteligentes y basadas en agentes que permitan que los nuevos equipos y funciones del proceso se autointegren en la totalidad de la operación manufacturera.

Los equipos de procesos alcanzarán nuevos niveles de eficacia, fiabilidad y rendimiento. Los diseños modulares reducirán el calendario de realización para la compra de equipos y los costes de adquisición y mantenimiento y conducirán a una mayor eficacia en toda clase de fabricación. Aunque seguirán existiendo grandes piezas de equipos, proliferarán equipos pequeños de uso especial que apoyen el procesamiento en la manera de flujo de una pieza. Operación fiables en condiciones de funcionamiento extremas, con tiempos de operación del 100%, serán realizadas mediante diseños de máquinas mejorados, detección y diagnóstico on-line de todos los componentes y parámetros críticos y medidas correctivas automatizadas.

La Tabla A2.4 en el Apéndice 2 resume unos temas de investigación pertinentes a los procesos y equipos manufactureros¹⁸⁻²⁰.

La Integración de las Empresas (EI) conecta y combina a la gente, los procesos, los sistemas y las tecnologías para asegurarse de que la gente adecuada y los procesos adecuados tengan la información adecuada y los recursos adecuados en el momento adecuado. La EI posibilita la operación de éxito, en un mundo de cambios continuos y

ampliamente impredecibles, de una sola empresa manufacturera o de un conjunto en continuo cambio de empresas ampliamente extendidas (o “virtuales”) – permitiendo unas decisiones rápidas y precisas así como la adaptación de operaciones para dar respuesta a los problemas y oportunidades que puedan aparecer.

La Tabla 2.5 del Apéndice 2 resume unos temas de investigación pertinentes a la integración de las empresas¹⁸⁻²⁰.

CAPÍTULO 4

Análisis de los SWOT de la industria de la fabricación de la UE

Puntos Fuertes

Puntos Débiles

-
- La UE busca excelencia científica y nuevas maneras de aprovechar la ciencia, la tecnología y la innovación.
 - La UE-15 es ahora la región del mundo que mejor funciona en cuanto a número de publicaciones.
 - El apoyo público para la investigación e innovación en la tecnología manufacturera ha aumentado constantemente en Europa desde finales de los años 80.
 - La CE apoya la consolidación de las infraestructuras europeas para la investigación.
 - La Cooperación Internacional representa una dimensión importante de Programas Marco.
 - Los países de la UE están buscando maneras de mejorar la calidad y eficacia de la investigación pública y de estimular las inversiones empresariales en R y D.
 - Los Estados Miembros están tomando medidas para mejorar la transferencia de la tecnología de las organizaciones de investigación públicas a la industria.
 - Las Plataformas de Tecnología Europeas ayudarán a establecer prioridades y objetivos comunes de investigación.
 - La fundación de un programa horizontal de *MANUFUTURO* mejorará la investigación de la UE en la fabricación en los años venideros.
 - Europa ha adoptado la dimensión de desarrollo sostenible.
- El aumento de patentes está estancado, lo cual indica que la actividad de innovación en la UE y la transferencia a la industria son demasiado débiles.
 - El desarrollo y la innovación en Ciencia y Tecnología en Europa tiene una tendencia positiva pero necesita mejorarse para superar los mayores competidores.
 - En los últimos años el crecimiento de la productividad en la industria manufacturera europea en general ha estado por debajo de los niveles de los EEUU.
 - La inversión mundial en la investigación demuestra que la UE está muy atrasada comparada con su mayor competidor en el escenario mundial.
 - Está claro que las empresas en Europa no están invirtiendo suficiente en la investigación.
 - La parte proporcional europea de la inversión en R y D por los 500 empresas más importantes no es muy grande (29%) cuando se compara con la de los EEUU (44%).
 - Las mayores empresas europeas invierten relativamente menos que sus homólogos americanos o japoneses en sectores tales como ICT, hardware y software. En su lugar, tienden a centrar sus gastos de R y D en el automóvil y piezas o en productos químicos y farmacéuticos, sectores donde Europa tiene una fuerte posición internacional.
-

Oportunidades

- La UE busca nuevas maneras de aprovechar la ciencia, la tecnología y la innovación.
- La UE aumentó la intensidad de I y D estableciendo objetivos explícitos para aumentar el gasto en I y D.
- La UE reconoció la necesidad de una visión más integrada y global de las políticas de RTD&I (Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico) que tenga en cuenta las dimensiones económicas, medioambientales y sociales.
- La UE apoya la investigación para y en los PYMEs.
- La UE creó nuevos instrumentos para mejorar la eficacia de la investigación ante las nuevas demandas de la fabricación.
- La investigación común, bajo el título Cooperación “constituirá la mayoría y el centro de la financiación por la UE de investigación” en FP7.
- La financiación por la UE de proyectos individuales sugerida por investigadores sobre temas de su elección, bajo el programa Ideas, conducirá a la innovación.
- La mayoría de las empresas europeas son PYMEs que están ofreciendo flexibilidad y un carácter innovador
- Es posible que la fabricación se haga cada vez más intensiva en cuanto a servicios.
- El reciente aumento a UE-25 significa nuevas oportunidades de mercado y lugares de producción.

Peligros

- Las débiles condiciones económicas limitan las inversiones en la ciencia y la tecnología.
- Los países del Este de Europa disminuyeron la intensidad de I y D.
- Los progresos hacia los objetivos de estrategia de Lisboa han quedado muy cortos hasta ahora.
- El declive en las actividades industriales no parece estar limitado a los sectores tradicionales con una alta intensidad de mano de obra, sino está empezando a ser notado en los sectores intermedios.
- El sector europeo de fabricación se enfrentará a un clima económico y una competencia global cada vez más competitiva.
- Aunque la radical innovación medioambiental en la fabricación podría ser potencialmente lo más sostenible, significa inversión y riesgo para la industria manufacturera a corto plazo.
- Los sectores de fabricación y de investigación se enfrentarán a la jubilación de los actuales grandes grupos de edad mientras que la innovación podría necesitar conjuntos de habilidad completamente nuevos.
- La movilidad de la mano de obra y la disponibilidad de gente cualificada podrían convertirse en un factor crítico para la fabricación.
- Los asuntos éticos y de seguridad podrían hacer que la UE quede atrás en algunas áreas tecnológicas.

CAPÍTULO 5

Visión de futuro para los próximos 10 ó 15 años

- 5.1 Mirando hacia adelante en la ciencia y la tecnología (PÁG. 81)
- 5.2 Recomendaciones generales para la investigación (PÁG. 82)
- 5.3 Resumen y conclusión (PÁG. 85)

Hay preguntas innumerables que se pueden hacer sobre el futuro, y los métodos con los cuales la comunidad científica, el sector corporativo y la sociedad enfocan el tema del mundo de mañana son igualmente diversos.

Esta sección es sin duda muy especulativa en el sentido de que nadie puede predecir el futuro con éxito. Tampoco pretende ser otra previsión o estudio visionario que suele estar vinculado a escenarios futuros de nuestro desarrollo económico y social. En su lugar, presenta unas recomendaciones generales de investigación a largo plazo para hacer frente a los retos anunciados en las secciones 2 y 3 de este informe que están de acuerdo con los cambios que estén ocurriendo en nuestra civilización.

5.1 Mirando hacia delante en la ciencia y la tecnología

Como se mencionó arriba, la tendencia general de nuestra civilización es cambiar de una sociedad industrial a una basada en conocimientos. Sin embargo, como indicó Albert Einstein, “La imaginación es más importante que los conocimientos, porque los conocimientos están limitados”. Sin embargo, la imaginación puede ser incluso más importante cuando se combina con una dosis generosa de pensamientos no convencionales. Esto puede conducir a tendencias imprevistas en nuestra sociedad y a verdaderos avances en la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, los más recientes avances en medidas de importantes cantidades físicas con una precisión sin precedentes, particularmente los de los ganadores del premio Nobel de la Física de 1977, Steven Chu, Claude Cohen-Tannoudji y William D. Phillips, ofrecen la esperanza de que muchos de los avances de los fenómenos más íntimos de la materia se medirán en una escala parecida. Por ejemplo, podemos imaginar medidas de femtosegundos (10⁻¹⁵), que nos permitirán filmar reacciones químicas (femtoquímica), incluyendo reacciones en materia viva. Asimismo, disponer moléculas para construir ordenadores o explorar la red significa que los sistemas cuánticos entrelazados pueden representar no solamente los valores 0 y 1 – utilizados por ordenadores convencionales – sino también valores intermedios que nos permitirán acelerar muchos cálculos por un factor de millones²³.

Esta importante evolución en la ciencia y la tecnología permitirá el acercamiento a la velocidad de organismos vivos hasta tal punto que ya podemos prever la posibilidad de crear entidades intermedias que conduzcan a una explosión de sinergias en todos los campos de la ciencia y la tecnología. La pareja “materia, energía” será reemplazada por la pareja “tiempo/organismo vivo”.

Sin embargo este verdadero avance en la ciencia y la tecnología ocurrirá a finales de este siglo o a principios del siguiente. Mientras tanto, es preciso que aprendamos a tratar dos temas científicos clave que nos ayudarán a arreglárnoslas en el futuro con la pareja “tiempo/organismo vivo” – complejidad y cognición. Estos dos nuevos campos emergentes nos ayudarán a entender, por una parte, la complejidad de los procesos que queremos modelar y controlar, y, por otra, las funciones y procesos de la mente. Ambos campos científicos emergentes tendrán un impacto tremendo en todos los demás campos de la ciencia y la tecnología, incluyendo la fabricación, pero también pueden ser aplicados actualmente a productos y procesos reales que se están haciendo cada vez más complejos y que a su vez nos sean notablemente inteligentes.

5.2 Recomendaciones generales para la investigación

El reciente ritmo de avances tecnológicos podría conducir a la autosuficiencia y a la creencia de que la tecnología estará disponible “a petición”. Los avances actuales, sin embargo, fueron fruto de la investigación exploratoria generadora realizada hace años. Si la Fabricación va a tener las capacidades técnicas que va a necesitar en 2020 (véase la sección 3), la investigación que vaya a proporcionar la base científica de estas capacidades tendrá que iniciarse ya.

A partir del análisis anterior se pueden resumir las conclusiones generales en cuanto a oportunidades de investigación en la Fabricación como sigue:

- La Unión Europea no debe ser considerada como una segunda o tercera elección para las inversiones en investigación. Para que sea más competitiva, los siguientes pasos son pertinentes: I) mejorar lo atractivo de inversiones en investigación y desarrollo hacia la Unión Europea; II) alentar a los investigadores europeos para que se queden en Europa y atraer a los que ya han marchado para seguir sus carreras profesionales en otros lugares; III) atraer a investigadores extranjeros de primera clase; y establecer unas buenas programas de investigación bien enfocadas.
- Ya que la Fabricación es intrínsecamente multidisciplinaria e involucra una mezcla complicada de gente, sistemas, procesos y equipos, la investigación más eficaz será también multidisciplinaria y estará basada en los conocimientos de estrategias de fabricación, planificación y operaciones.
- Ya están en marcha importantes investigaciones fuera del sector de fabricación que pudiesen centrarse en aplicaciones de fabricación.
- Muchas de las áreas de investigación son áreas interdisciplinarias, es decir, son aplicables a varias tecnologías generadoras. Los sistemas de fabricación adaptables y reconfigurables, las tecnologías de información y comunicación y modelamiento y simulación son especialmente importantes porque son las claves de las capacidades de fabricación en muchas áreas.
- Dos importantes tecnologías disruptivas – la fabricación submicrónica y la simulación y modelamiento de empresas – acelerarán el progreso para aplicarse a los retos manufactureros.
- Se harán frente a los retos manufactureros a más largo plazo para el año 2020 si la investigación se dirige hacia el desarrollo de (1) herramientas analíticas para el modelamiento y evaluación, (2) proceso para captar y utilizar los conocimientos para la fabricación, y (3) procesos inteligentes y sistemas de fabricación flexibles.

Basándose en estos resultados y conclusiones generales, las siguientes recomendaciones para un programa de investigación y desarrollo en la Fabricación y áreas de tecnología generadora serían apropiadas:

Recomendación: Establecer un programa de investigación y desarrollo interdisciplinario que haga hincapié en consorcios de multi- investigadores tanto en instituciones como a través de fronteras institucionales. Establecer enlaces entre comunidades de investigación en las disciplinas importantes necesarias para aplicarse a los retos manufactureros, incluyendo todas las ramas de ingeniería, matemáticas, la física, la química, económicas, la ciencia de gestión, la informática, la complejidad, la filosofía, la biología, la psicología, la ciencia del conocimiento y la antropología.

Recomendación: Centrar la investigación manufacturera a largo plazo en el desarrollo de capacidades en las áreas de tecnologías generadoras para hacer frente a los retos de la Fabricación Europea.

Recomendación: Establecer prioridades para la investigación a largo plazo con el énfasis en las tecnologías interdisciplinarias, es decir, las tecnologías que se aplican a más de un reto manufacturero. Los sistemas de fabricación adaptables y reconfigurables, las tecnologías de información y comunicación y el modelamiento y simulación son tres áreas de investigación que se aplican a varios retos manufactureros.

Recomendación: Establecer una investigación básica centrada en tecnologías disruptivas, incluyendo procesos innovadores de fabricación submicrónica y el modelamiento y simulación de empresas. También, centrar la investigación básica en el desarrollo de una base científica para procesos y sistemas de producción que respaldarán nuevas generaciones de productos innovadores.

Recomendación: Controlar la investigación y desarrollo en tecnologías que tendrán una inversión considerable de fuera del sector manufacturero y emprender la investigación y desarrollo necesario para adaptarlos a las aplicaciones de fabricación. Algunas tecnologías aplicables se exponen a continuación:

- Tecnología de la información que puede ser adaptada e incorporada en sistemas y modelos de colaboración mediante investigación y desarrollo específico para la fabricación, centrados en mejorar los métodos para que la gente tome decisiones, individualmente y como parte de un grupo.
- Tecnologías core, incluyendo ciencia de materiales, na no- y bio-, conservación de energía y tecnologías para la protección del medio ambiente.

Recomendación: La industria y el gobierno deberían centrar la investigación y desarrollo interdisciplinario en las áreas de tecnología prioritarias. Algunas consideraciones clave para la investigación a largo plazo son:

- Entender el efecto de la psicología humana y las ciencias sociales en los procesos de tomar decisiones en el diseño, planificación y operación de procesos manufactureros.
- Gestionar y utilizar información para tomar decisiones inteligentes entre una amplia gama de alternativas.
- Adaptar y reconfigurar los procesos de fabricación rápidamente para la producción de diverso productos customizados
- Adaptar y reconfigurar empresas manufactureras para permitir la formación de alianzas complejas con otras organizaciones
- Desarrollar herramientas concurrentes de ingeniería que faciliten la implicación interdisciplinaria a nivel de toda la empresa en la conceptualización, diseño y producción de productos y servicios para reducir el plazo de comercialización y mejorar la calidad
- Desarrollar las tecnologías educativas y formativas basadas en la teoría del aprendizaje y las ciencias lingüísticas y del conocimiento para mejorar la enseñanza interactiva a distancia
- Optimizar el uso de la inteligencia humana para complementar la aplicación y el implante de nuevas tecnologías
- Entender los efectos de nuevas tecnologías en la mano de obra manufacturera, en el ambiente de trabajo y la comunidad
- Desarrollar las herramientas para la ingeniería y el comercio que sean transparentes a diferencias de habilidades, educación, estatus, idioma y cultura para establecer vínculos internacionales y organizativos

5.3 Resumen y Conclusión

Europa tiene una puntuación bastante alta en cuanto a la fabricación pero necesita lograr aún más excelencia científica aumentando el atractivo de la industria manufacturera y asegurar la competitividad de su investigación, de otra manera dicha R y D se hará en otro lugar. La próxima generación de tecnologías de fabricación y de primera transformación será de producción cara y ninguna entidad sola tiene todos los recursos y conocimientos que se necesitan. Es necesario una R y D colaboradora para compartir costes, riesgos y conocimientos. La UE debe evitar la fragmentación y duplicación de sus investigaciones. Una cooperación internacional bien gestionada en I y D de fabricación avanzada, mediante la UE, puede ayudar a mejorar las operaciones manufactureras y la competitividad internacional y conducir a avances tecnológicos vía I y D impulsado por el mercado. La UE debería proporcionar una estructura de apoyo para conducir los proyectos de I y D con especiales preparativos para proteger los derechos de propiedad intelectual. Los resultados de los proyectos de I y D deberían ser compartidos con un proceso de difusión de información controlada que proteja y asigne de forma equitativa cualquier propiedad intelectual.

CAPÍTULO 6

Referencias

Sustainable Production: challenging & objectives for EU Research Policy, July 2001, EUR 19880.

MANUFUTURE - A vision for 2020 – Report of the High-Level Group – November 2004, ISBN 92-894-8322-9.

Visionary Manufacturing Challenges for 2020 – National Academy Press, 1998, ISBN 0-309-06182-2.

Summary Report on IMS Vision 2020 Forum - Refreshing the Vision of IMS, Beckmann Center, Irvine, California, USA, February 2000, (ims.kitech.re.kr/bbs/V2020.pdf).

Manufacturing in America – A comprehensive strategy to address the challenges to US Manufacturing, January 2004, ISBN 0-1-16-068028-X.

21st Century Manufacturing Taxonomy: A Framework for Manufacturing Technology Knowledge Management, IMTI, Inc., July 2003.

F. Jovane, *Current status of MANUFUTURE in Europe*, presentation on Conference for launching the Technological Platform MANUFUTURE, Bucharest, July 2005.

Transition Economies: An IMF Perspective on Progress and Prospects, International Monetary Fund, issue of 3 Nov. 2000.

J. Neugebauer- *Nanosciences, nanotechnologies, materials, new production technologies in FP7, RTD-G4-AH: Bayern FP7 Seminar* 14 June 2005.

Technology Platforms – from definition to implementation of a common research agenda, 21 September 2004, EUR 21265, ISBN 92-894-8191-9.

Report on European Technology Platforms and Joint Technology Initiatives: Fostering Public-Private R&D Partnerships to Boost Europe's Industrial Competitiveness, SEC(2005) 800, 10 June 2005, (www.cordis.lu/technology-platforms/).

Third European Report on Science and Technology Indicators 2003, EC 2003, ISBN 92- 894-1795-1

'Entrepreneurship in the Netherlands, Innovative entrepreneurship. New policy challenges!' Ministry of Economic Affairs and EIM, February 2002, (www.eim.net/pdf-ez/A200112.pdf).

OECD Science, Technology and Industry Outlook, 2004.

A forward look at Europe's strength and weakness in key research (draft), December 2004.

The Future of Manufacturing in Europe 2015-2020 – The Challenge for Sustainability, March 2003, EUR 20705 EN.

Working Document for the MANUFUTURE 2003 Conference, December 2003, ([europa.eu.int/comm/research/industrial_ technologies/pdf/policy_manufuture.pdf](http://europa.eu.int/comm/research/industrial_technologies/pdf/policy_manufuture.pdf)).

An Overview of the IMTI Roadmaps, IMTI, July 2000.

Intelligent Controls for Discrete Manufacturing, IMTI, January 1999.

Manufacturing Processes & Equipment, IMTI, July 2000.

Industrial Development Report 2004 – UNIDO, 2004, ISBN 92-1-106428-7.

Industrial Policy in Enlarged Europe, COM (2002) 714 final, ([europa.eu.int/comm/enterprise/enterprise_policy/ industry/communication_policy.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/enterprise_policy/industry/communication_policy.htm)).

C. Tokamanis, *Manufacture Platform 2005-2006*, Bucharest, July 2005.

Pictures of the Future, Siemens, Spring 2005.

APÉNDICE 1

Análisis socioeconómico detallado de los SWOT en la fabricación

A pesar de quedar retrasado con respecto a los EEUU en las inversiones en I y D y rendimiento general (en cuanto a patentes y comercio de alta tecnología), Europa es constantemente un líder mundial en cuanto a nivel de vida y cohesión social. Además, algunos países europeos están situados por encima de los EEUU en cuanto a los indicadores compuestos del rendimiento en una sociedad basada en el conocimiento. Estos países europeos tienen un conocido enfoque en la sostenibilidad y la cohesión social.

En la mayoría de los sectores, las comparaciones globales muestran que la industria manufacturera europea ha tenido y sigue teniendo éxito en mantener su liderazgo. Sin embargo, esta posición está amenazada por dos frentes. Por una parte, la industria de la UE se enfrenta a una competencia continua de las otras economías desarrolladas, particularmente en el sector de alta tecnología. Por otra parte, las economías con sueldos bajos están amenazando cada vez más a los sectores manufactureros más tradicionales.

Mientras que la búsqueda de nuevos paradigmas de producción podría significar una disrupción considerable, el no romper el modelo actual da origen a amenazas igualmente graves para la industria europea:

- La competencia con países con sueldos bajos en productos de consumo en masa y de mano de obra intensiva será cada vez más difícil para los fabricantes europeos.
- Los países europeos podrían recurrir a la delocalización si el entorno para el negocio e innovación no es suficientemente favorable²¹.
- Debe notarse que, en la UE-15, había notables diferencias entre los Estados Miembros individuales, como ya se mencionó. Después de la ampliación, el panorama industrial de la UE cambió considerablemente ya que la comunidad abarcó un grupo de países con economías de sueldos relativamente bajos pero con una considerable experiencia tecnológica.

Las implicaciones para la política industrial han sido comentadas en una comunicación de la UE "La Política Industrial en una Europa Ampliada"²² y en el grupo *MANUFUTURO*¹⁷ que identificó puntos fuertes y débiles adicionales de la industria europea, concretamente:

Puntos fuertes:

- La industria europea es moderna y competitiva en muchos aspectos. La mayoría de los sectores han hecho considerables esfuerzos para modernizar las infraestructuras de su producción e integrar nuevas formas de organización.
- Existe una cultura industrial duradera, con muchas grandes redes europeas, que enlazan con los suministradores, fabricantes, servicios y usuarios.

- Europa ha adoptado la dimensión del desarrollo sostenible. Una considerable inversión en la protección del medio ambiente, tecnologías limpias y procesos de producción que no dañan el medio ambiente han conducido a nuevos paradigmas de fabricación y de consumo. Esto podría impulsar la industria de la UE fuertemente, ofreciendo el potencial para ampliar y/o crear nuevos mercados.
- Las capacidades de investigación vanguardistas son disponibles en los Estados Miembros, conduciendo a altos niveles de generación de conocimientos y una reputación de excelencia científica.
- Aproximadamente el 99% de las empresas europeas son PYMEs, los cuales típicamente muestran mayor flexibilidad, agilidad, espíritu innovador e iniciativa empresarial que las organizaciones más monolíticas. Además, los PYMEs tienen tendencia a interactuar de una manera determinada entre la fuerte competencia y cooperación fructífera, lo cual ayuda a fomentar el proceso de lo que se ha llamado “co-opetition”.
- Las diferencias históricas y culturales entre los Estados miembros individuales y las regiones aportan una diversidad de puntos de vista y habilidades que pueden ser coordinados para producir soluciones novedosas.

Puntos débiles:

- El aumento de productividad en la industria manufacturera europea en general ha estado por debajo de los niveles de los EEUU en los últimos años. Los aumentos en la ICT y los gastos en nuevas tecnologías durante años parece que no se han transformado en aumentos en la productividad.
- La actividad innovadora en la UE es demasiado débil. Los informes de la Comisión del año 2001 y 2002 sobre la competitividad han identificado una actividad innovadora insuficiente y una floja difusión de nuevas tecnologías como determinantes clave de un bajo crecimiento de la productividad. La UE no padece una falta de ideas nuevas, pero no se le da bien transformarlas en nuevos procesos y productos. El análisis de la industria es que esto se debe a las condiciones marco para los fabricantes que están operando en Europa.
- La UE tiende a especializarse en industrias de tecnología media-alta y de capital intensivo y maduro, mientras que la competitividad en algunos de los segmentos del mayor valor añadido es menos alentadora.
- Los problemas estructurales en la economía Europa siguen siendo: la fragmentación de las actividades investigadoras, los obstáculos a la movilidad geográfica y las diferencias generalizadas de habilidades para muchas categorías de obreros.
- Aunque una característica tradicional de Europa ha sido un buen sistema de enseñanza de alto nivel, y el tiempo medio que la población activa pasa en la enseñanza ha aumentado constantemente, la UE actualmente está rindiendo menos que los EEUU y Japón. Los gastos en la enseñanza como porcentaje del PIB han ido

bajando constantemente, y potencialmente conducen a una debilidad a largo plazo. Existen amenazas también con países como la India.

- Otra característica de las empresas europeas es que la mayoría son PYMEs (93% microempresas, 6% pequeñas, menos del 1% medianas y solamente el 0.2% grandes). Como promedio, una empresa manufacturera proporciona empleo a 16 personas. Esta característica puede ser relacionada con oportunidades (flexibilidad, carácter innovador) pero también con debilidades (p.ej. impactos más pequeños de importación: los PYMEs exportan solamente el 13% del movimiento de mercancías, mientras que las grandes empresas ganan el 21% de su movimiento total del extranjero). Además, en cuanto a la investigación, los PYMEs están más interesados en actividades a corto plazo, en vez de compromisos a más largo plazo.

Un análisis económico del rendimiento manufacturero basado en los estudios OECD¹⁴ nos permite concluir que durante los últimos veinte años (1980-2000) la tasa de crecimiento mundial de fabricación estaba un poco por debajo de la del PIB (2.6% anual para MVA y 2.8% para el PIB), debido al aumento de peso de los servicios en las economías industriales maduras que todavía dominan la industria mundialmente.

CUADRO A1.1 *Definición y clasificación de economías en transición*⁸.

Definición:	
La economía que se desarrolla a partir de una economía planificada centralmente en una economía de mercado.	
Economías en transición en Europa y en la antigua Unión Soviética	
CEE	Albania, Bulgaria, Croacia, la República Checa, Macedonia, Hungría, Polonia, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia
Los Estados Bálticos	Estonia, Letonia, Lituania
CIS	Armenia, Azerbaiyán, Bielorrusia, Georgia, Kazajistán, Kirguizistán, Moldavia, Rusia, Tayikistán, Turkmenistán, Ucrania, Uzbekistán
Economías en transición en Asia	
Camboya, China, Laos, Vietnam	

En el mundo que se está desarrollando, la fabricación siguió aumentando su participación del PIB. El valor añadido de fabricación (MVA) en los países en vías de desarrollo superó el de las economías industrializadas y en transición. La participación del mundo en desarrollo del MVA global subió del 14% en 1980 al 24% en el año 2000. Las economías en transición (Véase el cuadro A1.1 para más detalles) sufrieron un gran descenso en la actividad industrial a principios del los años 1990, una consecuencia del shock de la liberalización rápida.

Los países industrializados siguen dominando la fabricación global pero están perdiendo terreno constantemente (Figura A1.1). Para el año 2000 suponían el 72% del MVA mundial; el 5 por ciento menos que en 1980. Es posible que continúe esta erosión –

quizás lo sorprendente es la lentitud con que esto ha venido ocurriendo -. Los ganadores son los países desarrollados, con su participación aumentando en 10 puntos (desde el 14 al 24%) Las economías en transición perdieron 5 puntos de porcentaje del total del MVA.

FIGURA A1.1 *Participaciones de MVA globales²¹.*

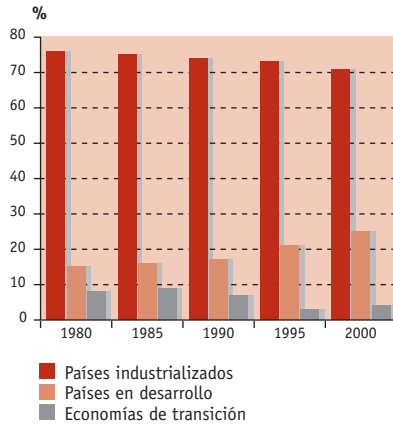
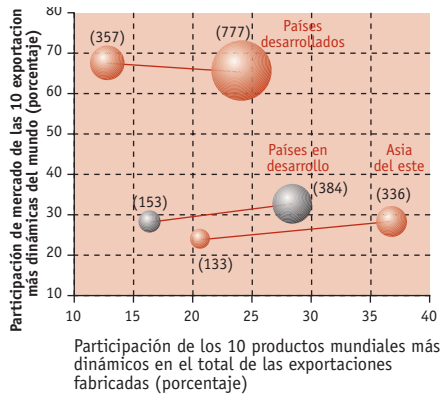


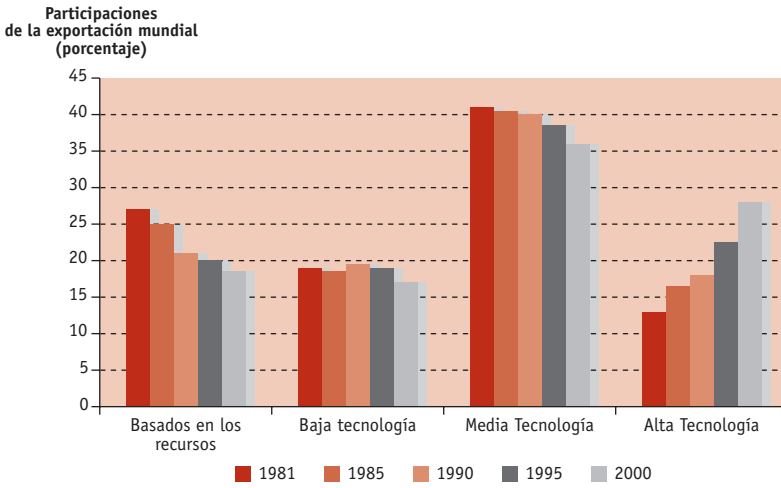
FIGURA A1.2 *Los países desarrollados.*



Tendencias parecidas aparecen en los datos sobre el desempleo donde la participación de la industria cayó del 33% en 1990 al 32% en 2001¹⁷.

En todos los lugares, la fabricación se está haciendo cada vez más internacionalizada. Las exportaciones han aumentado considerablemente más a prisa que el MVA, excepto a principios de los años 80 cuando ambos fueron más lentos. La cuota de mercado del mundo en vías de desarrollo se duplicó (del 13 al 27%) en 1980-2000. El mundo industrializado todavía representa más de dos terceras partes de las exportaciones fabricadas mundiales, pero si las tasas de crecimiento actuales se mantienen, el mundo en vías de desarrollo debería igualarlo en menos de dos décadas (Figura A1.3).

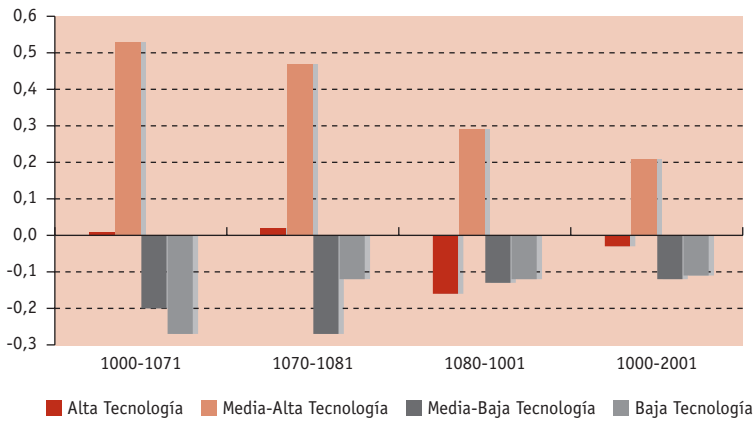
FIGURA A1.3 Estructura de la tecnología de las exportaciones fabricadas globales 1981-2000²¹.



El análisis de la estructura de la fabricación basada en el contenido tecnológico muestra claramente que en las economías industrializadas, la participación de la producción de media y alta tecnología en el valor añadido de fabricación subió del 59% en 1985 al 61% en 1988. Las cifras correspondientes en países en vías de desarrollo fueron 42.5% y 49% - mostrando claramente que el desequilibrio tecnológico entre Norte y Sur, aunque todavía está bastante grande, ha sido parcialmente erosionado.

Productos de tecnología media (MT), los productos de la “industria pesada” que son la mayor parte de la actividad industrial en las economías maduras, dominan las exportaciones mundiales de productos fabricados (Figura A1.3). Su participación, sin embargo, está menguando constantemente, igual que la de los productos basados en recursos (RB). Los productos de la tecnología baja (LT) ampliaron su participación ligeramente entre 1981 y 1990, pero luego la vieron reducirse. Los únicos “ganadores” consistentes fueron los productos de alta tecnología (HT), que empezaron en 1980 como la categoría más pequeña y terminaron en 2000 como la segunda más grande (con una participación del 28%). Los productos HT están encuadrados en la categoría que más rápidamente está creciendo tanto en los países industrializados como los en vías de desarrollo, dentro de todos los sub-periodos. Las exportaciones de productos RB y LT se han ralentizado considerablemente durante un tiempo para los países ricos.

FIGURA A1.4 *Especialización del comercio de los UE-15 en intensidad tecnológica*²¹.



En general, la fabricación había llegado a ser más enfocada hacia la exportación desde 1980, pero la participación de exportación/producción solamente subió 7 puntos de porcentaje para la fabricación total comparado con los 17 puntos para la fabricación HT.

En cuanto a la especialización del comercio, los puntos fuertes de la UE están concentrados en los sectores de tecnología media-alta (Figura A1.4), y son compensados por los puntos débiles en todos los demás niveles de la tecnología. Aunque las características generales de las pautas comerciales son estables desde los últimos treinta años, es interesante ver que la desventaja comparativa en los productos de alta tecnología solamente emergió en los años 80 y fue prácticamente eliminada durante los años 90.

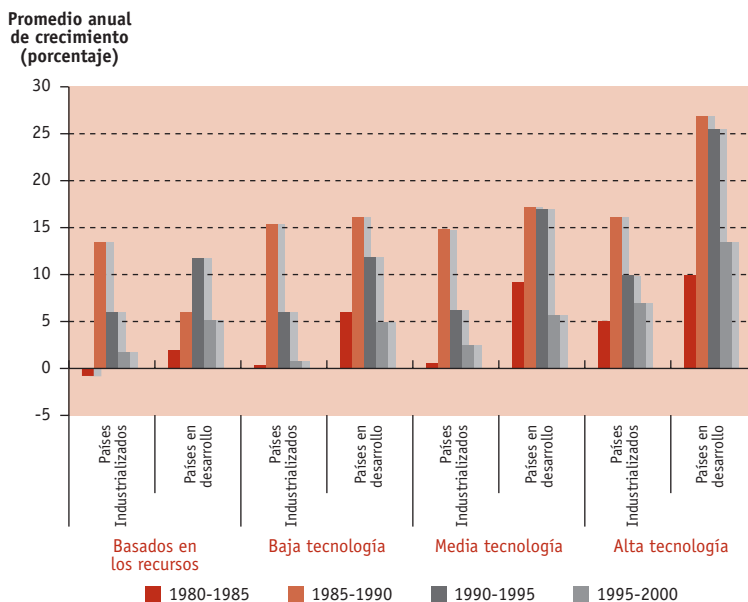
Vale la pena señalar que, durante este periodo, algunos países en vías de desarrollo han desarrollado unas capacidades domésticas considerables en la alta tecnología (Figura A1.5), liderados por las maduras economías tigres del Este Asiático, la República de Corea y Taiwán.

Los cincuenta productos más dinámicos en las exportaciones mundiales de mercancías en los años 1990 representaban el 38% de la totalidad de las exportaciones de mercancías en 1990 y el 50% en 2000 (Figura A1.6). Crecieron a un 9.4% al año durante la década comparado con el 6.4% de la totalidad de las exportaciones y el 6.6% para las exportaciones fabricadas.

La lista tiene productos de todas las categorías tecnológicas, incluyendo productos primarios, pero, como muestra la Figura A1.6, predominan los productos de tecnología intensiva. Los productos primarios solamente representaban el 14% del valor total en el año 2000, y de esto el crudo y el gas representaban el 97%. Dentro de los fabricados, los productos RB basados en minerales representaban el 13% del valor de los cincuenta productos en el año 2000, comparado con el 16% en 1990. El “grupo de la moda” (textiles, ropa y calzado), el grupo de interés principal para muchos países en vías de

desarrollo, solamente representaban el 4% del valor en el año 2000, un poco menos del 5% en 1990. En el grupo MT, el sub-grupo de ingeniería tiene los productos más dinámicos, con el 13% del valor total en el año 2000.

FIGURA A1.5 *Crecimiento anual de las exportaciones fabricadas, por categoría tecnológica y grupos económicos, 1980-2000²¹.*



Fuente: Base de datos Tablero UNDO.

Cada grupo tecnológico dentro de la fabricación ha perdido cuota comparado con la categoría HT, reflejando las tendencias en las exportaciones globales, ya que los productos HT crecieron considerablemente más rápido que otros productos dinámicos. Como consecuencia, han aumentado su participación del total de los cincuenta principales del 39% al 50% durante 1990-2000. Representaron el 25% de la totalidad de las exportaciones fabricadas para el año 2000, una subida del 15% comparado con diez años antes.

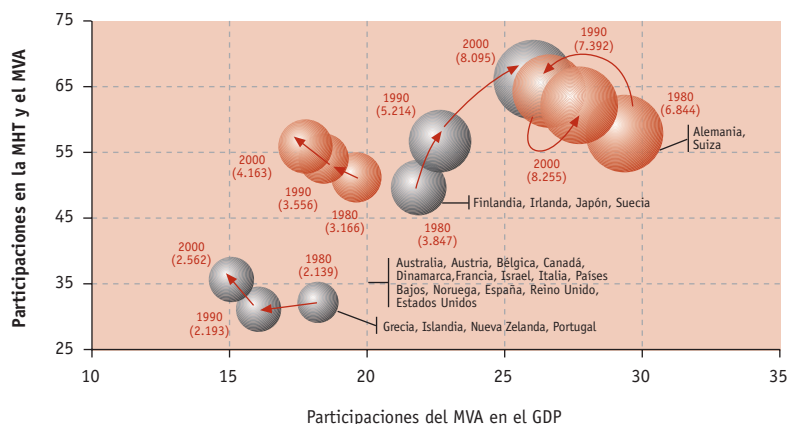
FIGURA A1.6 *Las 50 exportaciones del mundo con más rápido crecimiento, 1990-2000*²¹.

Grupo de artículos de consumo	1990		2000		Tasa de Crecimiento 1990-2000 (porcentaje)
	Valor de las exportaciones (millones de \$)	Acciones (porcentaje)	Valor de las exportaciones (millones de \$)	Acciones (porcentaje)	
Un total de 50 productos	1.167.240,1	100,0	2.874.428,8	100,0	9,4
Primarios	190.188,8	16,3	411.104,1	14,3	8,0
o/con petróleo & gas	185.138,0	15,9	339.587,0	13,9	8,0
Fabricados	977.051,3	100,0	2.463.324,7	100,0	9,7
Basados en los recursos	173.225,1	17,7	358.571,7	14,6	7,5
Basados en la agricultura	20.192,9	2,1	42.528,6	1,7	7,7
Basados en los minerales	153.032,2	15,7	316.043,1	12,8	7,5
Baja tecnología	160.219,5	16,4	332.585,2	13,5	7,6
Moda	49.318,3	5,0	104.430,0	4,2	7,8
Otras exportaciones de baja tecnología	110.901,1	11,4	228.155,1	9,3	7,5
Media tecnología	258.538,6	26,5	551.247,6	22,4	7,9
Automoción	52.506,1	5,4	104.354,2	4,2	7,1
Procesos	59.140,4	6,1	118.991,3	4,8	7,2
Ingeniería	146.892,0	15,0	327.902,1	13,3	8,4
Alta tecnología	383.078,2	39,2	1.218.920,2	49,5	12,3
Electrónica	299.366,6	30,6	1.001.742,0	40,7	12,8
Otras exportaciones de alta tecnología	83.711,6	8,6	217.178,2	8,8	10,0
Todas las exportaciones	3.072.385,3		5.692.357,2		6,4
Todas las exportaciones fabricadas	2.576.443,5		4.883.038,7		6,6

Fuente: Base de datos Tablero UNDO.

Esta tendencia tiene implicaciones para los países en vías de desarrollo, ya que más del 80% del valor de los productos dinámicos HT sale de la electrónica, y casi el 40% de las exportaciones de la electrónica ahora sale del mundo en vías de desarrollo. Este es un producto que parece que está muy bien adaptado para impulsar las exportaciones de los países pobres: está creciendo rápidamente en el comercio mundial, se ajusta a los ingresos, puede proporcionar unos beneficios tecnológicos y de spill over enormes y sus procesos pueden ser segmentados fácilmente. Sin embargo, el proceso de segmentación hasta ahora ha avanzado en unos pocos países: los Tigres del Este Asiático (incluyendo cada vez más a China), México y Costa Rica. Está extendiéndose a algunos países del Este de Europa y al Norte de África, pero el principal sistema de producción parece que está en el Este Asiático. Las perspectivas para que se extienda a otras regiones no están nada claras. Algunas actividades MT forman una parte principal de la fabricación en la mayoría de los países con maduros sectores industriales. Esto sugiere que el mayor impulsor del crecimiento de la tecnología media-alta (MHT) es la tecnología alta más que la media.

FIGURA A1.7 *Análisis agrupado de la producción manufacturera en los países industrializados 1980,1990 y 2000²¹.*



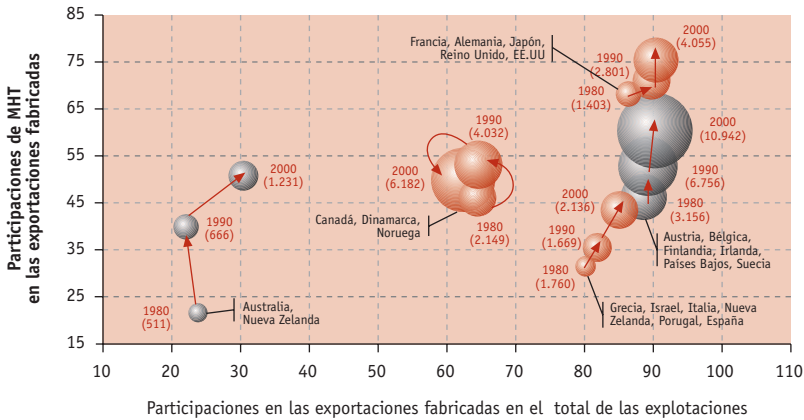
Fuente: Base de datos Tablero UNDO (ver parte 2 de las notas técnicas).

Nota: Los globos y los números entre paréntesis indican el MVA en dólares per cápita.

La industria manufacturera se está haciendo menos desigual en el mundo en general y en el mundo en vías de desarrollo – en el segundo a un ritmo considerablemente más rápido que en el primero. Las Figuras A1.7 y A1.8 muestran, respectivamente, para los países industrializados y desarrollados, la evolución de los modelos nacionales de rendimiento industrial y de exportación por niveles de rendimiento tomando dos características del rendimiento MVA: la participación de la MHT en MVA y la contribución de MVA al PIB. Los grupos muestran países agrupados por la similitud de los dos variables mientras que el tamaño de la burbuja muestra el valor medio del MVA per capita para cada grupo.

Al ver la Figura A1.7 está claro que hay una gran diversidad dentro del mundo industrializado, con las economías más débiles muy detrás de los líderes. En el mundo industrializado, Suiza y Alemania forman un grupo con el medio MVA más alto per capita en los tres años; la participación del MVA en el PIB en este grupo cae durante 1980-1990 pero sube durante 1990-2000 mientras que la participación de la MHT en el MVA sube en el primero y baja ligeramente en el segundo. El grupo segundo agrupa a cuatro economías bastante diversas: dos relativamente recién llegadas que han subido rápidamente en la clasificación CIP – Irlanda y Finlandia – y dos economías industriales maduras con una clasificación estable: Japón y Suecia. Este grupo ha mejorado su estructura MVA en los dos ejes. El tercer grupo tiene economías maduras como el Reino Unido, los EEUU, Francia y los Países Bajos junto con recién llegados como Israel y España. En este, la participación del MVA en ingresos cae a un ritmo constante mientras que la complejidad del MVA sube. Finalmente, hay un grupo de países ricos menos industrializados con valores medios bajos para ambos parámetros.

FIGURA A1.8 *Análisis agrupado de las exportaciones fabricadas en los países desarrollados, 1980, 1990 y 2000²¹.*



La Figura A1.8 muestra los resultados de la exportación que consideran la participación de productos fabricados en la totalidad de las exportaciones y la participación de la MHT en las exportaciones fabricadas.

En el mundo industrializado, el grupo líder por valor de exportaciones fabricadas per capita incluye siete pequeños países europeos, incluyendo Irlanda y Finlandia, junto con los exportadores consolidados como Suiza, los Países Bajos y Suecia. El grupo tiene participaciones muy altas de productos fabricados en exportaciones y ha subido la escalera de la complejidad a un ritmo constante. El segundo grupo, con Noruega, Canadá y Dinamarca, tiene valores altos de exportaciones per capita pero se ha estancado en cuanto a mejora. El tercer grupo incluye los poderes industriales maduros y líderes (Francia, Alemania, Japón, el Reino Unido y los EEUU). Tiene la estructura de exportación más compleja y valores muy altos de productos fabricados en exportaciones. Sin embargo, dado el tamaño de muchas de estas economías, los valores de exportaciones per capita están relativamente bajos. El cuarto grupo – Italia, Israel y España – se especializa en exportaciones fabricadas y ha tenido una rápida mejora tecnológica (aunque de niveles bajos) junto con bajos valores de exportaciones per capita. El quinto grupo – Australia e Islandia – muestra una mejora rápida de la estructura tecnológica pero pocas participaciones de productos fabricados en la totalidad de las exportaciones y bajos valores de exportaciones per capita.

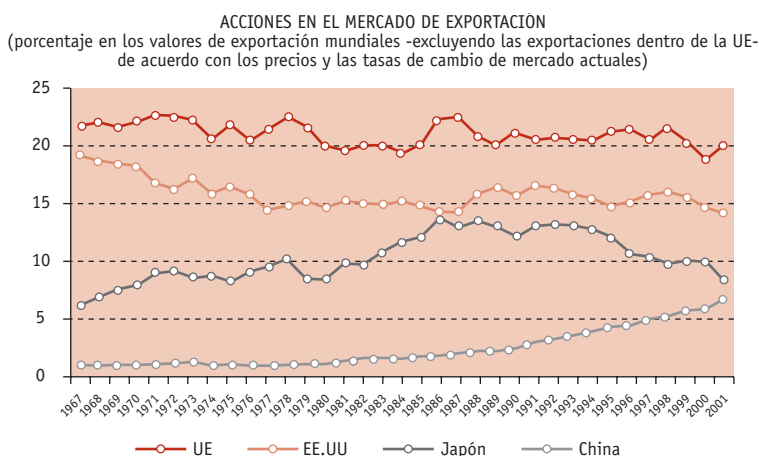
La UE y los EEUU son aún los principales exportadores, pero su participación ha disminuido gradualmente en las últimas décadas (Figura A1.9).

Asia, y China en particular, se están convirtiendo en un poder cada vez más poderoso en el mercado global. El sector industrial de China es el más grande del mundo en vías de desarrollo desde hace bastante tiempo y su dominio ha aumentado con el tiempo. Y no estaba concentrada solamente en sencillas actividades de baja tecnología; su

participación más alta estaba en productos MHT, y es aquí donde sus exportaciones estaban creciendo más rápidamente. Su participación en el MVA del mundo en vías de desarrollo creció del 10% al 19% en productos RB, del 14% al 18% en productos LT y del 15% al 21% en productos MHT. Su índice de crecimiento anual del MVA durante 1980-2000 (11,1%) fue más del doble en comparación con el del mundo en vías de desarrollo (5,4%) y casi cinco veces más que el del mundo industrializado (2,3%).

Pero, aunque el éxodo de puestos de trabajo menos cualificados a países de sueldos más bajos es inevitable, muchos expertos prevén beneficios positivos para la economía mundial en conjunto ya que las importaciones de maquinaria son particularmente importantes para producir las mercancías exportadas. Por ejemplo, en China sus importaciones fabricadas son casi tan grandes como sus exportaciones.

FIGURA A1.9 *Acciones en el mercado de exportación*²¹.



Los factores que impedirán que China mantenga un gran excedente comercial incluyen un mercado doméstico creciente, que seguirá generando una demanda para importaciones, y una capacidad técnica rezagada que llevará tiempo remediar. La liberalización comercial acelerará la modernización de las empresas e inducirá a una mayor especialización. Mientras el aumento en las exportaciones chinas es una gran amenaza competitiva para muchos países, esto no quiere decir que el crecimiento económico de China dañe forzosamente las economías rivales. Sus importaciones de materias primas, productos intermedios, componentes y productos acabados están subiendo tan rápidamente como sus exportaciones. La única categoría tecnológica donde tuvo un excedente fue en baja tecnología; en todas las demás funcionaba como catalizador de exportaciones de otros países. Además, sirviendo de base de montaje para exportaciones a otras zonas, principalmente los EEUU y Europa, fortaleció la competitividad de sus vecinos con sueldos más altos. El resultado dependerá de lo bien y lo rápido que las economías rivales reestructuren sus sectores industriales con respecto a China.

La amenaza competitiva más directa de China surge en los productos de mano de obra intensiva, particularmente textiles, ropa y calzado, y aquí afecta a las economías con niveles de sueldos parecidos. Para estas economías el resultado depende de si pueden especializarse en productos nichos, desarrollar otras áreas de competitividad o colaborar con China animando a sus empresas a aprovecharse de su mano de obra según los sueldos van subiendo en China.

La producción y las exportaciones dentro de las corporaciones multinacionales (MNCs), como en la electrónica, están más protegidas de la amenaza competitiva de China ya que las empresas líderes organizan el sistema de manera que diferentes segmentos están situados en diferentes países.

De lo que no cabe duda es que China empujará una reestructuración significativa de la fabricación en el mundo en vías de desarrollo, y que también afectará a los países industriales maduros.

La India también prevé la perspectiva de coger una participación considerable del comercio de contratación de fabricación global, la cual se espera que se triplique para finales de la década. Con los recursos naturales y bajos costes de R&D, la India tiene la ventaja de generar conceptos integrados así como realizarlos dentro de su entorno¹⁰.

Un peligro incuestionable son los posibles esfuerzos juntos de China y la India hacia la formación de un mercado común.

El análisis socio-económico de los SWOT en la fabricación se resume en la Sección 2.2 de este informe.

APÉNDICE 2

Tabla de áreas de investigación relevante
a medio plazo sobre la fabricación

Materiales y Procesos Nuevos para la Fabricación¹⁸⁻²⁰

TABLA A2.1 *Temas de investigación relevantes sobre nuevos materiales, procesos y productos para la fabricación.*

Nuevos Materiales, Procesos y Productos en la Fabricación

Materiales híbridos y nanoestructurados	<ul style="list-style-type: none"> · Nanomateriales con nuevas características p.ej. resistente al rayado, materiales autorreparadores, sustitutos para aditivos. Poco peso – de alta resistencia, etc. · Nanosensores y nanodispositivos. · Nanomanipuladores e interfaces. · Biosensores para dispositivos de control: Sensores de ADN. · Materiales inteligentes y multifuncionales para mejor rendimiento de instrumentos. · Materiales híbridos y componentes (integrando dispositivos biotecnológicos).
Polímeros nuevos	<ul style="list-style-type: none"> · Biopolímeros (p.ej. para una sustitución de polietileno. Ácido poliláctico. · Polímeros biodegradables. · Polímeros para sustituir la silicona por componentes electrónicos. · Polímeros para diodos emisores de luz y visualizaciones.
Catalizadores nuevos	<ul style="list-style-type: none"> · Catalizadores nanoestructurados. · Bio-catalizadores y enzimáticos. · Destilación catalítica.
Otros materiales	<ul style="list-style-type: none"> · Materiales para todo el ciclo de vida: desmontaje, reciclaje, gestión de residuos. · Materiales inteligentes que podrían actuar como sensores por diseño. · Nuevos materiales para juntar tecnologías. · Materiales ligeros (metales, polímeros, fibras de vidrio/carbono y compuestos) en diseño, manejo en producción, reciclabilidad, y desmontaje. · Materiales de aluminio y magnesio para la fabricación.
Nueva tecnología del proceso	<ul style="list-style-type: none"> · Fabricación y sistemas de control flexibles: sistema de apoyo de decisiones. · Interfaces humanas/tecnológicas (p.ej. plataformas comunes para gestión de datos para estimulación. Almacenaje de datos). · Nueva generación de instrumentación para análisis, control, manipulación y fabricación a nanoescala (p.ej. nanometrología). · Apoyo de ingeniería para la caracterización, pruebas, escalamiento y eco-diseño. · Sistemas expertos de apoyo de decisiones interactivos. · Diseño reconfigurable (para hacer los agentes compatibles con las nuevas máquinas reconfigurables). · Tecnología de monitorización e informática distribuida. · Tecnología de los sensores. · Procesos finales como hydro forming. · Intensificación de plantas y procesos.

Nuevos procesos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología de las membranas. • Tecnología de micro reacción. • Tecnología de alta producción. • Reducir los pasos de producción en procesos químicos • Nuevos bio-procesos: utilizar plantas como reactores químicos (ingeniería química). • Química estereoselectiva (quiral). • Proteómica y genómica para productos farmacéuticos y aplicaciones de atención sanitaria.
Procesos para mejorar el reciclaje y uso de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías de procesamiento para todo el ciclo de vida de los productos incluyendo desmontaje, reciclaje, gestión de residuos. • Diseño para la cadena de suministro de bucle cerrado. • Eco-diseño de sistemas de productos-servicios con sensores incrustados. • Optimización los procesos de desmontaje/desmontaje inteligente/reciclaje.
Nueva tecnología de diseño de productos y procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de procesos de producción de bajo coste de capital. • Laboratorios de realidad virtual. • Nueva estructura de procesos (plataformas, módulos, servicios). • Producción distribuida: lugares más pequeños de montaje final, locales. • Nuevos procesos de visualización – visualización dentro de redes distribuidas. • Diseño modular para productos y producción • Ingeniería financiera para plantas: modelos de construir y operar.

Sistemas de Información para la Fabricación¹⁸⁻²⁰

TABLA A2.2 *Temas de investigación relevantes sobre los sistemas de información para la fabricación.*

Diseño, Definición e Intercambio de Datos

Diseño de Productos	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de productos y simulación analítica totalmente automatizada y >10X más rápido. • Creación de prototipos virtuales guiados por modelos para optimizar los diseños para rendimiento, producibilidad y función. • Diseños y procesos de diseño documentados y convalidados utilizando bases de conocimientos compartidos entre empresas e industrias. • Todos los elementos adecuados de empresa participan en el proceso de diseño.
Definición del Producto y Gestión de la Configuración	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de conocimientos de productos entrelazadas para servir a todos los elementos de empresa. • Modelos funcionales y de rendimiento integrados y controlados para cada etapa del ciclo de vida del producto. • Las bases de conocimientos contienen datos geométricos y no geométricos en formas (modelos) que pueden visualizarse, compartirse e interconectarse fácilmente.

Diseño, Definición e Intercambio de Datos (Continuación)

Intercambio de la Información sobre los productos	<ul style="list-style-type: none"> · Los datos de los productos se intercambian y se comparten mundialmente de manera transparente durante todas las etapas de su ciclo de vida. · Las bibliotecas de productos permiten una colaboración entre individuos, elementos de empresa y socios de empresas extendidas. · Datos transferibles mediante un cambio de información mínimamente redundante en tiempo real.
---	---

Planificación y Ejecución de la Fabricación

Diseño de Procesos y Definición	<ul style="list-style-type: none"> · IPPD madurada en la Realización Integrada del Producto y planificación y planificación del proceso para la totalidad del ciclo de vida incluyendo su reubicación final (p.ej. reciclar). · Lenguajes de proceso comunes y esquemas de catalogación de conocimientos. · Creación de prototipos virtuales y convalidación de procesos y equipos. · Asesores de diseño de “mejores prácticas” para optimizar los diseños del proceso.
Planificación y Programación del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> · Gestión Integrada de Recursos de Empresa (ERM) utilizando una planificación de proceso generadora a nivel de controlador para producir modelos. · Modelos de simulación utilizados para optimizar los planes del proceso y los requisitos de los recursos. · Modificación adaptativa espontánea de los planes del proceso, basada en la cantidad de trabajo, disponibilidad de equipos, plantilla, otros factores.
Monitorización y Control del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> · Monitorización, control y optimización en tiempo real de procesos y equipos, tanto como elementos individuales como sistemas integrados, tanto en toda la fábrica como en toda la empresa. · Datos del rendimiento operativo enlazado automáticamente al sistema de información de empresa para una visión continua del rendimiento y captación de las lecciones aprendidas.
Gestión y Control de la Planta de Producción	<ul style="list-style-type: none"> · Programación y control de la planta de producción autónoma basada en agentes. · Sistemas de concienciación de la situación que avisan a los gerentes del estado de la fábrica y alertan de las tendencias y asuntos. · Planificadores reactivos que proporcionan nuevos planes para optimizar el uso de recursos cuando cambian las condiciones o los requisitos.

Gestión de Recursos de Empresa

Sensibilidad del cliente	<ul style="list-style-type: none"> · Sistema de pedido directo cliente- fabricante para partidas arancelarias. · Participación directa del cliente en el diseño como miembro de los equipos IPPD. · Apoyo postproducción exhaustivo (p.ej.:uso, mantenimiento/ reparación, reingeniería, reutilización, reciclaje).
--------------------------	--

Gestión de Recursos de Empresa (Continuación)

Gestión de Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none">· Adecuación muy rápida de las personas y habilidades adecuadas a las necesidades de la empresa.· Una visión clara de los requisitos actuales y futuros de habilidades y conocimientos.· La gestión de la cadena de suministro de conocimientos será una competencia esencial.· Herramientas integradas para apoyar la creación y operación de equipos colaboradores.
Gestión y Control Financiero	<ul style="list-style-type: none">· Visión continua en tiempo real del rendimiento financiero a todos los niveles (producto, operación de unidad, departamento, etc.).· Conocimientos financieros, un parámetro estándar del diseño del producto.
Gestión de Bienes y Materiales	<ul style="list-style-type: none">· Gestión dinámica de activos que puedan rápidamente adecuar los bienes a los requisitos por la empresa extendida.· Técnicas de evaluación para inmovilizado inmaterial.
Gestión de la Cadena de Suministro	<ul style="list-style-type: none">· La participación de empresa vista como una parte transparente de múltiples cadenas de suministro.· Interoperabilidad de empresa extendida.· Central de depósito nacional para identificar las competencias de núcleo de empresa.
Sensibilidad del Interesado	<ul style="list-style-type: none">· Sistemas de información de empresa enlazados con los datos datos y requisitos de los interesados.· Fabricación inversa para el desmontaje, restauración, reciclaje, etc es una práctica normal.

Infraestructura de Información Generadora

Productos y Procesos	<ul style="list-style-type: none">· Sistemas de ambiente inteligentes/incrustados.· Sistemas ubicuitos y penetrantes.· Actualizar software/función con sistema de comunicación inalámbrico.· Sistema de ayudante de dispositivo y producto.· Gestión de información y sistemas de comunicación.· Sistemas de experto, Sistemas Borrosos y Redes Neuronales (para explotar conocimientos tácitos y para integrar diferentes tipos de conocimientos eficazmente).· Soluciones ocultas de software.· Técnicas avanzadas de software (p.ej. para aumentar la capacidad del procesamiento de información y para reducir el número de agentes).
Sistemas informáticos y de red	<ul style="list-style-type: none">· Acceso en tiempo real a la información y conocimientos necesitados.· Pérdida de datos cero en transacciones; solamente se transfieren datos "net change".· Comunicaciones de datos seguras.· Dispositivos informáticos dominantes.

Infraestructura de Información Generadora (Continuación)

Servicios comunes de Información	<ul style="list-style-type: none"> · Sistemas de información auto-organizadores, reconfigurables y modulares. · Interoperabilidad de sistemas usuarios y herramientas del suministrador.
Almacenes de Conocimientos de Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> · Información específica para la empresa a petición. · Información “cross domain” disponible fácilmente. · Uso de estructura de datos comunes y depósitos de datos a nivel nacional. · Métodos estandarizados globalmente para depósitos multi-dominio y de empresa.
Herramientas y Generadores Compartidos	<ul style="list-style-type: none"> · Apoyo de decisión como parte integral de todos los sistemas de información. · Ayudas de decisión inteligente que se comunican en un lenguaje sencillo y acceso necesitado para datos internos y externos. · Capacidades para el auto-aprendizaje y el auto curación mantienen frescas a las herramientas para el apoyo a la decisión.

Modelamiento y Simulación¹⁸⁻²⁰

TABLA A2.3 *Temas de investigación relevantes sobre el modelamiento y la simulación.*

Modelamiento del Producto & Funciones de Simulación

Representación Física	<ul style="list-style-type: none"> · Modelos orientados hacia el objeto y apoyados en un enfoque de características, escalable desde niveles micro a macro y conteniendo toda la información del producto. · Interoperabilidad total entre los modelos físicos. · Enlace directo a los sistemas de creación de prototipo. · Modelamiento y simulación en colaboración, utilizando entornos integrados.
Rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> · Asesores de diseño del rendimiento y optimización rápida y automática del mismo. · Modelamiento del rendimiento y herramientas de asesoramiento enchufe-compatible con los sistemas de diseño. · Análisis de rendimiento multivariante.
Coste/Capacidad de Adquisición	<ul style="list-style-type: none"> · Datos de costes disponibles sobre comodidades y costes post marketing del ciclo de vida. · Modelamiento de coste basado en el rendimiento. · Modelos de coste en toda la empresa.
Producibilidad	<ul style="list-style-type: none"> · Alternativas de producibilidad modelados automáticamente durante todas las fases de desarrollo; agentes autónomos para rastrear cambios relacionados con la producibilidad para productos. · Modelos de producibilidad que interoperan con otros modelos técnicos y comerciales.

Modelamiento del Producto & Funciones de Simulación (Continuación)

Consideraciones sobre el Ciclo de Vida	<ul style="list-style-type: none">· Módulos analíticos de apoyo y de medio ambiente incluidos en o interconectados con el producto.· Aplicaciones M y S.· Todas las consideraciones sobre el ciclo de vida incluidas en los modelos del producto, tales como reciclaje, desmontaje e eliminación.
--	---

Modelamiento del Proceso y Funciones de Simulación

Tecnologías para la monitorización y seguridad	<ul style="list-style-type: none">· Tele-prevención y telemantenimiento/mantenimiento a distancia.· Marcación, seguimiento y monitorización de productos y materiales.· Seguridad de información/tecnología de codificación.· Sistemas de información.· Tarjetas inteligentes para identificación, pagos y acceso.· Soluciones que permitan la interoperabilidad de sistemas de seguridad.· Soluciones para la protección de datos personales/acceso/monitorización.
Procesamiento de Materiales	<ul style="list-style-type: none">· Creación automatizada del modelo del proceso desde modelos de diseño y datos de empresa.· Modelos convalidados basados en la ciencia para todos los materiales.· Depósito de modelos para su reutilización.· Marco abierto y universal para normas M y S y interoperabilidad de modelos.· Análisis distribuido y sistemas de simulación en colaboración apoyando empresas manufactureras distribuidas mundialmente.
Montaje/Desmontaje/ Nuevo Montaje	<ul style="list-style-type: none">· Sistema VR inmersivo para montaje, modelamiento y simulación con optimización automatizada.· Enlaces integrados a sistemas de producción para resolver problemas en tiempo real, respuesta a cambios y optimización en toda la empresa y cadena de suministros.
Calidad, Prueba y evaluación	<ul style="list-style-type: none">· Sistema virtual para modelamiento de prueba y de evaluación acoplado a bases de conocimientos de prueba y evaluación.· Generación de modelos automatizada desde especificaciones.
Embalaje	<ul style="list-style-type: none">· Sistema virtual on-line para embalaje de modelos, incluyendo las repercusiones medioambientales.
Re-fabricación	<ul style="list-style-type: none">· Módulos de “técnica retroactiva” para optimizar el rendimiento del ciclo de vida, y la reutilización.· Aplicaciones robustas integrando todos los aspectos de la re-fabricación en el producto inicial y en las etapas del diseño del proceso.

Modelamiento de Empresa y Funciones de Simulación

Posicionamiento estratégico	<ul style="list-style-type: none">· Modelos de decisión estratégicos con enlaces de datos en tiempo real.· Modelamiento y simulación fácil y transparente.
-----------------------------	---

Modelamiento de Empresa y Funciones de Simulación (Continuación)

Evaluación de Mercado y Posicionamiento	<ul style="list-style-type: none"> Modelos específicos del dominio con enlaces a fuentes de información internas y externas. Modelos extensos y herramientas para evaluar el mercado.
Gestión de Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de riesgo específico del dominio y de la función. Evaluación de riesgo y modelos para evitarlo
Gestión Financiera/de Costes	<ul style="list-style-type: none"> Modelamiento de costes de predicción. Modelos integrados de costes y rentabilidad
Gestión de Recursos	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de recursos en toda la empresa. Modelos de recursos de empresa extendida
Gestión de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de impacto de calidad y herramientas de trade-off. La calidad ya no es un discriminador – todo excelente.
Gestión de Arquitectura de Empresas	<ul style="list-style-type: none"> Arquitecturas genéricas de empresa, métrica y herramientas de modelamiento. Modelos completos de arquitectura de empresa.
Gestión de Empresas Extendidas	<ul style="list-style-type: none"> Técnicas para funciones de modelamiento en toda la cadena de suministro. Gestión de conocimientos automatizada en toda la empresa extendida.
Gestión de Recursos de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas y normas para la construcción de modelos e integración. Modelos de gestión de recursos a fondo
Gestión de rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> Técnicas precisas de recopilación de datos para la construcción de modelos. Modelos de simulación auto-optimizadores.
Operaciones de Fábrica	<ul style="list-style-type: none"> Técnicas de recopilación de datos, normas y marcos. Modelos virtuales de fábrica utilizando datos en tiempo real. Modelamiento y herramientas para apoyar el diseño, operación de instalación y mantenimiento de infraestructuras y sistemas novedosas. Simulación de sistemas integrados de fábrica vertical. Sustitución de sensores por herramientas de simulación. Técnicas de diseño molecular, química combinatoria. Modelamiento y simulación del control avanzado en toda la planta.
Gestión de la Infraestructura de las Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> Taxonomías normales y modelos de infraestructura genérica. Modelos de rendimiento y control físico integrados.

Procesos y Equipos de Fabricación¹⁸⁻²⁰

TABLA A2.4 *Temas de investigación relevantes sobre los procesos y equipos manufactureros.*

Infraestructura de Apoyo

Apoyo para el ciclo de Vida del Producto	<ul style="list-style-type: none"> Productos diseñados para apoyar el ciclo de vida. Herramientas para el desmontaje y clasificación. El productor es responsable del planteamiento del producto.
--	--

Gestión de Residuos

- Los diseños del producto minimizan la repercusión medioambiental.
- El productor es responsable de todos las corrientes de desechos.
- Procesos de producción con desechos cero: instalaciones con emisiones cero y parques industriales de reciclaje con bucle cerrado.

Nuevas fuentes de energía y materias primas, tecnología de las pilas de combustible

- Sistema de almacenaje de hidrógeno de a bordo para seguridad y funcionalidad.
- Pila de combustible/hidrógeno.
- Tecnología de pilas de combustión, producción a gran escala.
- Sistemas de combustible e infraestructura limpios (suministro limpio de energía).
- Industria química: metano, metanol y materias primas de dióxido de carbono.
- Bio-materias primas(p.ej. maíz para la producción de polímeros – ácido poliláctico).
- Recursos de energía renovables (es decir, molinos de viento, células solares).
- Tecnología de pilas. Tecnología de celdas fotovoltaicas.

Gestión y Manejo de Material

- Sistemas de auto diagnóstico.
- Sistemas autónomos, reconfigurables y flexibles para el manejo de material.

Equipo de Procesos e Instalaciones, Operaciones y Mantenimiento

- Equipo e instalaciones inteligentes.
- Mantenimiento auto-diagnóstico y de autorregeneración.
- Sistema tolerante a fallos.
- Instalaciones auto-configurantes y rápidamente reconfigurables.

Equipo y Componentes de Control

- Equipo modular de fabricación con controles inteligentes de arquitectura abierta, tolerante a fallos, basados en modelos.
- Impulsores mejorados.

Preparación de Materiales

Aspectos Generales

- Materiales compartidos, bases de datos de las propiedades.
- Variabilidad significativamente reducida entre y dentro de lotes de reproducción.
- Nuevos materiales basados en la ingeniería molecular
- Modelos de materiales basados en la ciencia para el control del diseño y del proceso.
- Procesamiento sin desechos.
- Capacidad para monitorizar el procesamiento en espacio tridimensional.
- Materiales de auto-montaje.
- Materiales de banda ancha insensibles a cambios físicos y medioambientales.

Procesamiento del Producto/Materiales

Aspectos Generales	<ul style="list-style-type: none"> · Sistemas asesores basados en conocimientos para procesos y herramientas. · Procesos de poco consumo y no dañinos para el medio ambiente. · Depósitos nacionales de modelos de procesos basados en la ciencia. · Productos finales de especificaciones de ingeniería. · Eliminación de reelaboración. · Rendimiento del ciclo de vida optimizado.
Transformación de Materiales	<ul style="list-style-type: none"> · Procesos de transformación tridimensionales precisos basados en medición directa y control. · Procesos de transformación miniaturizados.
Formación de Materiales	<ul style="list-style-type: none"> · Eliminación de fabricación por matriz. · Procesos precisos tridimensionales de formación sin herramientas. · Sistemas de formación de multimateriales.
Eliminación de Materiales	<ul style="list-style-type: none"> · Mejora del orden de magnitud en la precisión de máquinas-herramientas y repetibilidad. · Eliminación de materiales a alta velocidad; procesos de eliminación de moléculas. · Máquinas-herramientas de autodiagnóstico/autorregeneración. · Procesos sin lubricantes ni refrigerantes.
Adición de materiales y Deposición	<ul style="list-style-type: none"> · Fabricación de piezas sólidas de forma libre. · Fabricación de piezas de materiales híbridos y de gradiente.
Acabado de Materiales y Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> · Eliminación de procesos de operación de acabado para propósitos de corrección. · Procesos de acabado benignos con el medio ambiente.

Montaje

Configuración, Alineación y Orientación	<ul style="list-style-type: none"> · Equipo y sistemas de montaje reconfigurables y flexibles. · Técnicas DFA automatizadas. · Procesos de montaje optimizados sin cierre con ayudas cognitivas del montaje. · Sistemas de montaje inteligentes y autoconfigurantes.
Conexión Física	<ul style="list-style-type: none"> · Monitorización y control en tiempo real de los procesos de conexión. · Procesos de conexión física sin defectos.

Pruebas, Inspección y Convalidación

Pre.Proceso	<ul style="list-style-type: none"> · Caracterización a alta velocidad de materiales y componentes de entrada. · Materiales y componentes con datos de prueba e inspección autónomos.
En-Proceso	<ul style="list-style-type: none"> · Compensación de error integrada en los controles de la máquina. · Todas las operaciones de fabricación contienen monitorización y procesos de inspección enproceso.

Pruebas, Inspección y Convalidación (Continuación)

Pos-Proceso	<ul style="list-style-type: none">• Muchas de las inspecciones pos-proceso eliminadas.• Los productos tendrán datos de monitorización, inspección y de prueba autónomos.
Todas las Fases	<ul style="list-style-type: none">• Productos y procesos de autodiagnóstico con metrología incrustada.• Mejoría de orden de magnitud en la precisión de pruebas e inspecciones y costes.• Prueba e inspección a nivel atómico.• Tecnologías avanzadas de sensores, fusión de sensores y procesamiento de señales.

Embalaje

Preparación de envío	<ul style="list-style-type: none">• Consideraciones de embalaje y envío como una parte integral del proceso de diseño.• Embalaje “verde” y reciclaje total de los materiales del embalaje.• Embalaje con monitorización integral de la condición del producto.
Comercialización y Etiquetado	<ul style="list-style-type: none">• Etiquetado y marcación fácil de encontrar para piezas micro- fabricadas.• Etiquetas inteligentes con información del producto incrustada para su utilización, condición e historial manufacturero.

113

Integración de las Empresas 18-20

TABLA A2.5 *Temas de investigación relevantes sobre la integración de las empresas.*

Realización Integrada del Producto y Gestión del Ciclo de Vida

Gestión de la Realización del Producto	<ul style="list-style-type: none">• Aplicaciones de empresa para la gestión de optimización, seguimiento de dependencia e incertidumbre.• Rebotes de la inteligencia artificial.
Definición del Concepto y Optimización	<ul style="list-style-type: none">• Prototipos virtuales en tiempo real, evaluados y optimizados.• Voz del cliente integrada con el proceso de evaluación conceptual• Conectividad e interoperabilidad de las necesidades y capacidades del producto y diseño automatizado de las necesidades.• Actualización y optimización on-line del diseño conceptual.
Diseño detallado y Optimización	<ul style="list-style-type: none">• IPPD institucionalizado con “cockpits” automatizados y juego de herramientas para optimizar el diseño del producto y el proceso en toda la empresa extendida.• Diseño del producto/proceso basado en excelentes conocimientos captados y datos pronosticados y en tiempo real.• Producto representado como un solo objeto, incluyendo todos los datos relacionados con el negocio/recursos y sobre el diseño y el proceso.
Ejecución de la Fabricación	<ul style="list-style-type: none">• Optimizado continuamente, ejecución y operación de empresa en tiempo real utilizando el modelo de empresa como controlador adoptivo de fabricación.• Los “Cockpits” de ejecución de la fabricación proporcionan una visibilidad continua y ayudan a tomar las mejores decisiones basadas en la concienciación de la situación de la empresa.• Equipos e instalaciones adoptivos autointegrantes.

Realización Integrada del Producto y Gestión del Ciclo de Vida (Continuación)

Distribución del Producto y Apoyo	<ul style="list-style-type: none"> · Fabricación/montaje en el lugar de utilización: encaminamiento en tiempo real de pedidos para el cumplimiento de la distribución desde "nodos" de fabricación. "Productos inteligentes" apoyan la fiabilidad del apoyo al ciclo de vida (instrucciones de uso, diagnóstico automático, reparación automático).
-----------------------------------	--

Recuperación del Producto, Desmontaje y Reutilización	<ul style="list-style-type: none"> · Acciones del ciclo de vida pre-programados dentro del producto. · Localización extendida y responsabilidad de los fabricantes para con los productos. · Cámaras de compensación que proporcionan acceso abierto a información sobre reutilización y reciclaje. · Fabricación retroactiva/logística inversa.
---	--

Operaciones Comerciales

Gestión de Empresa	<ul style="list-style-type: none"> · Marcos comerciales integrados y sistemas ERM que facilitan la realización del producto interoperable y las operaciones comerciales. · Planificación y toma de decisiones basados en la integración y análisis de datos precisos en tiempo real.
--------------------	--

Interacción entre Cliente y la Parte Interesada	<ul style="list-style-type: none"> · El cliente necesita quedar satisfecho de una manera rentable y con buena relación entre el coste y la eficacia, utilizando todas las capacidades de la empresa extendida. · Creación de mercado basada en la capacidad del proceso integrado, modelo de empresa y unos conocimientos de futuras tecnologías y condiciones del mercado.
---	---

Gestión Administrativa	<ul style="list-style-type: none"> · Herramientas de modelamiento de bienes que permiten una distribución dinámica de recursos en toda la empresa extendida. · Comercio Electrónico Maduro: compartiendo completa y automáticamente la información comercial y técnica con socios de empresa.
------------------------	---

Cadena de Suministros y Gestión de Materiales	<ul style="list-style-type: none"> · Sistemas mutiempresariales ERM que operan transparentemente en toda la empresa extendida virtual. · Tecnologías de protección de datos que permiten a los agentes ERM "rondar" por las redes en toda la empresa extendida. · Mecanismo para la racionalización electrónica y flexible en tiempo real para una respuesta dinámica a la oportunidad de mercado. · Acceso disponible y fluido a las capacidades necesarias. · Sistemas de optimización logísticos. · Logística para la gestión de la flota y mantenimiento del producto. · Sistemas de gestión de la logística integrados con las necesidades manufactureras en toda la empresa extendida. · Métodos de diseño para el servicio de venta de utilización.
---	--

Generadoras de la Infraestructura

Planificación y Análisis de Integración	<ul style="list-style-type: none">· Arquitecturas de referencia generalmente aceptadas en toda la empresa.· Selección óptima de arquitecturas (técnicas, comerciales, etc.) adecuadas para la estrategia comercial de la empresa virtual.· Configuración de empresas operadoras basada en la definición de las necesidades y los recursos del producto actuales y proyectados.
Infraestructura de Comunicaciones/Informática	<ul style="list-style-type: none">· Redes globales omnipresentes con una capacidad y velocidad virtualmente infinitas.· Conectividad e interoperabilidad de toda la información en toda la empresa extendida.· Relaciones de empresa virtuales generadas en tiempo real, con una evaluación certificada y documentada de formalidad, estado financiero y riesgo.
Sistemas Interoperables	<ul style="list-style-type: none">· Sistemas emergentes que se definen a sí mismos proporcionan interoperabilidad mediante la comprensión de las estructuras de los conocimientos.· Integración de “islas de integración”.· Depósitos abiertos de toda la información necesitada por aplicaciones posteriores, sin tener en cuenta fuentes de propiedad.· Montaje automático de sistemas funcionales desde hardware tipo “enchufar y listo” y módulos de software.
Gestión de Conocimientos	<ul style="list-style-type: none">· Acceso global a datos globales, información, conocimiento, y sabiduría en todos los sectores industriales.· Captación de conocimientos habitualmente disponibles e implantados con éxito.· Conocimientos colectivos captados desde los procesos de la empresa, la experiencia y nuevas percepciones.· Extracción de procesos de cotas desde los depósitos de conocimientos globales para funciones específicas.
Mano de Obra Activada y Aumentada	<ul style="list-style-type: none">· Mezcla tipo “Mejor Emparejamiento” de aptitudes de los empleados aumentadas y preparadas para las nuevas oportunidades mediante formación dirigida y apoyo a través del conocimiento.· Formación “Just in Time” a través de la enseñanza inteligente y sistemas orientadores - Sistemas de conocimientos que ayudan a los trabajadores a lograr su máximo potencial y a llegar al cambio con éxito.· Trabajadores incentivados para hacer una contribución positiva y para que permanezcan en las empresas que valoren y compensen su contribución.
