



Tendencias y  
aplicaciones de los

# Sistemas Embebidos en España

Estudio de Prospectiva



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, TURISMO  
Y COMERCIO



Fundación **OPTI**  
Observatorio de  
Prospectiva Tecnológica  
Industrial

Fundación OPTI  
Montalbán, 3. 2º Dcha.  
28014 Madrid  
Tel: 91 781 00 76  
Fax: 91 575 18 96  
<http://www.opti.org>



El presente Estudio de Prospectiva Tecnológica ha sido realizado por la Fundación OPTI y la Fundación ASCAMM.

Documento elaborado por:

- Cristina Arilla. Fundación ASCAMM
- Laura Arribas. Fundación ASCAMM

La Fundación OPTI y la Fundación ASCAMM agradecen sinceramente la colaboración ofrecida por la comunidad científica y empresarial para la realización de este informe, y en especial al Panel de Expertos que se detalla en el Anexo I.

© Fundación OPTI y Fundación ASCAMM  
Diseño y maquetación: Paco Sánchez Diseño Gráfico  
Fecha: Septiembre 2009  
Depósito Legal: M-36.195-2009

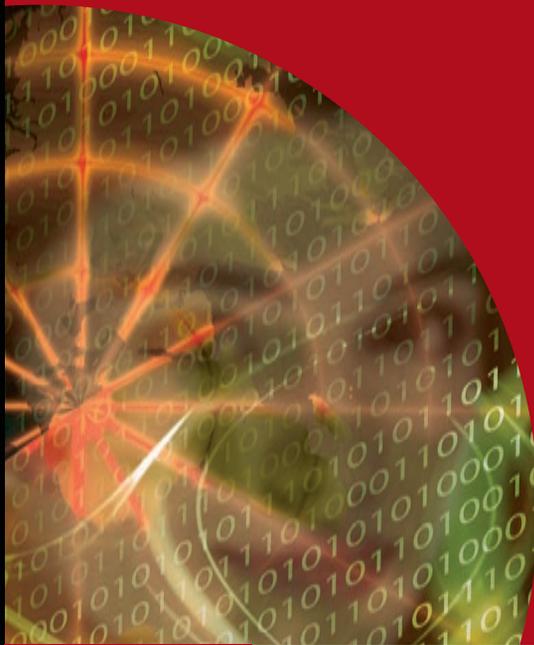


# Índice

PRÓLOGO .....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	9
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Los temas del cuestionario.....	12
3.2 Variables del cuestionario.....	12
4. RESULTADOS GENERALES DEL ESTUDIO .....	13
4.1 Distribución de la participación .....	14
4.2 Nivel de conocimiento de los encuestados .....	15
4.3 Grado de importancia.....	17
4.4 Fecha de materialización.....	17
4.5 Grado de aplicación.....	18
4.6 Posición de España.....	19
4.7 Principales barreras.....	19



<b>5. SELECCIÓN DE LAS TENDENCIAS MÁS IMPORTANTES.....</b>	<b>21</b>	7.5 Energía.....	59
<b>6. TECNOLOGÍAS.....</b>	<b>23</b>	7.6 Bienes de consumo .....	62
6.1 Diseños de referencia y arquitecturas.....	23	7.7 Medioambiente .....	65
6.2 Conectividad y Middleware.....	29	7.8 Fuerzas de seguridad.....	68
6.3 Métodos, herramientas y procesos para el diseño de sistemas.....	35	<b>8. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>73</b>
<b>7. ÁREAS DE APLICACIÓN.....</b>	<b>41</b>	<b>ANEXO I: LISTADO DE MIEMBROS DEL PANEL DE EXPERTOS.....</b>	<b>77</b>
7.1 Medios de transporte.....	41	<b>ANEXO II: CUESTIONARIO.....</b>	<b>79</b>
7.1.1 Tendencias generales.....	43	<b>ANEXO III: CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DEL GRADO DE IMPORTANCIA, APLICACIÓN Y COMPETITIVIDAD .....</b>	<b>109</b>
7.1.2 Sector Aeroespacial .....	43	Índice del Grado de Importancia (IGI).....	109
7.1.3 Sector Ferroviario.....	45	Índice del Grado de Aplicación (IGA).....	110
7.1.4 Sector Automoción.....	46	Índice del Grado de Posición de España (IGP).....	111
7.2 Salud .....	49	<b>ANEXO IV: REFERENCIAS.....</b>	<b>113</b>
7.3 Automatización industrial .....	53		
7.4 Infraestructura pública y Servicios .....	56		



# Prólogo

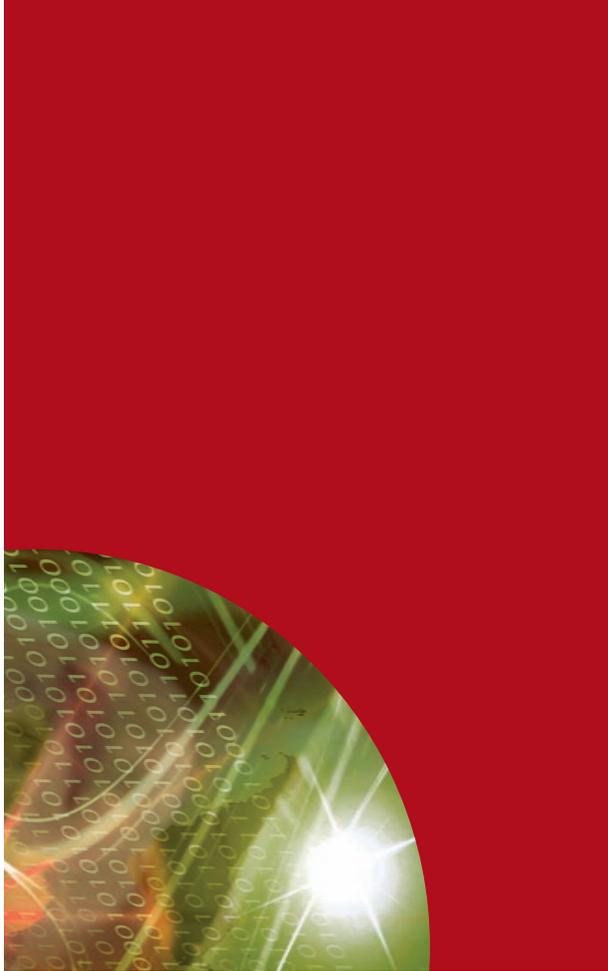
Este estudio de Prospectiva sobre Sistemas Embebidos se enmarca dentro de los trabajos que la Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI) viene realizando desde 1998.

Para su ejecución se ha contado con la participación de la Fundación ASCAMM, que ha sido la responsable de dirigir y ejecutar el estudio.

Fundación OPTI y Fundación ASCAMM agradecen sinceramente la colaboración ofrecida por la comunidad científica y empresarial para la realización de este estudio, y en especial al Panel de Expertos que se detalla en el Anexo I.







# 1. Introducción

Actualmente, ante los retos que presenta la globalización y la fuerte presión de los mercados emergentes, todos los sectores están inmersos en una espiral de esfuerzos que les permitan aumentar sus cuotas de competitividad.

La gran aplicabilidad de los Sistemas Embebidos en cualquier ámbito sectorial, así como el valor añadido que aportan los mismos a los productos que los contienen, hace que el desarrollo de estos sistemas sea un área estratégica preferente para muchas empresas que buscan precisamente este aumento de su competitividad.

Así, los Sistemas Embebidos van a jugar un papel vital en nuestra sociedad y se supone revolucionarán los sectores de actividad, como son el sector médico, el de medios de transporte o el de automatización industrial, entre otros.

Un sistema embebido consiste en un sistema de computación cuyo hardware y software están específicamente diseñados y optimizados para resolver un problema concreto eficientemente. El término "embebido" (también se le conoce como "empotrado") hace referencia al hecho que la electrónica o el sistema electrónico de control es una parte integral del sistema en que se encuentra. La característica principal que diferencia a los "embebidos" de los demás sistemas electrónicos es que, por estar insertados dentro del dispositivo que controlan, están sujetos en mayor medida a cumplir requisitos de tamaño, fiabilidad, consumo y coste, y su existencia puede no ser aparente. Algunos ejemplos de Sistemas Embebidos son los sistemas de información integrados en automóviles, trenes o aviones, y controladores de procesos en sistemas de producción industrial.



La importancia que están adquiriendo los Sistemas Embebidos es indiscutible. De cumplirse los pronósticos actuales, el volumen de mercado mundial de estos sistemas será de 194 billones de euros en 2010.

El campo de los Sistemas Embebidos ha sido considerado de una importancia estratégica para Europa. Estos Sistemas aportan valor añadido a los productos y, cada vez más, son los responsables de las mejoras introducidas en términos de innovación y competitividad.

Actualmente, Europa es el máximo representante en este campo, donde se espera que este año 2009 el porcentaje de inversión en I+D en Sistemas Embebidos sobre el total de la inversión en I+D sea del 14%. Aun así, esta posición ventajosa puede perderse a favor de los Estados Unidos o de algunos países asiáticos. Los Estados Unidos tienden a utilizar los resultados de los Sistemas Embebidos obtenidos en las aplicaciones militares e industriales y los países asiáticos poseen un amplio mercado nacional y el know-how tecnológico en fabricación que ponen en peligro

la posición de liderazgo europea. Europa, por otro lado, posee una elevada cualificación profesional en este ámbito, unos mercados desarrollados y una buena infraestructura.

Una parte de esta infraestructura la conforman las plataformas europeas relacionadas con los Sistemas Embebidos. Las más destacadas son la Plataforma ARTEMIS y la Plataforma ENIAC, cuyos contenidos son los más horizontales dentro de este sector. De este modo se ha conseguido crear una gran red de contactos que facilita la transferencia de conocimiento y potencia la colaboración a nivel europeo. Su importancia en el marco europeo es tal que llega a influir en la toma de decisiones de las líneas de investigación.

Dadas estas condiciones favorables, España puede tener un papel muy representativo en el campo de los Sistemas Embebidos, para lo cual será necesario tener en cuenta una serie de tendencias y recomendaciones, cuya elaboración ha sido la finalidad del presente estudio de prospectiva.



## 2. Objetivos del Estudio

Siendo tan significativa la importancia estratégica de los Sistemas Embebidos para el desarrollo económico de las sociedades avanzadas, conviene que España no pierda la oportunidad de sumarse a este esfuerzo colectivo europeo. Es necesario establecer las bases y una visión de futuro que permitan asegurar el liderazgo en tecnologías embebidas, trasladando este liderazgo a la empresa en la generación de nuevos productos.

Es precisamente por la importancia que tiene el tema tratado para la industria española por lo que se ha decidido realizar el presente estudio de prospectiva, el cual identifica las tendencias emergentes que probablemente serán de mayor relevancia en el campo de los Sistemas Embebidos en los próximos años.

El estudio pretende servir de material de reflexión para todos aquéllos que desde diversos ámbitos trabajan en el campo objeto del mismo.

Con todo ello, la Fundación OPTI cumple uno de sus objetivos fundacionales, al proporcionar información de utilidad para que los responsables de la toma de decisiones tanto en las empresas como en la Administración, puedan elaborar las estrategias de actuación más convenientes para afrontar los retos que se avecinan.

El objetivo principal del estudio ha sido el desarrollar una visión de futuro de los Sistemas Embebidos desde un enfoque tecnológico y de sus ámbitos de aplicación, determinando las principales tendencias a corto, medio y largo plazo.

Asimismo, se han recomendado estrategias que permitan la consecución de los temas planteados.

De esta manera, este estudio servirá de documento base a todo el que pueda estar implicado, desde las Administraciones y los Centros Públicos de Investigación hasta la propia industria, en la toma de decisiones de carácter estratégico en el ámbito de los Sistemas Embebidos.





## 3. Metodología

Para la realización de este estudio se ha seguido una metodología de trabajo consistente en las siguientes etapas:

**Síntesis documental.** Como información de partida para la preparación del presente informe, se analizó diversa documentación que permitió identificar las áreas científico-tecnológicas consideradas clave para el futuro desarrollo de los Sistemas Embebidos, así como sus principales áreas de aplicación.

**Panel de expertos.** Paralelamente al análisis documental inicial, se seleccionó y convocó un Panel de Expertos (*Ver Anexo I*), con la colaboración del cual se redactaron las hipótesis a tratar en el estudio y se confeccionó un cuestionario. Para ello, cada uno de los expertos miembros del panel planteó una serie de temas referentes a su área de conocimiento, formulándolos en términos de afirmaciones de futuro. Además de la selección de tendencias, y tal y como se verá a continuación, dicho panel también tuvo como objetivos la selección de expertos para contestar el cuestionario, la validación del análisis estadístico de los resultados del cuestionario y la elaboración de conclusiones y recomendaciones.

**Encuesta.** Se trata de valorar mediante cuestionario el grado de importancia de las hipótesis seleccionadas como críticas, así como estimar su fecha de materialización, su esperado grado de aplicación, la posición competitiva de España respecto a otros países y las principales barreras para su materialización. A partir de las afirmaciones de futuro se elaboró un cuestionario que quedó finalmente formado por un total de 112 hipótesis (*ver Anexo II*).

Por último, cada experto propuso personas que pudieran responder el cuestionario, las respuestas de las cuales permitirían contrastar sus opiniones. El objetivo consistía en seleccionar una población lo más heterogénea posible en cuanto a procedencia profesional y distribución geográfica. De este modo los resultados obtenidos tienen una mayor validez a escala territorial y recogen las opiniones de diferentes ámbitos, muchas veces poco conectados entre sí (Industrial, Académico, Organismos Públicos de Investigación, etc.). Bajo solicitud de los responsables del estudio, la encuesta se hizo llegar también a todos los miembros de la Plataforma PROMETEO (Plataforma Tecnológica Española de Sistemas con Inteligencia Integrada).

**Análisis estadístico de la encuesta.** Esta fase consiste en la realización de la síntesis de resultados y análisis estadístico, junto con la explicación de desviaciones y extracción de conclusiones de los cuestionarios recibidos.

**Conclusiones y redacción del informe final.** En una segunda reunión del Panel de Expertos se validaron los resultados estadísticos y se elaboraron las conclusiones y recomendaciones que se recogen en este documento.



### 3.1 Los temas del cuestionario

Las hipótesis tratadas en el cuestionario fueron propuestas y consensuadas por el Panel de Expertos, el cual intentó recoger en las mismas las tendencias más importantes que acontecerán en el ámbito de los Sistemas Embebidos en los próximos años. Las 112 hipótesis recogidas, que abarcan un amplio espectro de tecnologías y sectores de aplicación de los Sistemas Embebidos, fueron estructuradas en 11 grandes bloques temáticos que permitieron dotar al cuestionario de un orden que facilitara la respuesta a las personas encuestadas.

Los **bloques temáticos** en los que se agruparon las hipótesis son los que siguen:

#### TECNOLOGÍAS

- Diseños de referencia y Arquitecturas
- Conectividad y Middleware
- Métodos, Herramientas y Procesos para el Diseño de Sistemas

#### ÁREAS DE APLICACIÓN

- Medios de transporte (General / Aeroespacial / Ferroviario / Automoción)
- Salud
- Automatización Industrial
- Infraestructura pública y Servicios
- Energía
- Bienes de Consumo
- Medioambiente
- Fuerzas de Seguridad

En el Anexo II se puede consultar la lista completa de las 112 hipótesis, divididas por bloques temáticos.

### 3.2 Variables del cuestionario

Para cada una de las 112 hipótesis en estudio se plantearon una serie de variables sobre las que el encuestado debía elegir entre los valores propuestos para cada una de ellas:

**Nivel de Conocimiento:** Valoración individual que cada encuestado realiza sobre su nivel de conocimiento en el tema tratado.

Valores ► (Alto / Medio / Bajo).

**Grado de Importancia:** Nivel de importancia de la hipótesis planteada.

Valores ► (Alto / Medio / Bajo / Irrelevante).

**Fecha de materialización:** Se refiere al momento en que se estima que el tema propuesto se va a llevar a cabo. El horizonte temporal abarca hasta más allá del año 2026 y fue dividido en tramos de cinco años. También se incluyó la opción de “Nunca” para el caso en que se opinara que no llegará a implantarse.

Valores ► (2009-2014 / 2015-2020 / 2021-2025 / >2026 / Nunca)

**Grado de Aplicación:** Indica a qué nivel será implantada esta tendencia en España.

Valores ► (Gran Escala / Media / Testimonial / No se aplicará)

**Posición de España:** Posición actual de España respecto al país/países líderes en esta tendencia.

Valores ► (Líder / Avanzada / Media / Atrasada)

**Principales Barreras:** En este punto se solicitaba a los encuestados que escogieran hasta tres de los tipos de posibles barreras que se prevé dificultarán la materialización de cada una de las tendencias.

Valores ► (Técnicas para el desarrollo / Técnicas para la implantación / Económicas para el desarrollo / Económicas para la implantación / Legislativas)

## 4. Resultados Generales del Estudio

A partir de los temas que el Panel de Expertos consideró como más relevantes, se realizó un cuestionario que fue enviado a un total de 230 expertos en Sistemas Embebidos de diferentes ámbitos. La procedencia profesional de los encuestados fue diversa e incluyó personas de la Industria, Universidad, Centros Tecnológicos, Organismos Públicos de Investigación y Administración. Asimismo, también fue diversa la procedencia geográfica de los mismos, estando representadas prácticamente todas las Comunidades Autónomas españolas.

A continuación se recogen los principales resultados del análisis estadístico general.

Número de cuestionarios enviados: **230**

Número de cuestionarios respondidos: **69**

Tasa de respuesta del cuestionario: **30%**



## 4.1 Distribución de la participación

La **procedencia profesional** de los encuestados y sus índices de respuesta quedan recogidos a continuación:

TABLA 1. **DISTRIBUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN POR PROCEDENCIA PROFESIONAL**

Procedencia	Enviados	Respuestas	Índice respuesta	Índice respuesta sobre el total
Administración	4	1	25,0%	1,5%
Centro Tecnológico	25	10	40,0%	14,5%
Empresa	117	33	28,2%	47,8%
Universidad	78	21	26,9%	30,4%
Organismo público de investigación	6	4	66,7%	5,8%

FIGURA 1

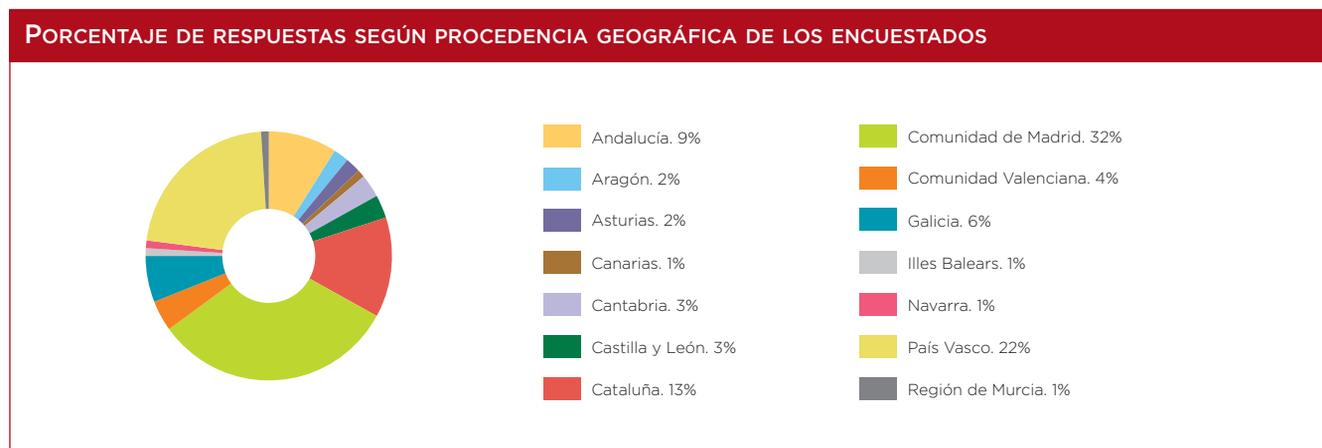


La distribución de la participación según la procedencia profesional está muy polarizada, ya que casi la mitad de las respuestas corresponden al ámbito industrial, mientras que la otra mitad está repartida entre la universidad, los centros tecnológicos, los organismos públicos de investigación y las administraciones públicas en menor porcentaje. Es importante destacar el hecho que todos los ámbitos profesionales están representados en mayor o menor medida, así como el elevado porcentaje de respuesta procedente de la industria, hecho poco habitual en este tipo de estudios.

La **procedencia geográfica** de los expertos que respondieron al cuestionario fue, como ya se ha comentado, muy diversa, estando representadas casi todas las Comunidades Autónomas.

En el siguiente gráfico se pueden observar los porcentajes de participación en relación a la procedencia geográfica de los encuestados.

FIGURA 2



La población de expertos que respondió a la encuesta está compuesta por aproximadamente, un 7,3% de mujeres y un 92,7% de hombres, con una **edad media** comprendida entre los 30 y los 50 años.

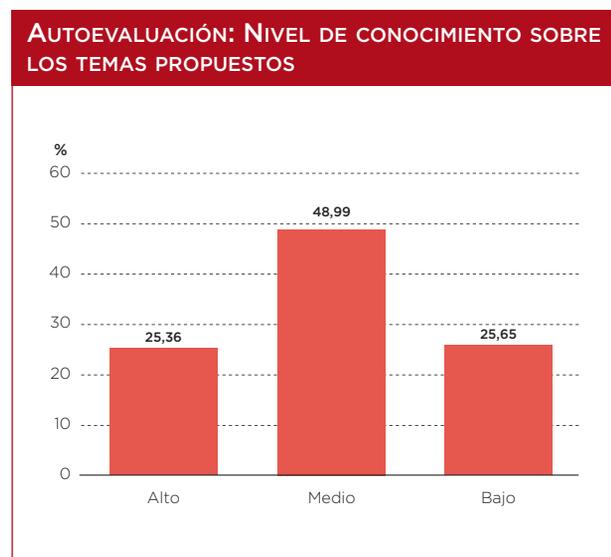
## 4.2 Nivel de conocimiento de los encuestados

Aparte de los datos generales solicitados a los expertos al inicio del cuestionario (procedencia profesional, geográfica, sexo y edad), para cada uno de los temas en estudio se solicitaba al encuestado que valorara su **nivel de conocimiento** sobre el tema propuesto entre tres posibles valores (Alto - Medio - Bajo).

Aproximadamente el 49% de los encuestados declaró tener un conocimiento medio de los temas propuestos, el 25,36% un conocimiento alto y un 25,65% un conocimiento bajo.

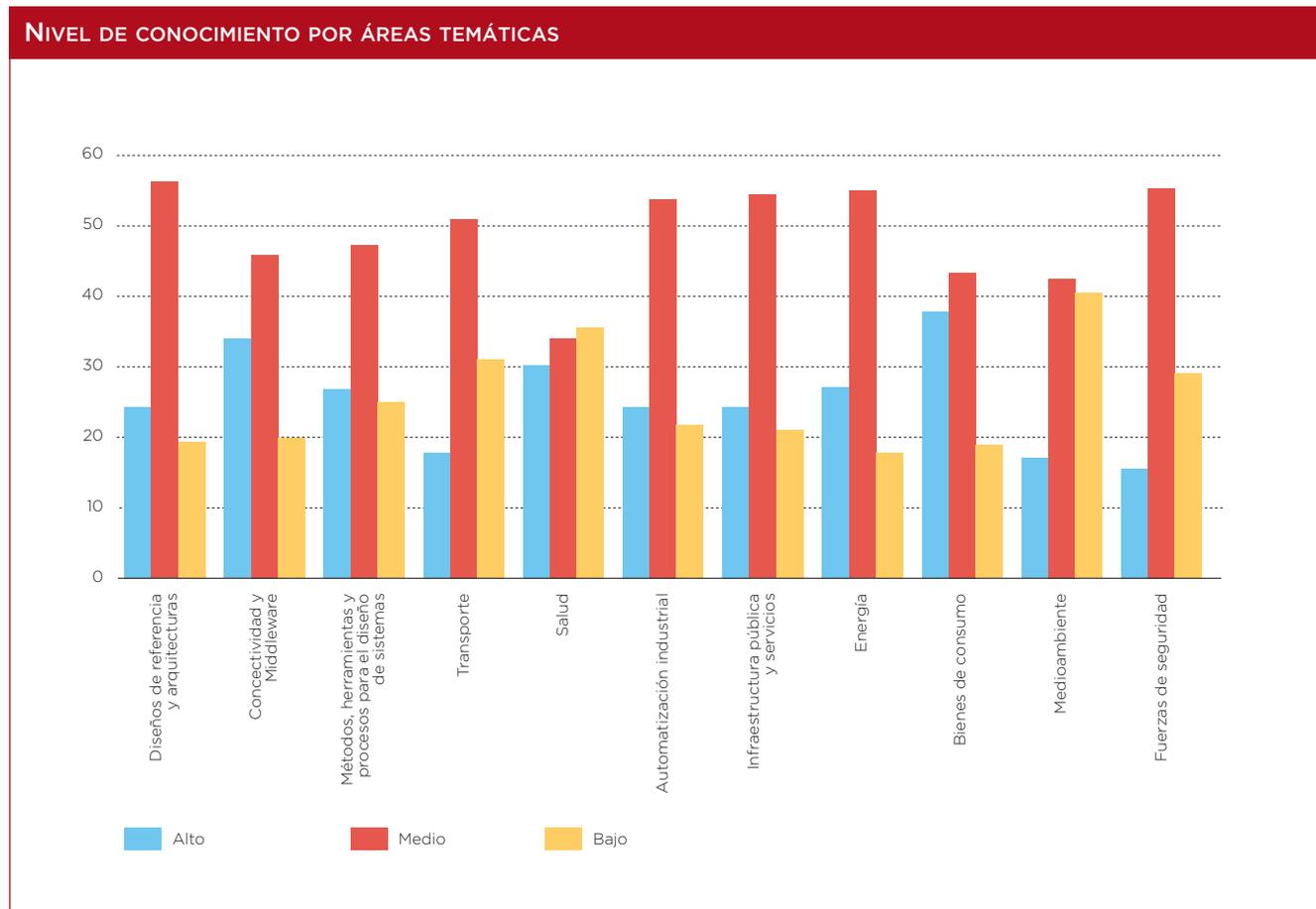
El alto índice de conocimiento sobre los temas propuestos a estudio muestra la elevada aptitud que los expertos seleccionados consideran tener.

FIGURA 3



En el siguiente gráfico se detallan los niveles de conocimiento de los expertos por áreas temáticas:

FIGURA 4



Como se puede observar, el nivel de conocimiento sobre las áreas temáticas planteadas pone nuevamente de manifiesto el elevado grado de conocimiento que los encuestados consideran tener. El bloque te-

mático Medioambiente es en el que un mayor porcentaje de expertos declararon poseer un nivel de conocimiento bajo. En el área de Salud los tres niveles de conocimiento han quedado muy igualados.



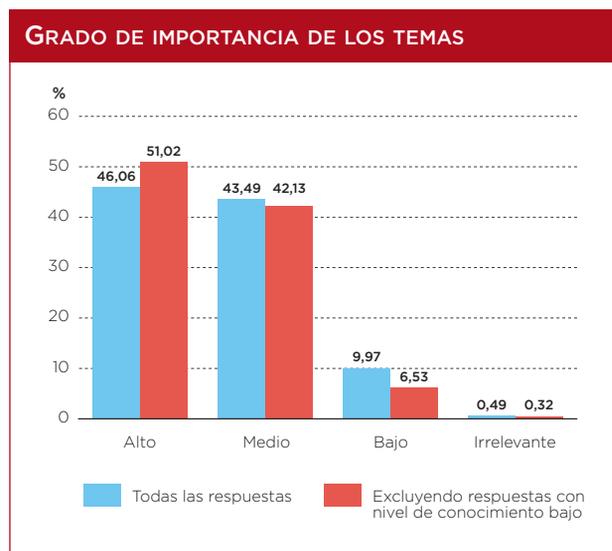
### 4.3 Grado de importancia

Para cada uno de los temas planteados, y posteriormente a la autoevaluación del encuestado, la siguiente pregunta del cuestionario hizo referencia al grado de importancia otorgado por los expertos a cada uno de los temas planteados.

Los valores eran los siguientes: (Alto - Medio - Bajo - Irrelevante)

Los resultados generales para el conjunto de los temas planteados son los que se representan en el gráfico adjunto.

FIGURA 5



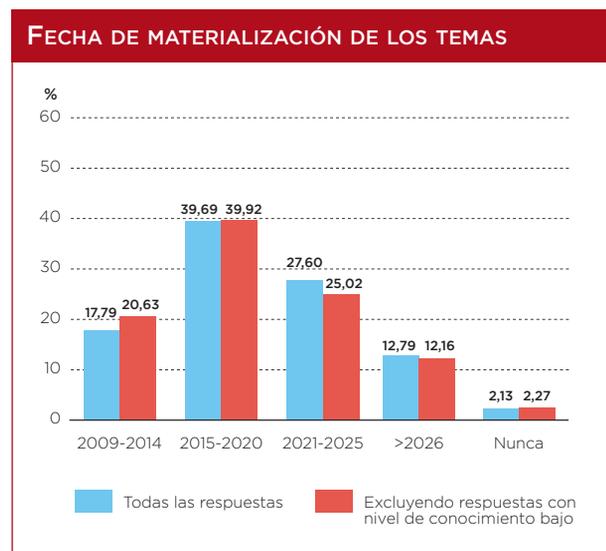
Con los datos obtenidos se pone de manifiesto el elevado grado de importancia otorgado a los temas tratados en este estudio, ya que más del 90% de las respuestas inciden en la trascendencia (importancia alta y media) de los 112 temas planteados.

### 4.4 Fecha de materialización

La siguiente variable a valorar para cada uno de los temas fue la fecha de materialización, rango temporal en el que el encuestado cree que se realizará el tema en estudio.

Los cinco valores posibles a escoger eran los siguientes: (2009-2014; 2015-2020; 2021-2025; Más allá del 2026; Nunca)

FIGURA 6



Como se puede comprobar, según los expertos consultados, la gran mayoría de los temas propuestos se materializarán a lo largo del segundo y tercer períodos de tiempo planteados (2015-2020) y (2021-2025).

En los capítulos 6 y 7 del presente estudio, se ha realizado un análisis de las tendencias consideradas más importantes por los expertos consultados, indicando para cada una de éstas su esperada fecha de materialización.

Cabe destacar que, a pesar de haber establecido periodicidades temporales de 5 años, muchos de los temas presentan períodos de tiempo de materialización distintos a los predeterminados. Esto es debido a que el porcentaje de respuestas de los expertos entre los diferentes valores ha sido muy similar, considerando en estos casos que la materialización esperada se llevará a cabo en fechas que se han calculado teniendo en cuenta la media de los períodos de tiempo destacados.

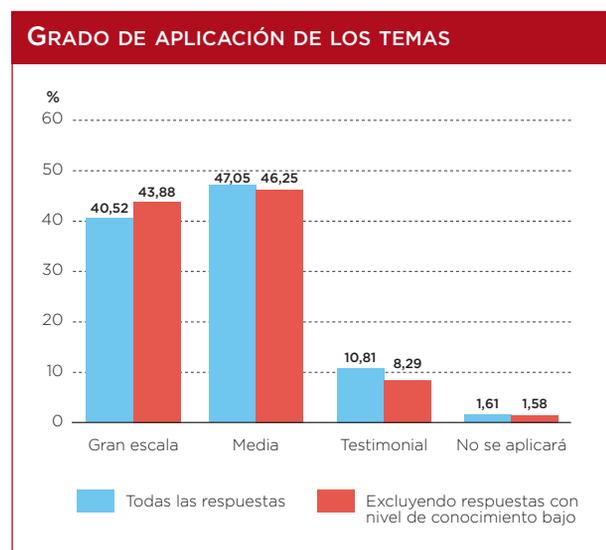
#### 4.5 Grado de aplicación

En este apartado del cuestionario se pretendía que los encuestados reflexionaran sobre el grado de implantación de cada uno de los temas.

Los cuatro valores entre los que escoger eran los siguientes: (Gran escala - Media - Testimonial - No se aplicará).

Los resultados generales obtenidos son los que se representan a continuación.

FIGURA 7



Como se puede comprobar el grado de aplicación medio de los temas planteados está mayoritariamente comprendido entre los valores de aplicación media y a gran escala.

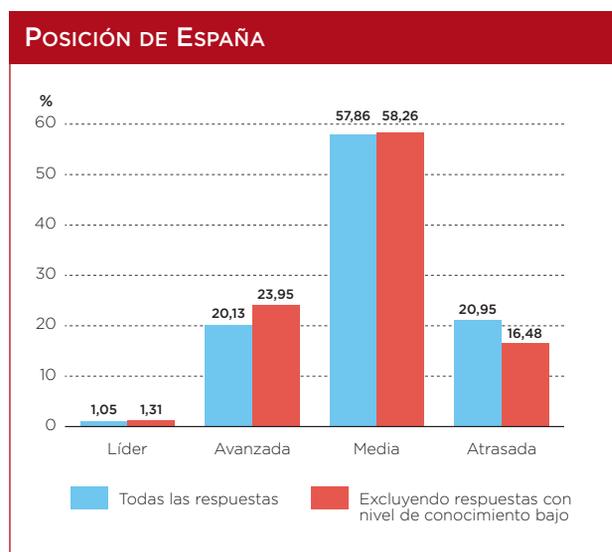
## 4.6 Posición de España

En este apartado se pretendía conocer la situación actual de España respecto a los países líderes para cada tema planteado.

Los valores posibles entre los que elegir fueron los siguientes: (Líder - Avanzada - Media - Atrasada)

Los resultados generales obtenidos son los siguientes:

FIGURA 8



Del gráfico anterior se puede concluir que la posición competitiva de España en cuanto a los temas planteados es similar a la de otros países, e incluso en un alto porcentaje algo avanzada. Esto demuestra la buena posición de nuestro país respecto a los Sistemas Embebidos, aunque como veremos en los apartados siguientes, será necesario potenciar algunas áreas para mejorar las perspectivas de futuro.

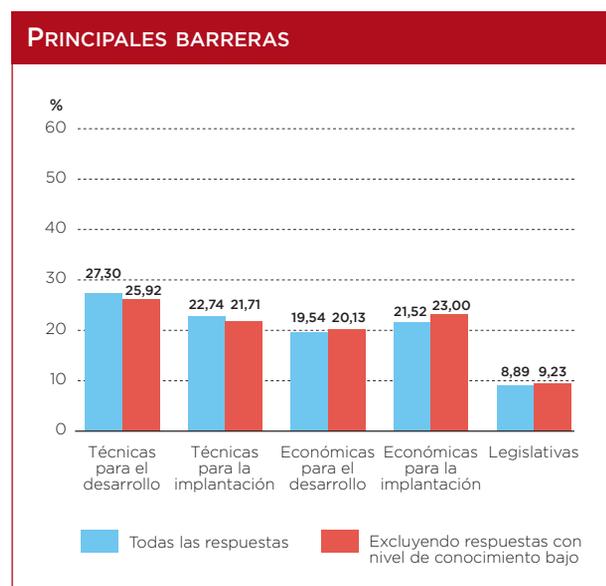
## 4.7 Principales barreras

El último apartado valorado en el cuestionario consistió en la selección de las principales barreras que dificultarían la materialización de los temas.

Los valores entre los que escoger eran los siguientes: (Técnicas para el desarrollo - Técnicas para la implantación - Económicas para el desarrollo - Económicas para la implantación - Legislativas)

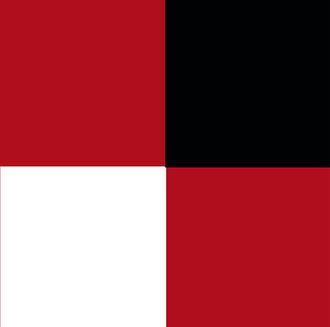
Los resultados generales obtenidos son los siguientes:

FIGURA 9



En este caso, existe mucha igualdad en cuanto a las limitaciones, ya sean técnicas o económicas. Las barreras legislativas también son importantes para muchos de los temas planteados, y como se verá en próximos apartados, es un aspecto crítico en el que se basan muchas de las recomendaciones para garantizar el futuro de los Sistemas Embebidos en nuestro país.





## 5. Selección de las tendencias más importantes



Las 112 tendencias que han integrado el presente estudio de prospectiva pueden considerarse importantes sólo por el hecho de haber sido seleccionadas por el Panel de Expertos. Pese a ello, y con el propósito de realizar un análisis en mayor profundidad de las mismas, se hace necesario seleccionar aquellas tendencias que destacan sobre las demás en cuanto al grado de importancia concedido.

Con la finalidad de realizar esta selección, para cada uno de los 112 temas propuestos se ha calculado su Índice de Grado de Importancia (IGI), determinando así la importancia de cada tendencia respecto a las demás de su misma temática.

La forma de calcular dicho índice se encuentra detallada en el Anexo III.

Del mismo modo, en el Anexo II se pueden consultar los IGI de los 112 temas que han formado parte del presente estudio.

Pese a que este método nos permite seleccionar los temas de forma objetiva, la pequeña diferencia de valor existente entre un tema y otro impide establecer con claridad una línea divisoria que diferencie los temas más relevantes de los que no lo son tanto. En consecuencia, el Panel de Expertos ha decidido, para cada área temática, la idoneidad de “rescatar” ciertos temas en función de su Índice de Grado de Aplicación (IGA) y del Índice de Grado de Posición de España (IGP), pese a tener un IGI inferior a la media.

La forma de calcular dichos índices está detallada en el Anexo III.

En los próximos capítulos se analizan en profundidad las tendencias consideradas como más importantes, ordenadas por áreas temáticas. Asimismo, se detalla en todos los casos la manera en que se han seleccionado los temas más importantes, mostrando la clasificación de los temas en función del IGI, así como una representación de los temas en función de su grado de aplicación y de la posición competitiva de España.



# 6. Tecnologías

Los aspectos referentes a tecnologías son totalmente transversales y tienen impacto en todas las aplicaciones de Sistemas Embebidos.

Las tendencias correspondientes se han dividido en tres áreas:

- Diseños de referencia y arquitecturas
- Conectividad y Middleware
- Métodos, herramientas y procesos para el diseño de sistemas

## 6.1 Diseños de referencia y arquitecturas

Las tendencias recogidas en este ámbito tecnológico hacen referencia a aspectos de plataformas hardware, sistemas operativos, software e interfaces. Asimismo también hacen referencia a las características que deberán tener estos sistemas para satisfacer las necesidades que se plantean hoy en día con los Sistemas Embebidos. Así podemos ver cómo aspectos

como la seguridad y confiabilidad de los sistemas o la capacidad para trabajar en tiempo real y en estados degradados, destacan como requerimientos que se cumplirán en un futuro más o menos próximo.

El apartado del cuestionario relativo a Diseños de referencia y arquitecturas planteó 13 temas para ser estudiados como tendencias de futuro. La Figura 10 muestra la clasificación de estos temas según el Índice de Grado de Importancia (IGI), utilizado como criterio de relevancia del presente estudio. Los temas con mayor puntuación representan para los expertos las principales inquietudes de futuro en relación a los diseños de referencia y arquitecturas.

Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 11 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

Partiendo de los resultados generales del estudio y de estas informaciones, se consideraron como relevantes inicialmente los 8 primeros temas de mayor índice IGI.



FIGURA 10

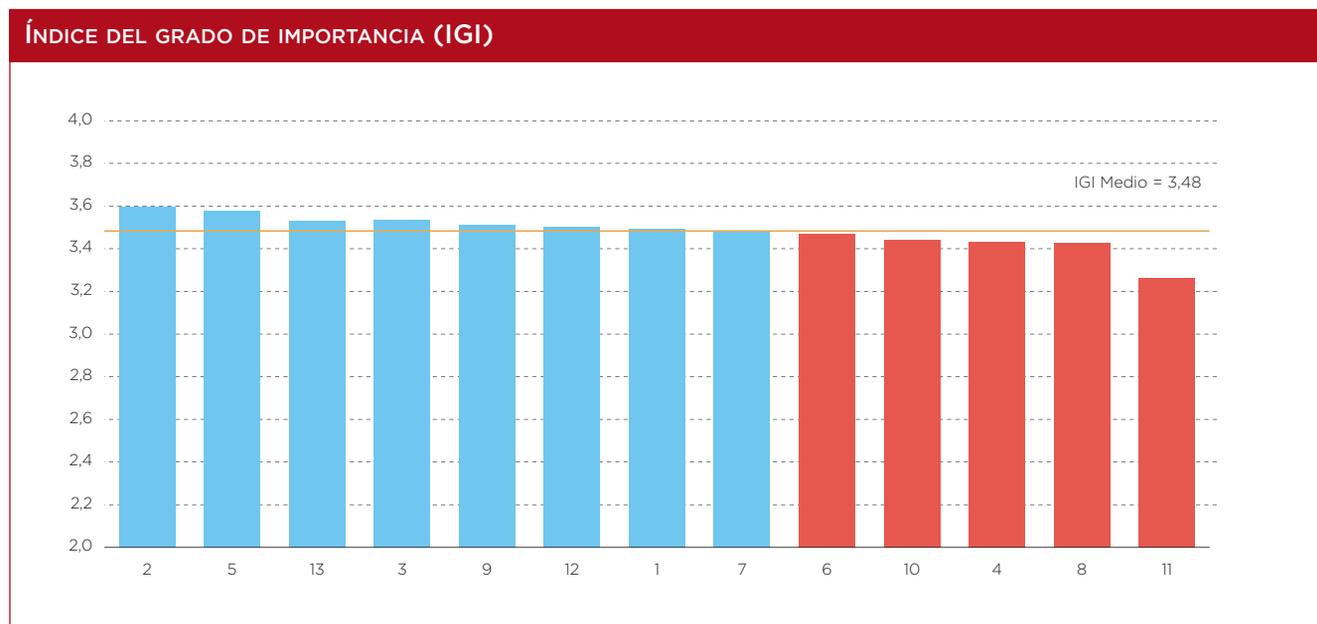
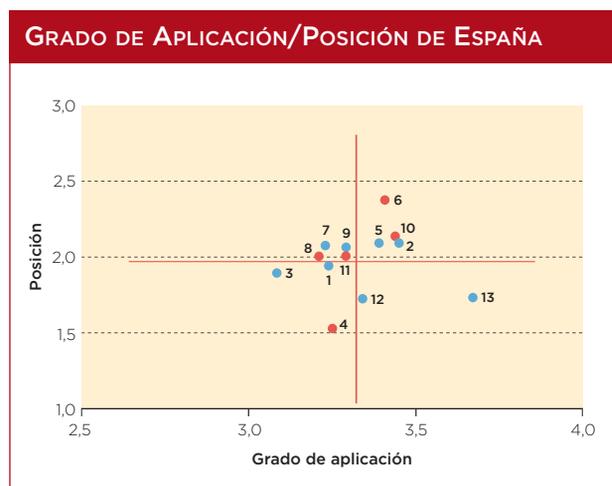


FIGURA 11



Dada la elevada posición de España y grado de aplicación, el Panel de Expertos decidió “rescatar” los temas 6 y 10 ya que se consideró que tendrían una alta implicación en el futuro.

La Tabla 2 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra el número de identificación de los temas, la fecha en la que se prevé la materialización de los mismos y las limitaciones que éstos pueden encontrar para dicha materialización.

**TABLA 2. TEMAS SELECCIONADOS**

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
1	Se incrementará la confiabilidad (tolerancia a fallos) de las nuevas arquitecturas de sistemas con inteligencia embebida hasta permitirles trabajar en condiciones degradadas alargando su vida útil.	2009-2014	Económicas para el desarrollo y la implantación.
2	Se generalizará el despliegue de sistemas operativos y software abiertos para programas y aplicaciones que deban funcionar en tiempo real.	2009-2014	Técnicas y económicas para la implantación.
3	Los diseñadores y fabricantes de sistemas embebidos tendrán a su disposición una completa gama de hardware abierto (con diseño e interfaces abiertos y modificables por el usuario) para la realización de todo tipo de aplicación.	2012-2020	Económicas para el desarrollo y la implantación.
5	Se generalizará el uso de arquitecturas interoperables de referencia en distintos sectores.	2015-2020	Técnicas y Económicas para el desarrollo y la implantación. Legislativas.
6	La implantación del sistema GALILEO permitirá el desarrollo de nuevas aplicaciones de sistemas embebidos, que se basen en los servicios por él proporcionados.	2015-2020	Económicas para el desarrollo y la implantación. Legislativas.
7	Las arquitecturas y diseños de referencia harán posible que se pueda predecir y garantizar niveles de calidad de servicio y de seguridad (confianza, privacidad, etc.) en sistemas compuestos por sub-sistemas.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo y la implantación.
9	Existirán interfaces Humano-Máquina adaptadas a cualquier uso para interactuar con equipos que contengan sistemas embebidos.	2009-2020	Técnicas y económicas para el desarrollo.
10	El reconocimiento, la traducción automática entre los principales idiomas y la síntesis de voz, como elementos de las interfaces, serán totalmente fiables y fáciles de integrar en los sistemas embebidos.	2021-2025	Técnicas para el desarrollo.

TABLA 2. CONTINUACIÓN

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
12	Los chips tendrán integrados métodos de autoconfiguración y autodiagnóstico que les permitirá adaptarse óptimamente a la tarea en cada situación y trabajar en estado degradado.	2015-2020	Técnicas y económicas para el desarrollo.
13	Se implantará en todos los ámbitos el “System on chip” (varias tecnologías y funcionalidades en un solo chip), con un despliegue creciente de “Network on Chip” (SoC con capacidades de comunicación integradas).	2015-2020	Técnicas y económicas para el desarrollo.

El hardware de un Sistema Embebido consiste en uno o más procesadores programables que permiten hacer funcionar la parte software de la aplicación, un subsistema de memoria y bloques específicos para el funcionamiento dependiendo de la aplicación, incluyendo todas las interfaces de entrada y salida así como sensores y actuadores que establecen la conectividad con el dispositivo en que se encuentran embebidos o con el entorno.

Una tendencia muy importante en cuanto a **hardware** es que éste tenderá a ser abierto (con diseño e interfaces abiertos y modificables por el usuario), de forma que se pueda utilizar para todo tipo de aplicaciones (**arquitecturas interoperables**). Asimismo, también se generalizará el uso de **sistemas operativos y software abierto** para programas y aplicaciones que deban funcionar en tiempo real, permitiendo darle un correcto funcionamiento de acuerdo con los conceptos de determinismo, sensibilidad, controlabilidad, fiabilidad y tolerancia a fallos. Como consecuencia de la mejora de la tolerancia a fallos (**confiabilidad**) se podrá **trabajar en condiciones degradadas**, alargando la vida útil de los sistemas con inteligencia embebida.

El hecho que las arquitecturas puedan soportar cualquier modo de trabajo en estado degradado puede convertirse en la clave para el éxito comercial de muchos productos, ya que se asegura el funcionamiento de los mismos pese a las malas condiciones.

Otro tema destacable de este apartado es el que hace referencia a la evolución de los **chips** ligada a su uso en Sistemas Embebidos. Se prevé que entre el 2015-2020 los chips tendrán integrados métodos de **autoconfiguración y autodiagnóstico** que les permitirá adaptarse de forma óptima a las tareas en cada situación y **trabajar en estado degradado**.

Asimismo, el continuo progreso en la tecnología microelectrónica está permitiendo que la tendencia actual sea la de integrar todos los componentes de un computador en un solo circuito. Es el llamado **“System on Chip (SoC)”**, que se prevé que se implante en todos los ámbitos en el período 2015-2020. Paralelamente, se conseguirá un despliegue creciente del **“Network on Chip”**, que podemos definir como un “System on Chip” con capacidades de comunicación integradas. Los Sistemas Embebidos con soluciones SoC implementadas presentan una serie de venta-



jas que podrían resumirse en: una elevada fiabilidad, tamaño reducido, mayor rendimiento, menor consumo energético y menor coste.

En cuanto a las interfaces de comunicación entre estos sistemas y su entorno, cabe destacar que se desarrollarán **interfaces Humano-Máquina** adaptadas a cualquier uso para interactuar con equipos que contengan Sistemas Embebidos.

Asimismo, se prevé que en el período 2021-2025 las interfaces de los Sistemas Embebidos tengan elementos de **traducción automática** y de **síntesis de voz** totalmente fiables y fáciles de integrar.

Como tema completamente transversal a todos los definidos hasta el momento, se debe destacar la importancia que tendrá para el futuro desarrollo de cualquier tipo de aplicación, la definitiva implantación del Sistema global de navegación por satélite **GALILEO**, el cual ha sido creado por la Unión Europea para tener independencia respecto al Sistema GPS americano.

## LIMITACIONES

Las principales limitaciones que podrían influir en la materialización de los temas planteados están recogidas en la Tabla 2.

Es destacable la importancia de las **limitaciones técnicas y económicas para el desarrollo**, sobre todo aplicables a aquellos temas con fecha de materialización estimada a más largo plazo.

Las **dificultades técnicas** recaen en las limitaciones que actualmente existen en los sistemas empotrados tanto en diseño como en arquitecturas, las cuales deberán ser mejoradas sustancialmente para poder afrontar las tareas de alta complejidad requeridas para desarrollar los temas indicados. Destaca la dificultad del cambio desde un modelo de hardware cerrado con componentes estáticos y un objetivo definido, a un modelo dinámico, abierto que permi-

ta interoperabilidad. El desarrollo de tal modelo dinámico tendrá uno de sus hitos principales en la implementación de métodos de autoconfiguración y autodiagnóstico que adaptarían el hardware de forma dinámica y habilitarían el trabajo en estado degradado. También se debe destacar la complejidad del desarrollo de nuevos algoritmos que permitan un reconocimiento del habla y su traducción simultánea fiables en entornos abiertos.

En cuanto a las **barreras legislativas**, éstas influirán sobre todo en temas como la implantación del sistema de navegación GALILEO, en que los aspectos de privacidad de las personas se erigen como uno de los principales problemas a tratar, como por ejemplo en aplicaciones para controlar la movilidad geográfica de personas, que serían sólo justificadas en entornos de seguridad del estado y emergencias.

Actualmente, ya existen problemas debido a las diferentes normativas y legislaciones nacionales en relación a la privacidad de datos, lo cual hace que haya dificultades para el despliegue masivo de servicios de localización trans-nacionales basados en tecnologías maduras como GPRS o UMTS.

Asimismo, el tema 5, que hace referencia a la generalización de arquitecturas interoperables de referencia en distintos sectores, presenta una serie de barreras gubernamentales que también deben tenerse en cuenta.

Estas barreras se derivan sobre todo de las diferencias normativas en los diferentes países en relación a los sistemas relacionados con actividades críticas (safety critical). Los niveles de protección exigidos a sistemas del mismo sector difieren de un país a otro.

Para ejemplificar este último punto se puede exponer el caso de los sistemas de comunicación entre dos vehículos (V2V), aplicación para la cual, si no se



ponen de acuerdo todos los fabricantes de automóviles de por lo menos todo un continente, será imposible garantizar servicios, como la prevención de colisiones, que funcionen para cualquier marca.

Algunos de estos servicios, además, no serán precisamente populares ni solicitados por los fabricantes, con lo que serán los Gobiernos quienes los impongan como obligatorios mediante legislación.

### RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

La **confiabilidad**, entendida como el grado de confianza asignable al correcto servicio u operación realizado por un Sistema Embebido, es de especial importancia en este campo. La Confiabilidad es un concepto que integra otros conceptos necesarios en un Sistema Embebido: Fiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad y Seguridad, tanto personal como informática, garantizando una comunicación confidencial y autenticada.

Dada la importancia de este aspecto para el futuro desarrollo de los Sistemas Embebidos, se plantea como una recomendación de importante cumplimiento la necesidad de **incluir, en los planes de educación, formación específica** en Sistemas Embebidos, incluyendo los temas de confiabilidad.

Asimismo, la demanda de **certificaciones** también es una tendencia que se extenderá en todos los sectores de aplicación.

A nivel Europeo se está dando cada vez más importancia a los diseños de referencia y a las arquitecturas. Prueba de ello es que se están intentando **estandarizar las arquitecturas** comunes en algunos casos, incluso orientadas a diferentes sectores. Para ello, la Plataforma europea ARTEMIS, en su agenda estratégica, define algunos de los retos de dichas arquitecturas; por lo tanto, éstos deberían ser tomados

como referencia. Esta Plataforma agrupa a un gran número de empresas europeas de diferentes sectores industriales, promoviendo la creación de consorcios en estos sectores, con el objetivo de establecer estas arquitecturas de referencia en cada una de las empresas. En este sentido se trata de una aproximación muy similar a la que ya han tenido otras iniciativas europeas de investigación y desarrollo, fruto de las cuales se consiguió el despliegue de la tecnología GSM, o se cuenta con la arquitectura de referencia para el ámbito de la automoción AUTOSAR.

Un buen apoyo en este sentido sería que la Administración promoviera la presencia de empresas en los foros de discusión donde se deciden estos estándares, ya que muchas veces las empresas que quieren participar no encuentran las facilidades necesarias para poder hacerlo.

El tener arquitecturas estándar (modelos de referencia) permitirá cambios en los **modelos de negocio** actuales, donde se trataran los sistemas no como algo monolítico sino como una integración de componentes (especialmente software, aunque también hardware). Esto permitirá la existencia de empresas que vendan módulos prefabricados (COTS) a otras empresas que ofrecerán el producto terminado. Como ejemplos actuales en telefonía móvil, estamos viendo tendencias como la impuesta por Symbian y más recientemente Google con su Android, que se basan en una capa de sistema operativo estándar y abierta, dejando la parte gráfica y de servicios para los fabricantes de móviles u operadores.

A nivel Hardware se está produciendo este cambio de negocio más en el entorno de hardware digital (VHDL). La mayoría de fabricantes de dispositivos programables (FPGAs) ya hacen referencia a otras empresas que venden bloques hardware específicos.

#### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- Potenciar la **confiabilidad**, entendida como el grado de confianza asignable al correcto servicio u operación realizado por un Sistema Embebido.
- Necesidad de **incluir en los planes de educación una formación específica** en Sistemas Embebidos.
- Demanda de **certificaciones** en todos los sectores de aplicación.
- **Estandarización de las arquitecturas** comunes, incluso orientadas a diferentes sectores.
- Cambios en los **modelos de negocio** actuales, donde se tratarán los sistemas no como algo monolítico sino como una integración de componentes.

## 6.2 Conectividad y Middleware

El término **middleware** se refiere a una capa de software entre los servicios de la red y las aplicaciones, encargada de proporcionar servicios como identificación, autenticación, autorización, directorios y movilidad. El uso de esta capa permite a las aplicaciones sacar un mayor provecho de la Red e interoperar por medio de interfaces normalizadas, ofreciendo así a los usuarios servicios más avanzados con un menor esfuerzo.

Tal como se ha comentado en el capítulo anterior, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI). Los valores que quedan por encima del IGI medio son los considerados relevantes. Los temas con mayor puntuación representan para los expertos las principales inquietudes de futuro en relación a la conectividad y middleware.

Dentro de este apartado se plantearon 19 temas de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 9 tendencias, como muestra la figura 12.

La representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición de España y de Grado de Aplicación obtenidos para cada una de las tendencias completa la información precedente. La Figura 13 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

Dado el elevado grado de aplicación que presentan, el Panel de Expertos decidió “rescatar” los temas 20 y 26 ya que se ha considerado que tendrán una alta implicación en el futuro inmediato.



FIGURA 12

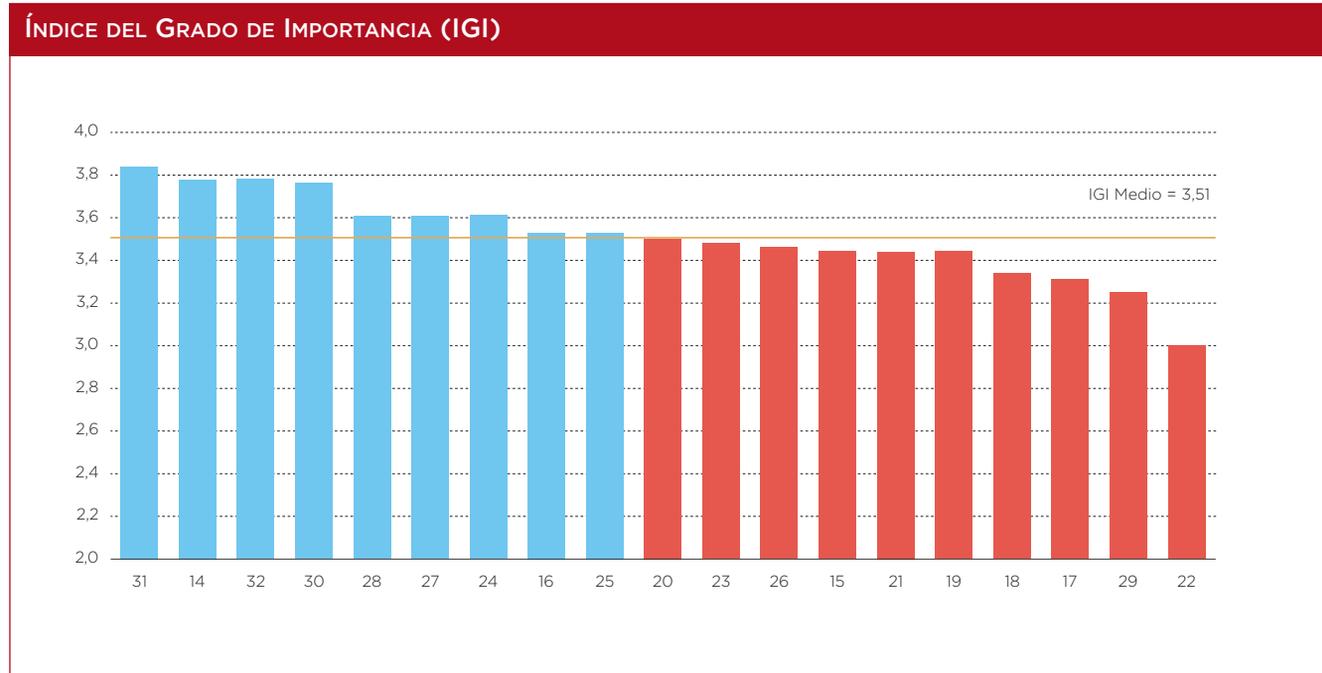
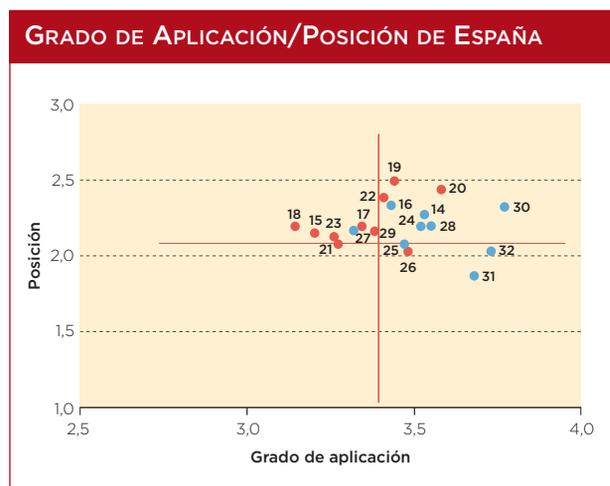


FIGURA 13



La Tabla 3 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra el número de identificación de los temas, la fecha en la que se prevé la materialización de los mismos y las limitaciones que éstos pueden encontrar para dicha materialización.

TABLA 3. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
14	Se generalizarán sistemas de identificación que permitirán relaciones biunívocas perfectas que generen absoluta certeza en las comunicaciones (identificación y privacidad en todos los ámbitos) mediante sistemas de encriptación u otros sistemas.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo. Legislativas.
16	Las redes ad-hoc (MESH) se integrarán automáticamente con redes de área local, metropolitana y de banda ancha y serán una solución común y generalizada que permitirá la comunicación en zonas donde no existe una infraestructura fija instalada.	2015-2020	Económicas para la implantación.
20	Se integrarán automáticamente redes inalámbricas de corto alcance y los servicios que ofrecen con Internet.	2009-2014	Económicas para la implantación.
24	Los sistemas embebidos tendrán capacidad de plug-and-play distribuido, dinámico, con adaptación al contexto y a las capacidades del dispositivo.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.
25	Los sistemas embebidos tendrán capacidades "self-": autoconfiguración, autodiagnóstico, autorreparación, autopruebas, distribuidas y a gran escala.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo y la implantación.
26	Los dispositivos elegirán en cada momento la tecnología de comunicación más adecuada para transmitir con máxima seguridad la información en función de: el tipo y la cantidad de información, la distancia, los interlocutores y otros factores que puedan condicionar el éxito, la rapidez u otra medida de calidad de la transmisión.	2009-2015	Técnicas para el desarrollo.
27	Para la comunicación entre sistemas éstos tendrán capacidad de conformar de forma automática y optimizada las redes de comunicación.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo y la implantación.



TABLA 3. CONTINUACIÓN

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
28	Se podrá comunicar cualquier dispositivo con cualquier otro con seguridad y protegiendo la calidad de la información.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo y económicas para la implantación.
30	Los terminales móviles (portátiles, PDA, etc.) enlazarán dinámicamente con las infraestructuras de comunicaciones (actuales y futuras), saltando de una a otra sin perder la conexión. Esta gestión será transparente al usuario.	2009-2014	Técnicas para el desarrollo y económicas para la implantación.
31	Se dispondrá de nuevas formas de alimentación de energía de los sistemas embebidos, sin contacto ni cables (wireless) así como de autoabastecimiento de energía, que aumentarán la autonomía y con ello la creación de redes y la aparición de nuevas aplicaciones.	2015-2023	Técnicas para el desarrollo y la implantación.
32	El menor consumo capacitará aplicaciones hasta el momento no realizables al aumentar la autonomía de los dispositivos sin necesidad de recarga.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.

El gran número de tecnologías en despliegue para proporcionar una conectividad global refuerza la importancia del middleware.

En este campo, las redes de comunicación tendrán un papel muy destacado a todos los niveles.

A fin de proveer cobertura a toda la extensión territorial, **las redes ad-hoc** (MESH) se integrarán automáticamente con redes de área local, metropolitana y de banda ancha y serán una solución común y generalizada que permitirá la comunicación en zonas donde no existe una infraestructura fija instalada. Las redes ad-hoc son aquéllas que se crean de forma espontánea, sin una infraestructura específica y funcionando en un espacio y tiempo limitados.

En relación a las infraestructuras, **se integrarán automáticamente redes inalámbricas** de corto alcance y los servicios que ofrecen **con Internet**. Para la difusión de estos servicios se utilizarán web services en tiempo real de forma generalizada. Se considera un web service un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre distintas aplicaciones de software desarrolladas en lenguajes de programación diferentes y ejecutadas sobre cualquier plataforma.

Gracias a la infraestructura dispuesta, los dispositivos **elegirán** en cada momento la **tecnología de comunicación** más adecuada para transmitir con máxima seguridad la información en función del tipo y la

cantidad de información, la distancia, los interlocutores y otros factores que puedan condicionar el éxito, la rapidez u otra medida de calidad de la transmisión. Esta tendencia está relacionada con el concepto ABC (Always Best Connected), consistente en la posibilidad de estar comunicado en cualquier lugar, en cualquier momento y siempre a través de la tecnología más apropiada, es decir, emplear el modo de conexión más eficiente entre todos los disponibles en cada momento. Algunos dispositivos ya incluyen sistemas similares, como por ejemplo el iPhone, que dispone de una jerarquía de comunicación por la cual puede pasar de sistema Wi-fi (primero en la jerarquía) al sistema 3G automáticamente en caso de fallo del primero.

La fecha de materialización estimada de esta tendencia está fijada entre el 2009-2015. Aun así, dependiendo del grado y del sector de aplicación, el horizonte temporal se podrá alargar hasta más allá de 2026.

En un ámbito más específico y debido a que existirán los **enlaces dinámicos**, los terminales móviles (portátiles, PDA, etc.) enlazarán dinámicamente con las infraestructuras de comunicaciones tanto actuales como futuras, saltando de una a otra sin perder la conexión y de forma transparente para el usuario.

Además, en la **comunicación entre sistemas**, éstos tendrán capacidad de conformar de forma **automática y optimizada** las redes de comunicación.

Para poder garantizar este tipo de comunicaciones descritas serán necesarios unos **protocolos** que definan unos estándares a seguir. Los más destacados en este ámbito serán el protocolo de seguridad y el protocolo de calidad de la información. De este modo, se generalizarán **sistemas de identificación** que permitirán relaciones biunívocas perfectas que generen absoluta **certeza en las comunicaciones** (identificación y privacidad en todos los ámbitos) me-

dante sistemas de encriptación u otros sistemas. La implantación de estos protocolos, situada en un marco temporal de 2015-2020, permitirá comunicar cualquier dispositivo con cualquier otro con seguridad y protegiendo la calidad de la información.

Otra tendencia que se producirá en el marco de la conectividad y el middleware está relacionada con la evolución de los Sistemas Embebidos. Éstos tendrán **capacidades "self-"**, como son la autoconfiguración, el autodiagnóstico, la autorreparación o las auto-pruebas, que serán implantadas a gran escala para todos los sectores y que estarán comunicadas a partir de sistemas distribuidos.

La estrecha relación que mantienen los Sistemas Embebidos con las **fuentes de energía** dará lugar a nuevos desarrollos en un horizonte temporal situado en 2015. En este campo, se dispondrá de nuevas formas de **alimentación** de energía de los Sistemas Embebidos, sin contacto ni cables (**wireless**) así como de **autoabastecimiento** de energía, que aumentarán la autonomía y con ello la creación de redes y la aparición de nuevas aplicaciones. También se potenciará el **menor consumo** de los dispositivos, que capacitará aplicaciones hasta el momento no realizables al aumentar la autonomía de los dispositivos sin necesidad de recarga. La tendencia de los Sistemas Embebidos en este ámbito es conseguir una maximización de la energía disponible, es decir, conseguir sistemas de bajo consumo que solamente conecten los periféricos y ejecuten los MIBS necesarios en cada momento y que se adapten a esta situación.

## LIMITACIONES

Las barreras que más afectarán a la materialización de las tendencias analizadas para el campo de la conectividad y el middleware, recogidas en la tabla 3, son las **barreras técnicas para el desarrollo**.

Las principales **limitaciones técnicas** están vinculadas con el desarrollo de sistemas de alimentación inalámbricos y la reducción del consumo de los dispositivos. En ambos casos es necesario un gran esfuerzo de investigación que permita obtener nuevas soluciones innovadoras. También se debe destacar la dificultad del desarrollo de sistemas de identificación 100% fiables que permitan todo tipo de transacciones y su estandarización.

También son destacables las restricciones **legales** en el ámbito de la **privacidad de datos**, sobre todo en el tema 14. Actualmente, éste es un punto que se está tratando con una sensibilidad extrema y España, concretamente, es uno de los países de la Unión Europea más restrictivos en este sentido.

También cabe resaltar que las barreras económicas para el desarrollo no han aparecido como importantes en ninguna de las tendencias tratadas en este apartado. Esto es debido a que el ámbito de la conectividad y el middleware es por sí mismo un negocio. Existen muchas empresas de primer nivel que auto-soportan la investigación de estas tecnologías y, por tanto, la inversión no es uno de los principales problemas.

## RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

Las recomendaciones y conclusiones referentes al campo de la conectividad y del middleware se detallan a continuación.

Dado que las **tendencias energéticas** analizadas (temas 31 y 32) tienen un grado de importancia muy elevado respecto de las demás tendencias, pero la posición de las mismas en España es baja, se deberá potenciar la realización de estudios y desarrollos sobre las mismas en territorio nacional. Si se pretende conseguir una posición de liderazgo en el entorno de los Sistemas Embebidos, en este sentido será

necesario fabricar más en España, ya que en un sistema embebido su autonomía energética es vital.

Otro tema relacionado con la energía, y en el que España puede realizar avances destacados, es en lo referente al consumo energético. De hecho, ya se han realizado progresos en algunos sistemas, como las PDAs o en los portátiles, en los que, habiendo aumentado su potencia, el consumo se mantiene o hasta disminuye. Así, se deberá seguir en esta línea, fomentando la capacidad desarrolladora nacional que dará más oportunidades competitivas a nivel europeo.

Por último, destacar la importancia de la protección de datos y seguridad en este ámbito tecnológico. Por este motivo, se resalta la necesidad de establecer unos protocolos para la identificación y privacidad en todos los ámbitos de aplicación, los cuales aseguren esta protección y seguridad.

### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- Potenciar la realización de estudios y desarrollos relacionados con los **aspectos energéticos** de los Sistemas Embebidos.
- Fomentar la **capacidad desarrolladora** nacional que dará más oportunidades competitivas a nivel europeo.
- Necesidad de establecer unos protocolos para la identificación y privacidad en todos los ámbitos de aplicación, los cuales aseguren la **protección de datos y la seguridad**.



### 6.3 Métodos, herramientas y procesos para el diseño de sistemas

En esta sección se hace referencia a aquellas herramientas y metodologías que facilitan la modelización de los Sistemas Embebidos.

Tal como se ha comentado en capítulos anteriores, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI). Los valores que quedan por encima del IGI medio son los considerados relevantes. Los temas con mayor puntuación representan para los expertos las principales inquietudes de futuro en relación a esta área.

En el apartado de Métodos, Herramientas y Procesos para el Diseño de Sistemas se plantearon un total de 13 temas, de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 6 temas, como muestra la figura 14.

Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 15 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

FIGURA 14

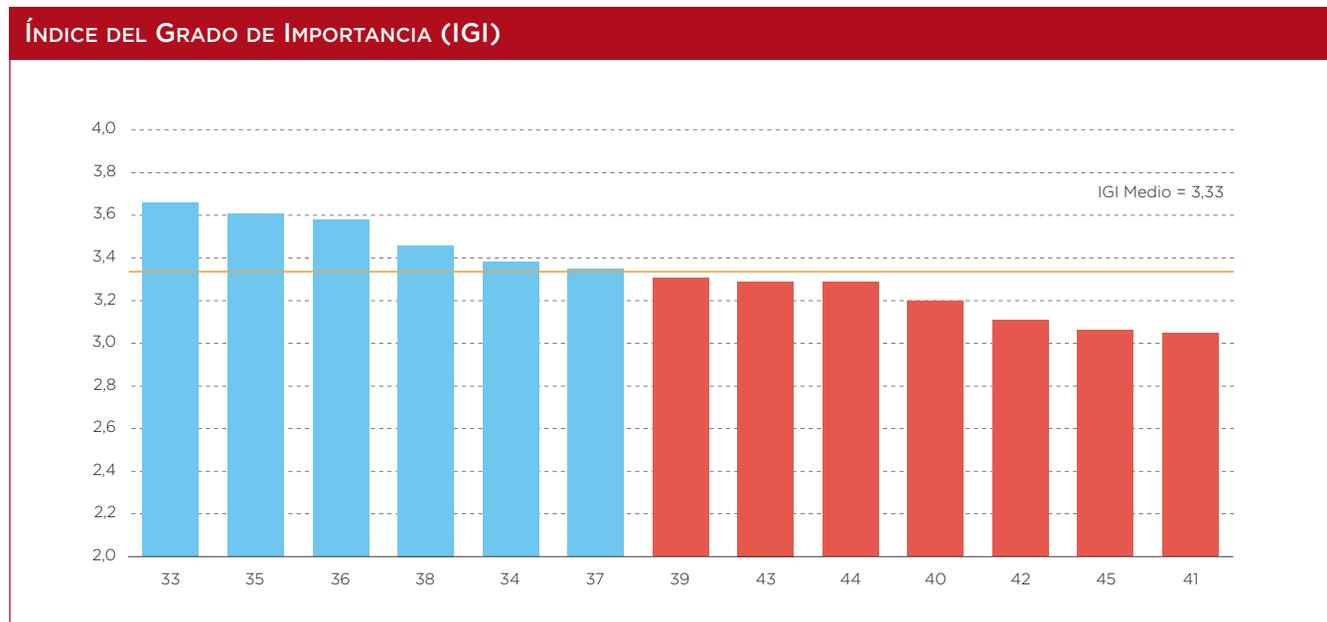
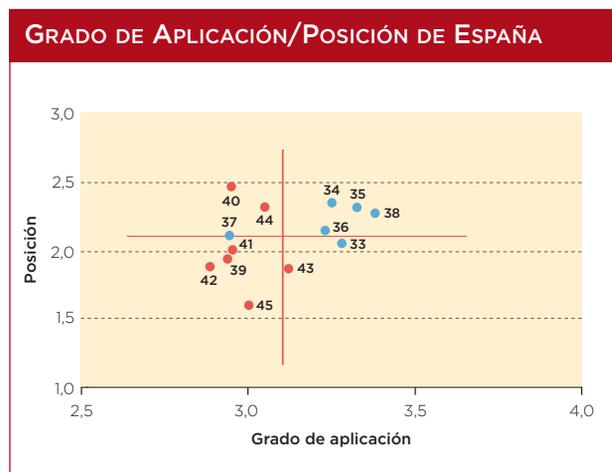




FIGURA 15



Dado que el grado de aplicación supera la media, el Panel de Expertos decidió tratar también el tema 43 ya que se consideró que tendría una alta implicación en el futuro.

Así, la Tabla 4 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra el número de identificación de los temas, la fecha en la que se prevé la materialización de los mismos y las limitaciones que éstos pueden encontrar.

TABLA 4. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
33	Se conseguirá la reducción del time to market, reducir costes de desarrollo y gestionar la complejidad creciente de los sistemas mediante técnicas de modelización y simulación de los sistemas embebidos.	2009-2018	Técnicas para el desarrollo.
34	Se generalizará el uso de métodos formales de verificación que permitan validar el sistema en fase de diseño, así como modelos específicos del dominio.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.
35	Se generalizará la demanda y oferta de certificación de calidad del software empotrado, así como el proceso de desarrollo y las capacidades de los desarrolladores.	2015-2020	Económicas para la implantación.
36	Para el desarrollo y contratación de sistemas embebidos críticos, que requieren certificación, existirán modelos, metodologías y herramientas que faciliten el proceso de certificación para que se realice en modo eficaz y eficiente.	2015-2020	Económicas para la implantación.

TABLA 4. CONTINUACIÓN

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
37	Se desarrollarán nuevos estándares de modelado de sistemas en tiempo real tipo los ya existentes SysML y UML-MARTE, soportados por herramientas industriales abiertas.	2015-2020	Económicas para el desarrollo.
38	Se dispondrá de herramientas de diseño que cubran, de forma integrada, todas las etapas del ciclo de vida del desarrollo del software, hardware y del sistema.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.
43	El impacto de MPSoC (multi processor system on chip) y el despliegue de arquitecturas Many-Core en sistemas embebidos complejos requerirá el desarrollo de nuevos métodos y herramientas de diseño, síntesis, compilación, debugging y despliegue de servicios colaborativos.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.

Los métodos, herramientas y procesos para el diseño de sistemas engloban, como su nombre indica, todas las etapas referentes al desarrollo de sistemas. Estas etapas experimentarán una mejora considerable gracias a la evolución y aportación de los Sistemas Embebidos.

La tendencia inicial con fecha de materialización prevista más cercana (2009-2018) está relacionada con las técnicas de **modelización** y **simulación**. La aplicación de estas técnicas para los Sistemas Embebidos permitirá una reducción del time to market y gestionar la complejidad creciente de los sistemas y, de este modo, reducir costes de desarrollo. La gran reducción del time to market será debida a la disminución del tiempo utilizado para la integración y las pruebas, típicamente las etapas que más tiempo consumen en el proceso de desarrollo.

Para evitar errores durante la fabricación de los sistemas debidos a fallos en el diseño, se generalizará el

uso de **métodos formales de verificación** que permitan validar el sistema en fase de diseño, así como modelos específicos del dominio. Estas herramientas de verificación unidas a las herramientas del diseño basado en modelos supondrán una mejora importante en la optimización del tiempo de trabajo y de los costes de desarrollo.

Otra de las tendencias a destacar y que se está extendiendo en todos los sectores de aplicación es la **certificación de calidad** de los sistemas. Si bien es cierto que en la actualidad muchos de los sectores no requieren de una certificación para poder realizar sus servicios, se observa un incremento en las demandas de este tipo de acreditaciones que demuestran la confiabilidad de los sistemas. Por este motivo, se generalizará la demanda y oferta de certificación de calidad del software empotrado, así como del proceso de desarrollo y de las capacidades de los desarrolladores.



Debido a la existencia de Sistemas Embebidos críticos, que requieren de certificación para ser considerados como tal y así acreditar una alta confiabilidad para poder realizar ciertas tareas, existirán modelos, metodologías y herramientas que faciliten el proceso de certificación para que se realice en modo eficaz y eficiente.

La utilización de protocolos a todos los niveles es una tendencia generalizada. En concreto, en el ámbito del **modelado en tiempo real**, se desarrollarán **nuevos estándares** parecidos a los estándares ya existentes como SysML y UML-MARTE, y que destacarán por ser soportados por herramientas industriales abiertas.

La tendencia general a aunar todas las funcionalidades en un mismo conjunto propiciará la aparición de **herramientas de diseño** que **cubran**, de forma integrada, todas las etapas del ciclo de vida del **desarrollo del software, hardware y del sistema**. Esta tendencia está englobada en el concepto IDE (Entorno Integrado de Desarrollo), consistente en un entorno de programación empaquetado como un programa de aplicación donde, partiendo de unas funcionalidades estándar, existe la posibilidad de añadir plugins que aporten funcionalidades extra.

Además, las herramientas, métodos y procesos deberán prepararse ante el uso de nuevas arquitecturas aplicadas a Sistemas Embebidos, como por ejemplo el **MPSoC** (multi processor system on chip) o las arquitecturas **Many-Core**.

Estas nuevas arquitecturas acabarán imponiéndose a las arquitecturas actuales y requerirán el desarrollo de nuevos métodos y herramientas de diseño,

síntesis, compilación, debugging y despliegue de servicios colaborativos, es decir, una revisión y rediseño de los métodos y herramientas aplicados con las anteriores arquitecturas, y su adaptación a las nuevas.

## LIMITACIONES

Las principales barreras que deberá afrontar el entorno de los métodos, herramientas y procesos para el diseño de sistemas, para conseguir que se materialicen las tendencias listadas anteriormente, son las barreras **técnicas para el desarrollo**.

Estas limitaciones técnicas están vinculadas con la dificultad de generar modelos fiables que puedan simular la complejidad de los futuros sistemas. También destaca la dificultad de definir modelos formales de validación que sean capaces de analizar las soluciones desarrolladas de forma automática y evaluarlas de forma fiable.

También cabe destacar las barreras **económicas para la implantación** en las tendencias relacionadas con las **certificaciones** de los sistemas.

## RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

Partiendo de la actual situación, en que las herramientas se conciben como sistemas aislados con poca o ninguna comunicación entre las mismas, se evolucionará hacia las arquitecturas que permitan una fácil integración e interoperabilidad entre métodos y herramientas en cualquier ámbito específico definido por los usuarios finales, con el apoyo de fabricantes de herramientas, proveedores de métodos, consultoras, comunidades abiertas, grupos de usuarios, etc., aportando así una mejora en los procesos.

Ésta es la estrategia que se deriva de ARTEMIS, dirigida a evolucionar los métodos de diseño actuales, basados en la metodología de diseño por descomposición, a una nueva metodología de composición por diseño.

Plataformas como Eclipse ([www.eclipse.org](http://www.eclipse.org)) son un buen ejemplo de la nueva tendencia de construir herramientas mucho más capaces, basadas en módulos que trabajan de forma colaborativa, permitiendo al usuario trabajar con un único entorno integrado de principio a fin. La modularidad de estos entornos permitirá la creación de soluciones que se adecúen mejor a las necesidades de los sistemas mediante la creación de módulos específicos; por este motivo se debe **potenciar la utilización de interfaces estándares**. También es importante **dar soporte a las iniciativas que promueven las plataformas abiertas** (Open Embedded).

Debido a la creciente complejidad de los sistemas en desarrollo, **los procesos de validación y certificación** de los mismos pasarán a ser críticos para la viabilidad de los proyectos. Desde el Gobierno se deberá potenciar la mejora de dichos procesos mediante programas específicos de financiación pública.

El último de los temas a resaltar es la formación. Actualmente no hay **formación específica** en estas líneas. En la universidad se habla de software pero no embebido. Por esta razón es necesario un cambio en los planes de estudio, en los cuales se enseñe esta nueva forma de diseñar Sistemas Embebidos que integra hardware y software. Por ejemplo, la arquitectura dirigida por modelos (Model-Driven Architecture o MDA) o el desarrollo dirigido por modelos (Model-Driven Development).

#### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- Evolución hacia las arquitecturas que permitan una **fácil integración e interoperabilidad** entre métodos y herramientas en cualquier ámbito específico definido por los usuarios finales.
- Potenciar la utilización de **interfaces estándares**.
- Dar soporte a las iniciativas que promueven las **plataformas abiertas** (Open Embedded).
- Los **procesos de validación y certificación** serán críticos para la viabilidad de los proyectos.
- **Formación específica** en estas líneas.





## 7. Áreas de Aplicación

El impacto de los Sistemas Embebidos es elevado y afecta a todos los sectores sin excepción. En los siguientes apartados se identifican las principales tendencias en diversas áreas de aplicación definidas por el Panel de Expertos.

### 7.1 Medios de transporte

Las tendencias recogidas en este sector de aplicación hacen referencia a aspectos de los medios de transporte, tanto a nivel **general** como a nivel subsectorial, habiéndose escogido aquéllos en que los Sistemas Embebidos tendrán una mayor influencia. Los subsectores tratados son el **aeroespacial**, el **ferroviario** y el de **automoción**.

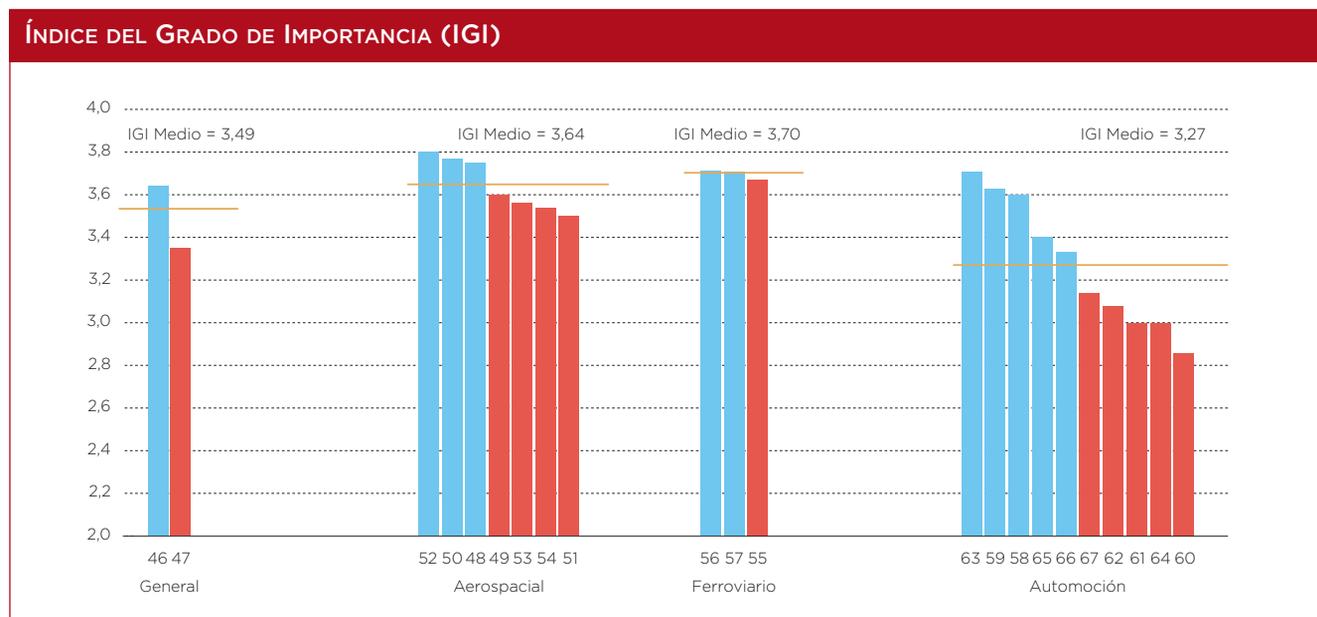
Tal como se ha comentado en capítulos anteriores, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI).

No obstante, debido a la amplitud de este sector y a presentar unos subsectores tan diferenciados, se ha decidido tratar los temas por separado. Otra de las razones que han llevado a realizar el análisis por separado es la gran disparidad que se ha encontrado en los IGI medios, que varían desde el 3,70 sobre 4 al 3,27. Este hecho producía que la mayoría de los temas de algunos subsectores quedaran descartados y otros incluyeran todas sus tendencias. De este modo, la criba de temas ha sido más equitativa.

A pesar de tratar las tendencias por subsector, las conclusiones, limitaciones y recomendaciones se han unificado para todo el sector de medios de transporte.



FIGURA 16

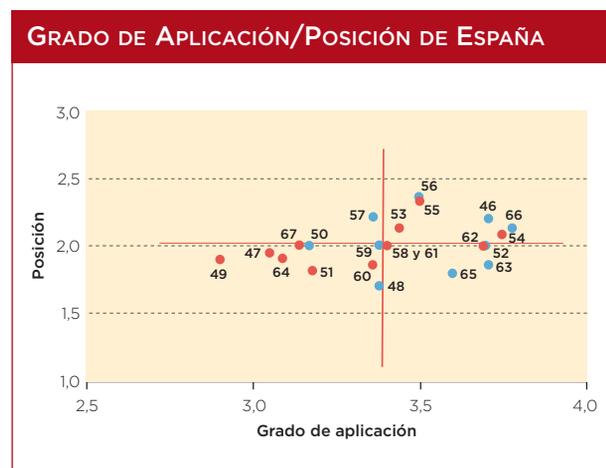


La Figura 16 muestra los valores IGI por subsector mencionado. Los temas cuyo IGI queda por encima de su IGI medio correspondiente son los considerados relevantes.

Los temas planteados en esta área de Medios de Transporte han sido un total de 22, de los cuales 2 estaban relacionados con tendencias generales, 7 eran del sector aeroespacial, 3 del sector ferroviario y 10 del sector automoción. A partir del IGI medio de cada subsector, se consideraron como importantes 1 tendencia entre las generales, 3 tendencias del sector aeroespacial, 2 tendencias del sector ferroviario y 5 tendencias del sector automoción, como se muestra en la figura 16.

Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 17 representa la distribución de los temas de

FIGURA 17



esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

En el área de tendencias generales, debido al bajo valor del IGI respecto el tema relevante y el bajo grado de aplicación, el Panel de Expertos decidió no recuperar el tema 47 para el análisis.

Dado que el tema 54 es el que tiene un grado de aplicación más elevado en el sector aeroespacial, el Panel de Expertos decidió incluirlo como tendencia relevante en el mismo.

En el sector ferroviario, debido a la similitud del valor del IGI entre los tres temas y siendo una de las tendencias con un grado de aplicación más elevado dentro del mismo, el Panel de Expertos decidió incluir el tema 55 como relevante.

Por último, en el subsector de automoción, a pesar que el tema 62 tenía un grado de aplicación elevado, el Panel de Expertos consideró que el valor IGI del mismo era demasiado bajo respecto a las otras tendencias, por lo cual se decidió no recuperarlo.

### 7.1.1 TENDENCIAS GENERALES

Las tablas 5, 6, 7 y 8 recogen los temas relevantes obtenidos para las áreas de tendencias generales, sector aeroespacial, sector ferroviario y sector automoción, respectivamente

El sector de los medios de transporte es un sector muy extenso que involucra una gran variedad de vehículos.

Aun así, cabe destacar la horizontalidad entre las tecnologías de los distintos subsectores que actualmente empieza a aflorar en este sector y que se prevé que sea una realidad en un futuro.

En esta línea, una de las tendencias horizontales que afectarán a los medios de transporte será la capacidad de comunicación entre vehículos, entre componentes de los mismos, entre el vehículo y el usuario y entre el vehículo y la infraestructura. El desarrollo e implantación de Sistemas Embebidos permitirá la creación de **redes de comunicación avanzadas** que permitan estos tipos de comunicación.

### 7.1.2 SECTOR AEROESPACIAL

El aeroespacial es un sector que está avanzando mucho tecnológicamente, siendo el sector industrial que alcanza una mayor cuota de gasto en I+D respecto a la facturación.

Además, este sector ha estado adquiriendo una importancia notable en los últimos tiempos, debido, entre otros motivos, a la creciente necesidad de movilidad en nuestra sociedad. De hecho, las previsiones para los próximos 20 años apuntan hacia un crecimiento sostenido del sector en nuestro país.

TABLA 5. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
46	Existirán redes de comunicación avanzadas que permitirán la comunicación: entre vehículos (p.ej. coche-coche; avión-avión, etc.), entre componentes del mismo vehículo, usuario-vehículo y vehículo-infraestructura.	2015-2020	Técnicas y económicas para la implantación.

TABLA 6. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
48	Se conseguirán niveles de confiabilidad muy elevados (fiabilidad, robustez, calidad de servicio y disponibilidad) a costes de automoción.	2015-2020	Técnicas y económicas para el desarrollo.
50	Se generalizará la utilización de HW y SW abierto de uso comercial para sistemas embebidos que ejecutan funciones con implicaciones en la seguridad de vuelo y, por tanto, certificables.	2015-2020	Económicas para el desarrollo y la implantación. Legislativas.
52	Se implantarán sistemas globales de tráfico aéreo interactivos que permitirán un incremento sustancial de la densidad del tráfico y su seguridad.	2021-2025	Técnicas y económicas para la implantación. Legislativas.
54	Aparecerán sistemas embebidos en los aviones de transporte de viajeros que permitirán ofrecer nuevos servicios a los viajeros (conexión a internet, telefonía, etc).	2009-2014	Económicas para la implantación.

Sin duda, los Sistemas Embebidos jugarán un papel muy importante en la evolución de esta industria, que se materializará, según los expertos, en soluciones tecnológicas como las que se analizan a continuación y que pretenden dar solución a problemáticas y situaciones con las que el sector ha de enfrentarse.

Una de estas problemáticas es precisamente el aumento del volumen de pasajeros, que está llevando a un aumento del número de aeronaves, haciendo necesaria la mejora del control del tráfico aéreo. En este caso concreto, los Sistemas Embebidos podrán ayudar mediante la implantación de **sistemas globales de tráfico aéreo interactivos** que permitan este incremento de la densidad del tráfico, así como su seguridad.

El aumento del volumen de usuarios de este medio de transporte también estará ligado a la capacidad de ofrecer un valor añadido durante el vuelo. Este valor añadido puede materializarse en forma de

servicios que aporten una sensación de confort y bienestar, sobre todo en los vuelos de larga duración. Así, aparecerán Sistemas Embebidos en los aviones de transporte de viajeros que permitirán ofrecer **nuevos servicios a los viajeros** (conexión a internet, telefonía, etc.).

A nivel general se prevé que la evolución tecnológica que sufrirán los Sistemas Embebidos permita conseguir niveles de confiabilidad muy elevados a costes muy competitivos, haciendo que la implantación de dichos sistemas sea rentable para el sector.

Los Sistemas Embebidos también tendrán influencia en aspectos relacionados con la seguridad. Con el objetivo de fortalecer la confianza y la sensación de seguridad, se generalizará la utilización de **hardware y software abierto de uso comercial** para Sistemas Embebidos que ejecutarán funciones con implicaciones en la seguridad de vuelo y, por tanto, certificables.



### 7.1.3 SECTOR FERROVIARIO

El sector ferroviario español está muy ligado a las tendencias europeas, y en ese sentido, la creación e implantación del sistema ERTMS (Sistema de Gestión de Tráfico Ferroviario Europeo), también afectará a nuestro sistema ferroviario.

El ERTMS consiste en un sistema de control y otro de señalización diseñados según la normativa europea con el objetivo de aumentar la interoperabilidad del transporte ferroviario en Europa. La implantación de este sistema permitirá controlar la seguridad en la conducción de forma dinámica, así como compartir infraestructuras entre los diversos países con independencia de los operadores ferroviarios.

El **incremento de la seguridad** debido al uso de los Sistemas Embebidos es una tendencia que se re-

pite en todos los sectores de transporte, y no es una excepción en el sector ferroviario. En este sentido se realizarán varias acciones para su mejora. Por ejemplo, se implantarán sistemas de **conducción automática** en el transporte público ferroviario (tren y metro), gracias a que los sistemas expertos serán cada vez más inteligentes y fiables. Esto permitirá aumentar la seguridad, evitando los fallos humanos; por tanto, la confiabilidad se convierte en una pieza clave para el desarrollo de los sistemas embebidos para esta área de aplicación.

Los sistemas de **control ferroviario** también serán muy seguros, incluyendo comunicaciones tren-tierra, control de velocidad, distancia entre vehículos y gestión de flotas. La comunicación entre vehículos, como ya se ha comentado en el apartado 7.1.1, es una tendencia a nivel general para el sector de transportes.

TABLA 7. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
55	Se implantará a nivel europeo el sistema ERTMS que permitirá controlar la seguridad en la conducción de forma dinámica, así como compartir infraestructuras entre los diversos países con independencia de los operadores ferroviarios.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo y económicas para la implantación.
56	Los sistemas de control ferroviario serán muy seguros, incluyendo comunicaciones tren-tierra, control de velocidad, distancia entre vehículos y gestión de flotas.	2015-2020	Económicas para la implantación.
57	Se implantarán sistemas de conducción automática en el transporte público ferroviario (tren y metro), gracias a que los sistemas expertos serán cada vez más inteligentes y fiables. Esto permitirá aumentar la seguridad (evitando los fallos humanos).	2015-2023	Económicas para la implantación.



### 7.1.4 SECTOR AUTOMOCIÓN

La industria del automóvil es uno de los sectores más importantes de la economía de nuestro país, a la que contribuye notablemente en términos de producción, empleo y desarrollo tecnológico.

En este sector, los recientes avances en la tecnología de sistemas, así como la continua demanda de mejoras en la conducción y en la seguridad activa, han obligado a los fabricantes y suministradores a perseguir el desarrollo de subsistemas electromecánicos controlados por ordenador. En este sentido, los sistemas **X-by-Wire** reemplazarán los tradicionales enlaces mecánicos e hidráulicos, entre los cuales se encuentran los controles del conductor, los mecanismos de dirección o los frenos con elementos electromecánicos. Así, los componentes tradicionales de los sistemas de frenado y dirección, tales como la columna de dirección, eje intermedio, bomba, manguitos, fluidos, cinturones y los cilindros de potencia de frenada, serán eliminados por completo.

La aplicación de las tecnologías de la información y comunicaciones al ámbito del transporte por carretera permite el desarrollo de una nueva generación de sistemas autónomos que en un futuro permitirán la automatización de determinadas maniobras en automóviles, incrementando tanto el confort del conductor como la seguridad en la carretera. En este sentido, la **conducción autónoma** se convertirá en una realidad, gracias a que los Sistemas Embebidos serán cada vez más inteligentes y fiables, convirtiéndose la confiabilidad en una pieza clave para el desarrollo de los sistemas embebidos para esta área de aplicación. Esto permitirá reducir el número de accidentes.

Aunque la conducción autónoma de vehículos se considera el último escalón en el desarrollo de los sistemas avanzados de asistencia a la conducción (ADAS), la investigación en este campo contribuye, sin ninguna duda, al desarrollo de toda una gama de

herramientas y aplicaciones que servirán de base científica al desarrollo de los futuros productos comerciales en el ámbito de la automoción.

Otra aplicación que mejorará las prestaciones ofrecidas a los usuarios estará encaminada a implementar **servicios multimedia** que ayuden a **optimizar la eficiencia vial** (información del tráfico, etc.). Para la implementación de estos servicios se requerirá de tecnologías java y OSGi, que serán usadas en entornos de automoción. Actualmente ya existe algún modelo de vehículo que incorpora servicios multimedia, aunque no se prevé su uso generalizado hasta más allá del año 2012. La incorporación de estos servicios multimedia supondrá un paso más en la mejora de la interacción coche-usuario, que sigue siendo una tendencia clara en este sector.

Las **arquitecturas abiertas** también tendrán una gran importancia en este sector. Concretamente, se prevé que la arquitectura **AUTOSAR** tenga un papel muy relevante en el mismo. AUTOSAR (Arquitectura de Sistemas Abierta para el sector del Automóvil) es una arquitectura de software abierta y estandarizada desarrollada conjuntamente por fabricantes de automóviles, proveedores y desarrolladores de herramientas de software. El objetivo de esta colaboración es crear y establecer estándares abiertos para arquitecturas de componentes electrónicos en el sector automotriz, que provean una infraestructura básica a partir de módulos, interfaces al usuario, y control para los diferentes dominios. Esto incluye la estandarización de funciones de sistema básicas, la portabilidad a diferentes variantes de vehículos y plataformas, la portabilidad a lo largo de la red, la integración de múltiples proveedores y el mantenimiento y nuevas versiones del software a lo largo del ciclo de vida del vehículo. Por este motivo, AUTOSAR se impondrá como estándar, de momento en procesadores de 32 bits. Asimismo, se creará una red de pro-

TABLA 8. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
58	Los componentes tradicionales de los sistemas de freno, dirección, etc. serán eliminados por completo gracias al uso de sistemas X-by-Wire, que permiten la sustitución de los tradicionales enlaces mecánicos e hidráulicos por sofisticados sistemas eléctricos.	2021-2025	Económicas para el desarrollo y la implantación.
59	La conducción autónoma se convertirá en una realidad, gracias a que los sistemas embebidos serán cada vez más inteligentes y fiables; esto permitirá reducir el número de accidentes.	2021-2025	Técnicas para el desarrollo.
63	La electrónica de potencia entrará de forma definitiva con la llegada masiva de la tecnología de propulsión híbrida. Algunos aspectos clave: tecnología insulated-gate bipolar transistors (IGBTs), fuentes de tensión de 200 a 800V, etc.	2015-2023	Técnicas y económicas para el desarrollo.
65	AUTOSAR se impondrá como estándar, de momento en procesadores 32 bits. Asimismo, se creará una red de proveedores de módulos AUTOSAR, fabricantes de herramientas AUTOSAR, etc. que hoy es incipiente.	2015-2023	Técnicas para la implantación.
66	OSGi y tecnologías java serán usadas en entornos automoción para implementar algunos servicios multimedia, de comunicaciones para la eficiencia vial (información del tráfico, etc).	2012-2020	Técnicas para la implantación.

veedores de módulos AUTOSAR, fabricantes de herramientas AUTOSAR, etc. que hoy es incipiente.

La última tendencia a analizar está relacionada con el futuro uso masivo de los vehículos híbridos. En este marco, la **electrónica de potencia** entrará de forma definitiva, y con ésta la electrónica de control y software asociados, con algoritmos cada vez más sofisticados que se focalizarán en minimizar el consumo y las emisiones.

#### LIMITACIONES

A continuación se detallan las principales limitaciones que podrían afectar a la materialización de las tendencias planteadas para el sector de los medios de transporte.

Las limitaciones **económicas para la implantación** son las más destacadas dentro de este sector ya que aparecen en todos los subsectores tratados. En concreto, estas limitaciones son las más importantes pa-



ra las tendencias del subsector ferroviario. Como ejemplo se puede destacar el coste de desarrollo de sistemas tipo ERTMS, en los que además la confiabilidad es necesaria. En este tipo de sistemas, los costes son, en muchos casos, difíciles de asumir, si bien son inevitables si se quiere mantener la competitividad de nuestras empresas.

En el sector aeroespacial, las limitaciones económicas para la implantación compartirán importancia junto con las barreras **legislativas**.

En cambio, las limitaciones presentes en el sector de la automoción son muy variadas, y comprenden tanto las **técnicas** como las **económicas para el desarrollo y la implantación**.

## RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

A nivel general, se debe destacar la **horizontalidad de las tecnologías** para todos los subsectores englobados en los medios de transporte. Muchas de las tendencias mencionadas en este sector son comunes para los subsectores tratados, de modo que es sumamente importante la transversalidad de las mismas entre estos medios de transporte para optimizar esfuerzo, tiempo y costes. Un ejemplo de la horizontalidad existente en este sector se hace patente en los temas referentes a la conducción autónoma, que quedan reflejados en el subsector automoción (tema 59) y en el ferroviario (tema 57).

En cuanto a las acciones necesarias para la consecución de las tendencias planteadas, podemos destacar diversas recomendaciones.

Por una parte estaría el tema de la **estandarización**, la cual es esencial para que se puedan llevar a cabo ciertas aplicaciones en las que son necesarias unas reglas que garanticen tanto el acoplamiento de módulos construidos independientemente como su repuesto en caso necesario, la calidad de los elementos fabri-

cados o la seguridad de funcionamiento. Por ejemplo, para que pueda existir la comunicación entre dos vehículos del mismo subsector, ya sea el ferroviario, el de automoción o el aeroespacial, debe haber un estándar entre ellos para que ésta sea posible, tanto a nivel nacional como a nivel europeo o internacional.

Pero para conseguir que las empresas fabricantes españolas le den importancia a los estándares y los apliquen a sus desarrollos será necesaria su implicación en el proceso de selección de los mismos. Por eso, se deberá **promover la presencia de empresas en los foros de discusión** donde se deciden los estándares.

Por último, serán necesarias **ayudas para la realización de desarrollos tecnológicos**. En España se fabrica mucho pero se desarrolla poco, es decir, existe una gran infraestructura para el montaje de componentes pero la gran mayoría de éstos son importados. Por este motivo se deberán potenciar los desarrollos que puedan situar a España en una posición de liderazgo a nivel europeo.

### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- Destacable **horizontalidad de las tecnologías** para todos los subsectores englobados en los medios de transporte.
- **Estandarización** para llevar a cabo ciertas aplicaciones en el sector.
- **Promover la presencia de empresas en los foros de discusión** donde se deciden los estándares.
- **Ayudas** para la realización de **desarrollos tecnológicos**.

## 7.2 Salud

Las tendencias recogidas en este sector de aplicación hacen referencia a aspectos de dispositivos clínicos, procesos y productos relacionados con el ámbito médico y sanitario.

Tal como se ha comentado en capítulos anteriores, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI). Los valores que quedan por encima del IGI medio son los considerados relevantes. Los temas con mayor puntuación representan para los expertos las principales inquietudes de futuro en relación a este sector de aplicación.

En el ámbito de Salud se plantearon 10 temas, de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 5 tendencias, como muestra la figura 18.

Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 19 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

De la Figura 19, el único tema que podría ser incluido como relevante, además de los ya considerados, es el tema 72, pero el Panel de Expertos decidió no hacerlo ya que este tema quedaba muy alejado del IGI medio.

La Tabla 9 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra el número de identificación de los temas, la fecha en la que se prevé la materialización de los mismos y las limitaciones que éstos pueden encontrar para su desarrollo y/o implantación.

FIGURA 18

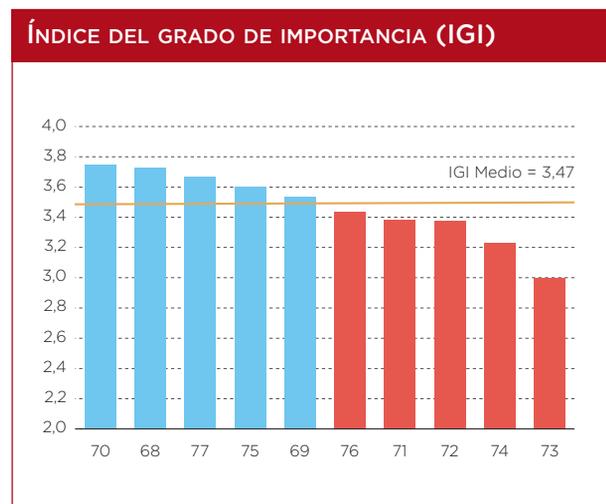


FIGURA 19

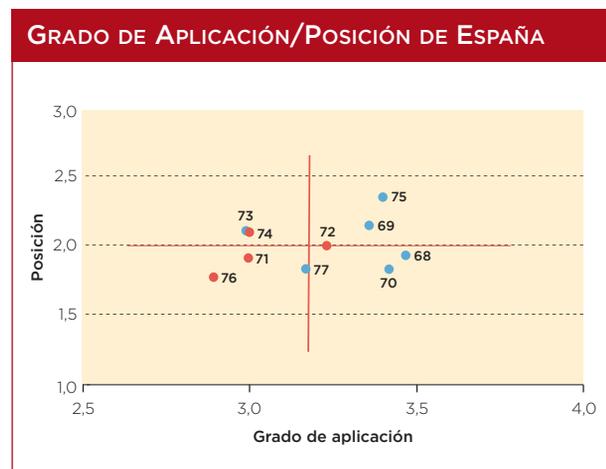


TABLA 9. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
68	Las redes inalámbricas de transmisión de datos sanitarios serán seguras, con garantía de funcionamiento, tendrán un acceso restringido y asegurarán la privacidad de los datos.	2015-2020	Técnicas y económicas para el desarrollo. Legislativas.
69	Los sistemas sensoriales embebidos funcionarán como sistemas de autodiagnóstico permitiendo su uso en cualquier entorno (hogar, trabajo, ambulatorios, hospitales,...) sin necesidad de asistencia por parte de personal clínico especializado.	2018-2025	Técnicas y económicas para el desarrollo. Legislativas.
70	Los sistemas multisensoriales permitirán mejorar el diagnóstico, el tratamiento y el post-seguimiento de las enfermedades incorporando en el mismo dispositivo la detección y el tratamiento.	>2021	Técnicas y económicas para el desarrollo. Económicas para la implantación. Legislativas.
75	Los sensores de señales vitales unidos a la localización permitirán una atención mucho más rápida y efectiva en situaciones de emergencia.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.
77	Las prótesis humanas estarán dotadas de inteligencia, de forma que mejorarán su funcionalidad y, por tanto, la calidad de vida de los pacientes.	>2026	Técnicas para el desarrollo.

El desarrollo de las tecnologías de la información ha hecho posible que cualquier ciencia o disciplina se beneficie de ellas. En concreto, los Sistemas Embebidos han sido considerados como “facilitadores” de la tecnología médica, siendo un componente crucial en el desarrollo del sector médico-sanitario, especialmente en aplicaciones de diagnóstico y terapia.

En este campo de aplicación, los Sistemas Embebidos pueden estar incorporados en dispositivos electrónicos que formen parte de equipos médicos con el objetivo de mejorar las características de los mismos y optimizar los procesos. En esta línea, aparecerán **sis-**

**temas multisensoriales** que permitirán mejorar el diagnóstico, el tratamiento y el post-seguimiento de las enfermedades a partir de dispositivos que incorporen la detección y el tratamiento en los mismos.

Asimismo, la transversalidad de los Sistemas Embebidos generará muchas posibilidades que mejorarán los servicios sanitarios. Por ejemplo, los **sensores de señales vitales unidos a la localización de personas** permitirán una atención mucho más rápida y efectiva en situaciones de emergencia.

Otro aspecto a tener en cuenta, y que ha quedado reflejado en las tendencias anteriormente listadas, es la



transmisión de datos. A fin de evitar filtraciones de datos y asegurar su privacidad, las **redes inalámbricas de transmisión de datos** sanitarios serán seguras, con garantía de funcionamiento y tendrán un acceso restringido. La consecución de este hito permitirá otras aplicaciones que necesiten de este tipo de transmisiones, como son los **sistemas de autodiagnóstico** para ser usados en cualquier entorno sin la necesidad de asistencia por parte de personal clínico especializado. La dependencia de las fechas de materialización queda plasmada en la tabla, donde el tema 69 (referente a los sistemas de autodiagnóstico) viene precedido por el tema 68 (redes inalámbricas de transmisión de datos).

Otra de las tendencias importantes en este campo hace referencia a los dispositivos implantables, en concreto las **prótesis humanas**. En este caso, se prevé que éstas estén **provistas de inteligencia**, de forma que mejorarán su funcionalidad, y por tanto la calidad de vida de los pacientes. Debido a la gran complejidad que conlleva el desarrollo de este tipo de dispositivos, no se prevé que éstos estén disponibles hasta después del año 2026.

Cabe destacar la reticencia general hacia los temas con fuerte implicación de la privacidad de los pacientes. Dichos temas, han quedado fuera de este análisis, ya que su IGI ha sido menor que el de la media del sector.

## LIMITACIONES

En este sector se pueden resaltar dos barreras que se erigen como las más importantes: las legislativas y las técnicas para el desarrollo.

Las limitaciones legislativas están relacionadas generalmente con la **protección de datos** y la **privacidad**. Cada vez más, se están desarrollando Sistemas Embebidos médicos que necesitan almacenar y administrar los datos de los pacientes, siendo de vital importancia que estas acciones se lleven a cabo de for-

ma segura, garantizando la protección y privacidad de los datos. Realmente, existe una prevención general hacia las tecnologías que puedan suponer una invasión a la intimidad de la persona, con las implicaciones legales que ello conlleva. Estos aspectos legales podrían tener implicaciones negativas en los futuros desarrollos tecnológicos dentro de este sector.

Las otras barreras a resaltar son las **técnicas de desarrollo**. Estas barreras se hacen patentes, sobre todo, en aplicaciones en las que es necesario integrar la vertiente biológica en la electrónica. Por ejemplo, la monitorización de parámetros físicos, como son la temperatura o la presión, no implica una dificultad exagerada, pero cuando se trata de medir la presencia de biomarcadores de enfermedades o concentraciones de sustancias tóxicas en sangre, mediante vía intravenosa, la dificultad aumenta de forma exponencial.

Otra dificultad añadida sería la falta de implicación de las empresas en el desarrollo y fabricación de este tipo de aplicaciones. Uno de los motivos de esta reticencia es la obligatoriedad para las empresas de poseer **certificaciones específicas** que les permitan llevar a cabo este tipo de aplicaciones para el sector médico.

## RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

A continuación se exponen las recomendaciones y conclusiones que se deben tener en cuenta en este sector para facilitar la aparición de las tendencias de futuro analizadas.

A priori, para que la mayoría de estas tendencias se lleven a cabo, el **sistema sanitario** debe dar un **salto cualitativo** importante, ya que los dispositivos que se mencionan requieren de una infraestructura específica. Además es necesaria una reingeniería de procesos y un nuevo enfoque a la manera de dar servicios sanitarios. Por estos motivos, es muy posible que la materialización de estas tendencias empiece a nivel privado para acabar extendiéndose a nivel público.



Al tener una implicación directa sobre los pacientes, se exige que estos dispositivos presenten una fiabilidad y una seguridad del 100%. Es por este motivo por el que tienen que cumplir con unos **estándares de seguridad** muy rigurosos y poseer las **certificaciones** necesarias para garantizar esta seguridad.

A modo general, la **estandarización** es una de las principales tendencias a seguir para conseguir ser competitivos en el ámbito de los dispositivos médicos, a fin de asegurar la interoperabilidad entre ellos. Los estándares aumentan los beneficios económicos y otorgan una ventaja competitiva al disminuir los costes de compra, incrementar la calidad, promover la innovación, mejorar el time to market, y permitir el acercamiento a las demandas internacionales.

Otra recomendación destacable es la de potenciar los **equipos multidisciplinares** de trabajo para llevar a cabo los desarrollos tecnológicos. Concretamente, es necesario potenciar la colaboración entre el sector de las TIC y el sector sanitario, ya que en muchos casos existe una gran brecha entre estos dos sectores que dificulta el avance tecnológico del sector.

Debido a la necesidad de crear dispositivos miniaturizados en el sector sanitario (implantación en el cuerpo, cirugía, etc.), las **microtecnologías** y las **nanotecnologías** se deben entender como tecnologías facilitadoras que permitirán el desarrollo de muchas de las aplicaciones de los Sistemas Embebidos en este sector. Por este motivo, será importante **establecer colaboraciones** con estos sectores (a nivel plataformas, grupos de investigación, empresas, etc.) para poder realizar desarrollos a un nivel mucho más avanzado.

Finalmente, cabe destacar que en este sector hay una gran actividad a nivel de investigación pero **faltan empresas** que lleven al mercado estos desarrollos. Algunos de los inconvenientes con que se encuentran las empresas para la realización de los

mismos son las dificultades tecnológicas, muy elevadas en este campo, y la obligatoriedad de tener ciertas certificaciones, que hace que las empresas acaben declinando esta opción, ya que los beneficios que se obtienen no compensan los costes y el trabajo realizado. Por estos motivos, será necesaria la **implicación de la Administración** como agente promotor de estas actividades, mediante, por ejemplo, el encargo y compra de prototipos, de modo que sea rentable para las empresas su desarrollo.

#### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- El **sistema sanitario** debe dar un **salto cualitativo** importante, ya que los dispositivos que se mencionan requieren de una infraestructura específica.
- Cumplir con unos **estándares de seguridad** muy rigurosos y poseer las **certificaciones** necesarias para garantizar esta seguridad.
- **Estandarización** a fin de asegurar la interoperabilidad entre los dispositivos médicos.
- Potenciar los **equipos multidisciplinares** de trabajo para llevar a cabo los desarrollos tecnológicos.
- Las **microtecnologías** y las **nanotecnologías** son tecnologías facilitadoras que permitirán el desarrollo de muchas de las aplicaciones de los Sistemas Embebidos en este sector.
- **Implicación de la Administración** como agente promotor de actividades de desarrollo mediante, por ejemplo, el encargo y compra de prototipos, de modo que sea rentable para las empresas su desarrollo.

### 7.3 Automatización industrial

Las tendencias recogidas en esta apartado hacen referencia al uso de los Sistemas Embebidos en aplicaciones de automatización industrial, entendiendo la automatización industrial como el conjunto de técnicas que involucran la aplicación e integración de diferentes sistemas para operar y controlar procesos productivos de forma autónoma.

Tal como se ha comentado en capítulos anteriores, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI). Los valores que quedan por encima del IGI medio son los considerados relevantes, siendo los temas con mayor puntuación los que representan para los expertos las principales inquietudes de futuro en relación a este sector de aplicación.

Para esta área de aplicación se plantearon 6 temas, de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 3 tendencias, tal y como muestra la figura 20.

Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 21 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

Dado que una de las tendencias con grado de aplicación mayor fue la 78, el Panel de Expertos decidió “rescatarla” e incluirla en el análisis que se realiza a continuación.

La Tabla 10 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra el número de identificación de los temas, la fecha en la que se prevé la materialización de los mismos y las limitaciones que éstos pueden encontrar para dicha materialización.

FIGURA 20

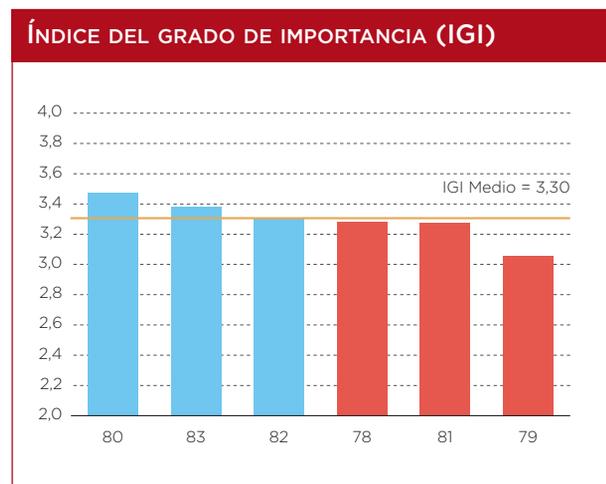


FIGURA 21

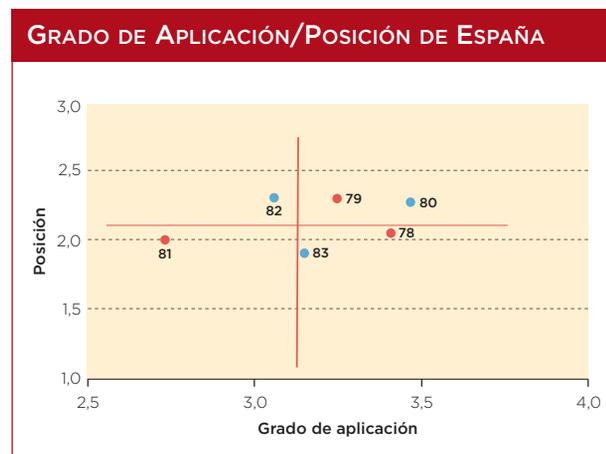


TABLA 10. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
78	Las partes o componentes de sistemas incorporarán sistemas embebidos dotados de sensores para conocer su comportamiento, realizar autodiagnósticos, almacenar su historial de fabricación y mantenimiento, facilitando la construcción de grandes sistemas y el control de su funcionamiento.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo y la implantación. Económicas para la implantación.
80	La gestión de almacenes y de logística de la empresa se hará mediante sistemas embebidos en los productos y en los sistemas de transporte internos para permitir seguir las existencias y hacer la gestión de pedidos de forma automática.	2015-2023	Económicas para la implantación.
82	Los sistemas de control industrial podrán ser controlados en tiempo real, incluso a kilómetros de distancia, gracias al uso de servicios Web en tiempo real.	2015-2020	Técnicas y económicas para la implantación.
83	Los sistemas de fabricación serán flexibles y autoconfigurables.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.

En este sector, los Sistemas Embebidos están cobrando una gran relevancia y se espera que su aplicación y evolución conlleve cambios positivos que afectarán a distintos ámbitos de la automatización.

Uno de los beneficios más claros que se obtendrán gracias a su uso será la optimización de la gestión y el control de productos y procesos.

La **gestión de almacenes y de logística** de la empresa se hará mediante Sistemas Embebidos en los productos y en los sistemas de transporte internos para permitir hacer un seguimiento de las existencias y hacer la gestión de pedidos de forma automática. Los Sis-

temas Embebidos juegan en este caso un papel decisivo en la consecución de la **trazabilidad** de los productos, entendiendo por trazabilidad el conjunto de acciones, medidas y procedimientos técnicos que permiten identificar y registrar cada producto desde su fabricación hasta el final de la cadena de comercialización, y en muchos casos hasta el final de su ciclo de vida. Estos sistemas, además de optimizar la logística de las empresas fabricantes, garantizarán la calidad de los productos, aportando una información completa y veraz sobre su historial. Esta información será de gran interés, tanto para el fabricante como para el consumidor.



A nivel de sistemas de fabricación, éstos incorporarán Sistemas Embebidos dotados de sensores que permitirán conocer su comportamiento, realizar autodiagnósticos y almacenar su historial de fabricación y mantenimiento, facilitando así la construcción de **grandes sistemas de fabricación** y su **control**. De este modo, se conseguirá dar un valor añadido sobre el mantenimiento y fabricación de grandes equipos, instalados en grandes plantas, donde es necesario realizar un mantenimiento en tiempo real y donde es muy importante saber cuál es el comportamiento de estos equipos para una mayor optimización del tiempo en operación y de los resultados.

Además, la implementación de Sistemas Embebidos permitirá avanzar hacia la **flexibilidad y auto-configurabilidad** de los sistemas de fabricación, permitiendo que éstos se adapten a configuraciones de fabricación distintas.

Otra de las tendencias destacables es que los sistemas de **control industrial** podrán ser controlados en **tiempo real**. En este sentido, se utilizarán servicios Web en tiempo real, que incluso permitirán realizar estas acciones a kilómetros de distancia.

### LIMITACIONES

Las principales barreras que se encontrarán en este sector para llevar a cabo las tendencias planteadas, como se puede apreciar en la tabla 10, son las **técnicas para el desarrollo** y las **económicas para la implantación**.

En muchos de los casos, a corto plazo la principal barrera que se presenta es la técnica para el desarrollo, debido a la complejidad de encontrar soluciones a los problemas planteados en el sector. A largo plazo, y una vez las soluciones tecnológicas para solventar estos problemas hayan sido encontradas, las limitaciones se centrarán en aspectos económicos, ya que deberán conseguirse soluciones económicamente viables.

También es importante recordar la gran dispersión y variedad existente en este sector lo cual hace especialmente complicado encontrar soluciones válidas para diferentes aplicaciones, requiriéndose un esfuerzo adicional de estandarización.

### RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

Las recomendaciones y conclusiones que se proponen para este sector son de carácter general, debido a la tipología de tendencias que se han analizado.

Debido a la gran horizontalidad de este sector y la generalidad de los temas, una forma de facilitar las actividades de desarrollo sería mediante la realización de una actividad de vigilancia tecnológica a otros sectores, ya que posiblemente se podrían **adaptar soluciones utilizadas en otros ámbitos** para cubrir los requerimientos tecnológicos del sector. De este modo, sólo sería necesario realizar pequeñas modificaciones para que estas tecnologías sean adaptadas al nuevo entorno.

También sería conveniente **fomentar la utilización de estándares**, sobre todo debido a la enorme modularidad y la flexibilidad que presentarán los sistemas en este sector. De este modo se facilitará la sustitución de componentes, la multioperabilidad y la adaptación a distintas funciones.

#### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- **Adaptar soluciones utilizadas en otros ámbitos** para cubrir los requerimientos tecnológicos del sector.
- **Fomentar la utilización de estándares**, sobre todo debido a la enorme modularidad y la flexibilidad que presentarán los sistemas en este sector.

## 7.4 Infraestructura pública y Servicios

En esta sección se hace referencia a aquellos desarrollos relacionados con la infraestructura y los servicios públicos de gran influencia en nuestra sociedad.

Tal como se ha comentado en capítulos anteriores, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI). Los valores que quedan por encima del IGI medio son los considerados relevantes. Los temas con mayor puntuación representan para los expertos las principales inquietudes de futuro en relación a este sector de aplicación.

Dentro de esta área se plantearon 5 temas, de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 4 tendencias, como muestra la figura 22.

Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 23 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

Dada la disposición de los temas que se muestra en la Figura 23, el Panel de Expertos decidió no incluir el tema restante en el presente análisis.

La Tabla 11 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra el número de identificación de los temas, la fecha en la que se prevé la materialización de los mismos y las limitaciones que éstos pueden encontrar para su desarrollo y/o su implantación.

FIGURA 22

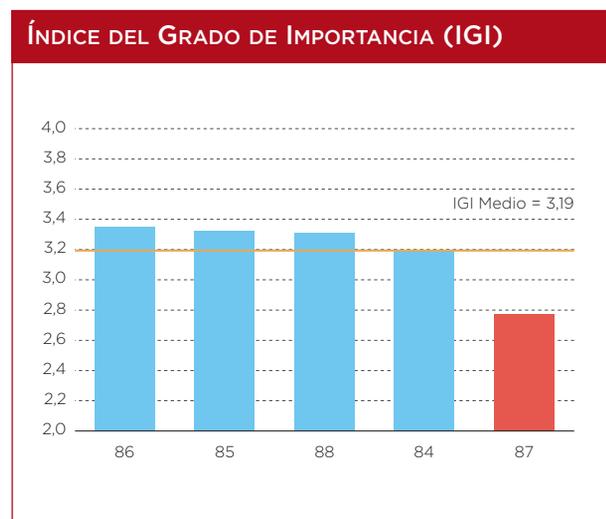


FIGURA 23

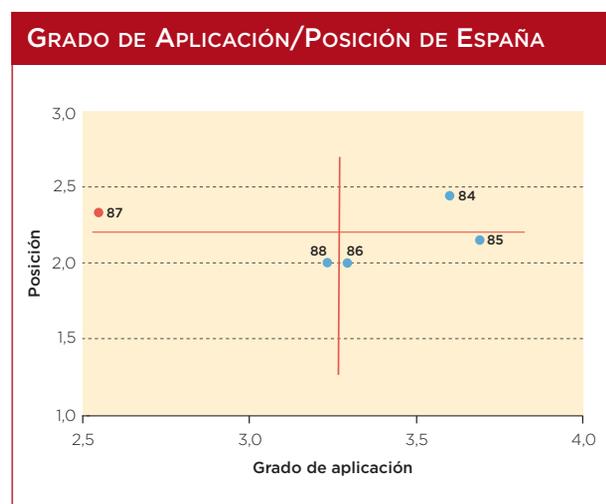


TABLA 11. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
84	Será obligatorio que los contadores de la luz, agua y gas tengan capacidad de ser leídos de forma remota y automática, evitándose la lectura manual y supervisión (por ejemplo para detección temprana de averías) de los mismos.	2009-2020	Económicas para la implantación.
85	Se implantarán masivamente los dispositivos embebidos en las infraestructuras de iluminación pública para el control óptimo de éstas.	2015-2020	Económicas para la implantación.
86	Las señales de tráfico y las infraestructuras se comunicarán directamente con los vehículos para transmitirles información, así como con los sistemas de gestión de tráfico para informar en tiempo real sobre el estado del tráfico y las incidencias.	2021-2025	Económicas para la implantación.
88	Se integrarán mecanismos de seguridad biométrica en los procesos de negocio, personalizando la información al usuario final y adaptándose al dispositivo.	2015-2020	Técnicas paea el desarrollo. Económicas para la implantación.

La gran aplicabilidad que ofrecen los Sistemas Embebidos alcanza sectores muy importantes y muy diversos como son, por ejemplo, las infraestructuras públicas y servicios.

La sensorización de las infraestructuras, con el fin de supervisar y controlar de forma óptima y eficiente los recursos, mejorando así los servicios públicos, es la tendencia más destacada dentro de esta área de aplicación.

Siguiendo esta tendencia, se prevé que en un futuro será obligatorio que los **contadores** de la luz, agua y gas tengan capacidad de ser **leídos de forma remota y automática**, evitándose la lectura manual y la supervisión in-situ (por ejemplo, para detección temprana de averías). Estas soluciones ya se están

empezando a implementar en algunos países, como por ejemplo el Reino Unido, donde la compañía encargada puede realizar las lecturas de contadores desde coches en circulación o en Suecia, dónde está implantada la telemedida en contadores eléctricos a través de PLC -Power Line Communication-.

No obstante, la obligatoriedad de este tipo de sistemas aún se ve lejana, debido a la necesidad de una fuerte inversión para llevarla a cabo, y así se refleja en los resultados del estudio, en los que podemos ver que la fecha de materialización estimada de esta tendencia abarca un amplio período de tiempo (2009-2020). Esto es debido a que, aunque las primeras aplicaciones podrían ser implementadas a corto plazo, no se espera una aplicación masiva hasta más largo



plazo, siempre ligada a una obligatoriedad legislativa, debido a los altos costes de implantación.

La eficiencia y optimización de los recursos, como es la energía, destacan como metas a conseguir en este sector. Por este motivo, se implantarán masivamente los **dispositivos embebidos en** las infraestructuras de **iluminación pública** para el control óptimo de éstas. Así, se conseguirá un menor impacto medioambiental ya que los dispositivos inteligentes permitirán un ahorro energético considerable.

Asimismo, otra de las tendencias importantes en esta área es la eficiencia y optimización de las infraestructuras viales. Para conseguirlo, se prevé que a largo plazo, **las señales de tráfico y las infraestructuras se comunicarán** directamente **con los vehículos** para transmitirles información, así como **con los sistemas de gestión de tráfico** para informar en tiempo real sobre el estado del tráfico y las posibles incidencias que se vayan produciendo. Esto permitirá una mejor regulación del tráfico y un aumento de la seguridad vial.

Un punto y aparte en este sector respecto a la aplicabilidad de los Sistemas Embebidos se refleja en el tema 88, dedicado a la seguridad en las infraestructuras, entendiéndose como tal la seguridad necesaria en los accesos a edificios, y en los diferentes procesos del negocio en general. De esta manera, se espera que a medio-largo plazo se integren mecanismos de **seguridad biométrica en los procesos de negocio**, personalizando la información al usuario final y adaptándose al dispositivo.

## LIMITACIONES

Prácticamente las únicas limitaciones que presenta el sector de las infraestructuras públicas y servicios son las **económicas de implantación**.

Los temas relacionados con la sensorización de las infraestructuras para el control y la supervisión no

presentan grandes dificultades de desarrollo ya que las tecnologías utilizadas para ello son maduras y no requieren de grandes modificaciones. Pese a ello, su implantación a gran escala se verá dificultada por la necesidad de realizar importantes inversiones financieras para su amplia aplicación.

En lo que respecta a las infraestructuras de iluminación pública y más concretamente en entornos urbanos, las competencias corresponden a los ayuntamientos, por lo que la situación económica de los mismos influirá necesariamente en la implantación de estas infraestructuras.

En el caso de los mecanismos de seguridad biométrica aplicables a los procesos de negocio también se deben destacar las limitaciones **técnicas para el desarrollo**, ya que estas tecnologías, a diferencia de las anteriormente citadas, no han adquirido aún el nivel de madurez suficiente, haciéndose necesaria la dedicación de más esfuerzo en I+D.

## RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

La recomendación más destacada referente a este sector es la necesaria **implicación económica de la Administración**.

Esta implicación económica es la única manera de que estas tendencias se lleven a cabo, ya que se trata de proyectos económicamente muy costosos, que afectan a la infraestructura pública de nuestro país, y que por tanto sólo pueden ser apoyados por las Administraciones públicas.

### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- **Implicación económica de la Administración** para que las tendencias de este sector se lleven a cabo.

## 7.5 Energía

Las tendencias recogidas en este sector de aplicación hacen referencia a aspectos energéticos relacionados con el mercado eléctrico, donde los Sistemas Embebidos tienen un papel destacado.

Tal como se ha comentado anteriormente, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI), siendo los temas con valores de IGI superiores a los del IGI medio los considerados relevantes.

Esta área de aplicación ha recogido 7 temas, de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 4 tendencias, tal y como muestra la figura 24.

Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 25 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

El único tema susceptible a ser recuperado como tendencia relevante es el 91, pero debido a su situación en el gráfico, el Panel de Expertos decidió no “rescatarlo”.

La Tabla 12 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra el número de identificación de los temas, la fecha en la que se prevé la materialización de los mismos y las limitaciones para dicha materialización.

FIGURA 24

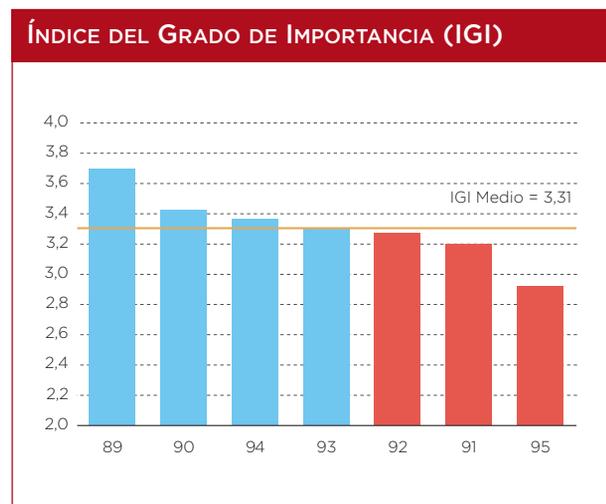


FIGURA 25

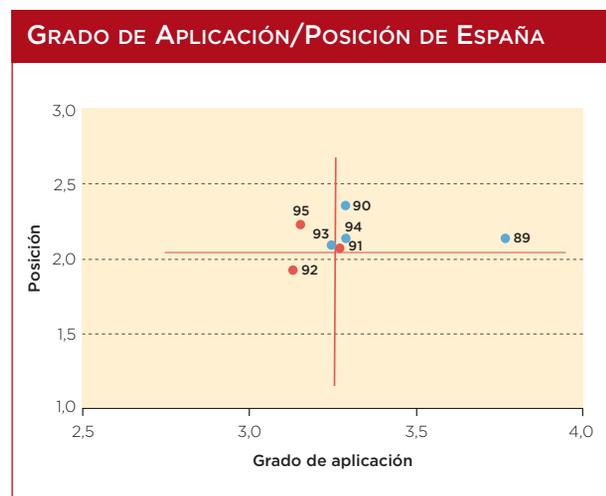


TABLA 12. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
89	Los sistemas embebidos permitirán la integración y gestión de la generación distribuida presentando un alto grado de confiabilidad y contribuyendo a los aspectos de mantenimiento y calidad de servicio de la red energética.	2015-2020	Técnicas y económicas para el desarrollo y la implantación.
90	Se generalizará el uso de tecnologías inalámbricas para el control de infraestructuras energéticas, superando los actuales problemas de seguridad.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.
93	En las redes de energía se implantarán dispositivos electrónicos como interfaz de medios de almacenamiento energético.	2015-2020	Económicas para la implantación.
94	En los hogares, edificios y distritos, mediante el uso de sistemas embebidos, se realizará una selección del momento de consumo más conveniente evaluando la necesidad y la oportunidad para el estado de la red. Asimismo se podrá seleccionar el origen de la energía, evaluando la ventaja económica y de calidad.	>2023	Técnicas para el desarrollo. Económicas para la implantación.

La liberalización del mercado eléctrico y los condicionantes medioambientales configuran un escenario de futuro orientado hacia la diversificación energética, con un aumento significativo de las energías limpias y un incremento en la eficiencia energética de los procesos. Para lograr estos objetivos será necesario el uso de Sistemas Embebidos, que permitirán dotar de inteligencia a los dispositivos utilizados y darán un valor añadido a los mismos.

Dentro de este campo, se configura una tendencia al desarrollo de sistemas descentralizados, flexibles y adaptables a la demanda, que permitan la generación

cercana a los puntos de consumo, reduciendo pérdidas a consecuencia del transporte de energía y disminuyendo la necesidad de inversiones en nuevos tendidos eléctricos. A esto le debemos añadir que, hoy en día, existe una mayor diversidad de tecnologías de generación eléctrica, fundamentalmente debido al auge de las energías renovables y la cogeneración. Estas tecnologías se caracterizan por el menor tamaño de las instalaciones así como por una mayor variedad de emplazamientos, y se conocen genéricamente como generación distribuida, pudiéndose definir ésta como aquellas centrales de menor ca-



pacidad que las convencionales, entre la que existe mayor diversidad de fuentes primarias de energía y que suelen conectarse directamente a la red de distribución con una gran dispersión geográfica.

En la legislación española, el equivalente a la generación distribuida serían las instalaciones de producción de electricidad en régimen especial, quizá con la excepción de las grandes granjas eólicas o futuras plantas eólicas marinas.

En este ámbito, los Sistemas Embebidos **permitirán la integración y gestión de la generación distribuida**, presentando un alto grado de confiabilidad y contribuyendo a los aspectos de mantenimiento y calidad de servicio de la red energética.

Pese a ello, actualmente existen ciertas dificultades legales y administrativas para la implantación generalizada de estos sistemas de generación distribuida, los cuales modificarían la red de distribución actual. Por este motivo no se prevé su implantación hasta el 2015-2020. Cabe destacar, también, que para que se produzca esta tendencia se deberán superar también barreras, tanto técnicas como económicas para el desarrollo y la implantación.

Basándose en estos sistemas de generación distribuida, mediante el uso de Sistemas Embebidos en los hogares, edificios y distritos, se realizará una **selección del momento de consumo más conveniente (concepto gestión de la demanda)** evaluando la necesidad y la oportunidad para el estado de la red. Asimismo, se podrá **seleccionar el origen de la energía**, evaluando la ventaja económica y de calidad. El hecho de necesitar un sistema de generación distribuida preestablecido para que se pueda llevar a cabo esta tendencia hace que la fecha de materialización de la misma se prevea para más allá del año 2023.

La aparición de sistemas de generación distribuida hará incrementar la dificultad en el control sobre

los sistemas de almacenamiento energéticos. Por este motivo, en las redes de energía se implantarán dispositivos electrónicos como **interfaz de medios de almacenamiento energético** a fin de asegurar el suministro y garantizar el servicio al usuario.

Otra tendencia igualmente significativa en el sector energético, y que se repite en otros sectores, es la capacidad de tener un control de los sistemas sin la necesidad de estar físicamente en el lugar. Esto se conseguiría mediante el uso de **tecnologías inalámbricas**. De esta manera se evitaría la necesidad de realizar zanjas para el enterramiento de infraestructuras cableadas, con el correspondiente ahorro de costes, y se presentarían ventajas en áreas como el mantenimiento, despliegue, flexibilidad, robustez y redundancia, aspectos igualmente importantes a la hora de explotar este tipo de infraestructuras.

## LIMITACIONES

En el sector de la energía las barreras encontradas según las tendencias son, básicamente, **técnicas para el desarrollo y económicas de implantación**, dependiendo de la aplicación de las mismas.

Las tendencias con una implicación infraestructural deberán superar limitaciones económicas de implantación debido al enorme volumen de infraestructuras existentes y a sus grandes dimensiones.

En cambio, las tendencias donde se persigue un control sobre los sistemas y una gran confiabilidad, las limitaciones que aparecen son técnicas para el desarrollo.

Pese a que no salen reflejadas en la tabla 12, las **limitaciones legislativas** son muy importantes en este sector ya que sin la aprobación por parte de la Administración de los cambios necesarios para la implementación de los desarrollos analizados, la mayoría de éstos no podrán llevarse a cabo.



## RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

Las energías renovables jugarán un papel relevante en el sistema de descentralización de sistemas distribuidos. Por esta razón, será necesaria por parte de los gobiernos la **incentivación del aprovechamiento** inteligente y útil de la **energía** de igual manera que se incentiva la generación verde (uso de placas solares, etc.). Del mismo modo que en las casas se obliga a generar una cierta cantidad de energía de forma limpia, se debería también promover la gestión correcta de esta energía, punto en el que los Sistemas Embebidos juegan un papel muy importante.

Cabe resaltar, a modo de conclusión, la necesidad que las **Administraciones** apoyen estos avances mediante la aprobación de **cambios legislativos** que permitan llevar a cabo las tendencias citadas.

### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- **Incentivación del aprovechamiento** inteligente y útil de la **energía** por parte de los gobiernos.
- Necesidad de que las **Administraciones** apoyen los avances en este campo mediante la aprobación de **cambios legislativos** que permitan llevar a cabo las tendencias citadas.

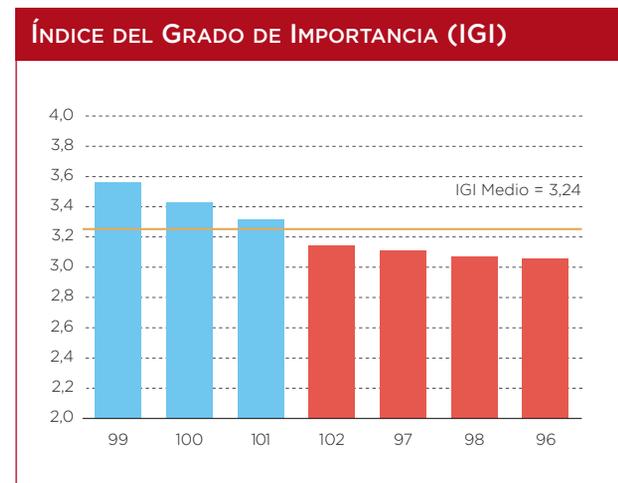
## 7.6 Bienes de consumo

En esta sección se hace referencia a aplicaciones de los Sistemas Embebidos en bienes de consumo presentes en nuestro día a día.

Tal como se ha comentado, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI), siendo los temas con mayor IGI los que representan para los expertos las principales inquietudes de futuro en relación a este sector de aplicación.

Este ámbito de aplicación recogió 7 temas de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 3 tendencias, como muestra la figura 26.

FIGURA 26



Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 27 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

A pesar del alto grado de aplicación del tema 97, finalmente el Panel de Expertos decidió no incluirlo en el análisis debido a su bajo IGI.

La Tabla 13 resume el conjunto de temas más relevantes, donde se muestra el número de identificación de los mismos, la fecha en la que se prevé su materialización y las limitaciones para el desarrollo y/o implantación.

FIGURA 27

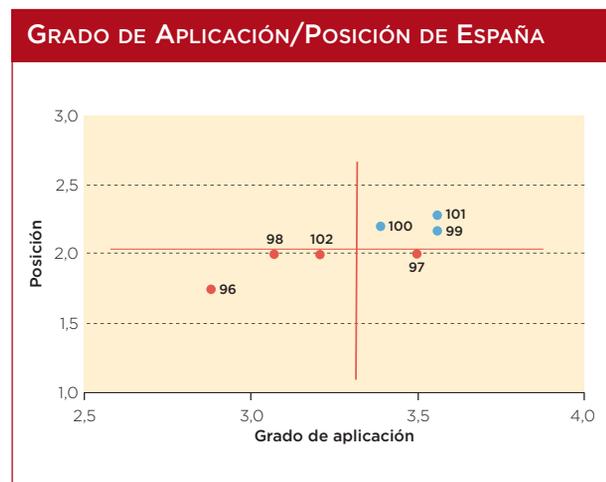


TABLA 13. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
99	Se generalizará el uso de identificación RFID (Radio frequency identification technology) para gestión de logística, adaptación de funcionalidad y oferta de servicios.	2015-2020	Económicas para la implantación.
100	Existirá una trazabilidad completa de bienes de consumo en base a tecnologías de identificación.	2015-2020	Económicas para la implantación.
101	Los sistemas de información y entretenimiento (infotainment) serán generalizados, ubicuos y permitirán modelos de negocio tipo productor/consumidor (prosumer).	2015-2020	Económicas para la implantación.



Los Sistemas Embebidos juegan un papel vital en nuestra sociedad y, por lo tanto, también en los bienes de consumo.

La dependencia que presenta la sociedad de la información hacia los sistemas que intervienen en la progresiva automatización de funciones de la vida cotidiana, unida al uso generalizado de los Sistemas Embebidos para cumplir los niveles de automatización precisos para conseguir la seguridad, el confort y la eficiencia económica deseados, pone en primera línea de importancia la confiabilidad en el proceso de diseño de tales sistemas y, de modo especial, en los sistemas encargados de realizar determinadas funciones que se consideran críticas para la seguridad y la integridad de personas o bienes.

Para poder alcanzar los niveles deseados de seguridad y calidad de los bienes de consumo se suele utilizar la trazabilidad de los mismos. Precisamente, el uso de Sistemas Embebidos que dotarán de inteligencia los procesos intermedios, permitirá conseguir una mejora sustancial de la trazabilidad de los bienes. Este valor añadido que se pretende dar a los procesos actuales ha derivado en la afirmación que existirá una **trazabilidad completa** de los bienes de consumo.

La trazabilidad, así como el control de la calidad, están totalmente ligados a la evolución tecnológica de los sistemas RFID. Los **sistemas RFID** son sistemas de almacenamiento y recuperación de datos remota que usan dispositivos denominados tags RFID. Éstos juegan un papel decisivo en la consecución de la trazabilidad de los bienes de consumo.

La aplicación de los Sistemas Embebidos en el sector de los bienes de consumo no se limitará a la mejora de los procesos de gestión y trazabilidad, sino que también se utilizará para dotar de diferentes características a los bienes de consumo propiamente dichos. Una de las tendencias más importantes en este sentido y que se llevará a cabo a medio-largo plazo es que los sistemas de información y entretenimiento, conocidos como **infotainment**, serán generalizados, ubicuos y permitirán **nuevos modelos de negocio** en los que los usuarios sean simultáneamente productores y consumidores de información, y donde el negocio se genere no del producto en sí mismo, sino de los servicios que puede ofertar.

#### **LIMITACIONES**

El sector de los bienes de consumo sólo destaca las limitaciones **económicas para la implantación** como barreras a superar para la materialización de las tendencias de futuro planteadas. Uno de los motivos por los cuales aparecerán este tipo de barreras es que los bienes de consumo actuales, cuyos costes son bastante bajos, podrían verse encarecidos a causa de la aplicación de estas tecnologías.

#### **RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES**

Las recomendaciones y conclusiones propuestas para este sector están ligadas, en general, al aumento de las prestaciones y servicios potenciales de los bienes de consumo sin aumentar el coste final del producto, teniendo en cuenta que para este sector el coste es clave para seguir siendo competitivo.

La implementación de sistemas embebidos en los bienes de consumo permitirá que éstos realicen funcionalidades innovadoras de forma más fiable y que por tanto tengan un mayor valor añadido.

Para conseguir que la implementación de estos sistemas no encarezca los productos, se deberían **usar subconjuntos parciales** de las herramientas, métodos y procesos más ajustados en coste de desarrollo y aplicación.

Asimismo, el sector debería hacer una vigilancia de las tecnologías utilizadas en otros sectores, de manera que cuando éstas ganen en fiabilidad y se reduzcan sus costes, puedan ser adoptadas en el sector de bienes de consumo.

#### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- **Usar subconjuntos parciales** de las herramientas, métodos y procesos más ajustados en coste de desarrollo y aplicación, para conseguir que la implementación de Sistemas Embebidos no encarezca los productos.
- Hacer una **vigilancia de las tecnologías utilizadas en otros sectores** de manera que puedan ser adoptadas en el sector de bienes de consumo.

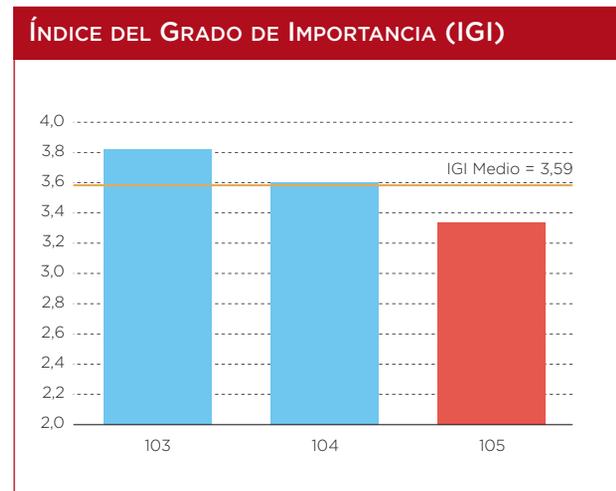
## 7.7 Medioambiente

Las tendencias recogidas en este sector de aplicación hacen referencia a aspectos medioambientales que tendrán una gran repercusión en los próximos años.

Tal como se ha comentado en capítulos anteriores, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI), siendo los valores que quedan por encima del IGI medio los considerados relevantes.

Dentro de esta área temática se plantearon 3 temas de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 2 tendencias, como muestra la figura 28.

FIGURA 28



Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 29 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

Dada la posición de los temas en el gráfico, el Panel de Expertos decidió no incluir el tema 105.

La Tabla 14 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra su número de identificación, su fecha de materialización esperada y las limitaciones que éstos encontrarán para su desarrollo y/o implantación.

FIGURA 29

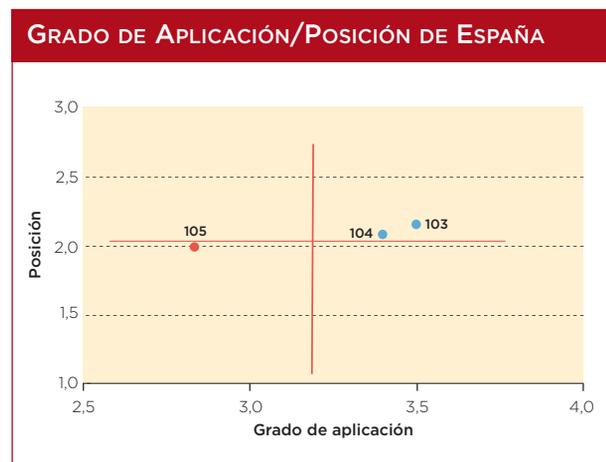


TABLA 14. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
103	Los sistemas sensoriales embebidos estarán emplazados físicamente en el medioambiente y llevarán a cabo una medida on-line del grado de contaminación (en aguas, suelos, etc.), la medición de variables meteorológicas y previsión del fenómeno de inversión térmica.	2021-2025	Técnicas para el desarrollo y la implantación. Económicas por la implantación.
104	Se diseñarán e implantarán sistemas embebidos que alerten de un alto riesgo medioambiental en el mismo instante en que empiece a producirse y también permitirán monitorizarlo (por ejemplo en caso de un incendio o un vertido tóxico).	>2015	Técnicas para el desarrollo y la implantación. Económicas por la implantación.



Existe una creciente conciencia en las sociedades avanzadas acerca de la necesidad de considerar la conservación del medio ambiente como una gran prioridad, con problemáticas como el cambio climático, el calentamiento global o la falta de recursos naturales en el punto de mira de los gobiernos y de la sociedad en general.

La ciencia y la tecnología son elementos indispensables para hacer frente a los retos medioambientales que se plantean en un futuro y, en esta línea, la prevención de riesgos medioambientales es una de las áreas en las que tendrá que hacerse un mayor esfuerzo de investigación, desarrollo e implantación.

En este campo, los Sistemas Embebidos jugarán un importante papel, permitiendo hacer realidad aplicaciones que requieren de la transmisión de datos para el **control y medida de variables**, así como la **prevención de catástrofes ambientales**.

Éste es el caso de las dos tendencias que se tratan en este apartado.

Por una parte, hablaríamos de la aplicación de **sistemas sensoriales embebidos** emplazados físicamente **en el medioambiente**, que permitirían llevar a cabo una medida on-line del grado de contaminación orgánica (en aguas, suelos, etc.), la medición de variables meteorológicas, así como previsiones como la del fenómeno de inversión térmica.

Debido a la dificultad existente en la toma de estos datos y en la implantación de estos dispositivos, esta última por motivos económicos, no se espera que esta tendencia se materialice hasta el 2021-2025.

Asimismo, la posibilidad de poder mantener de forma continua un control sobre ciertos parámetros permitirá la prevención de **riesgos medioambientales**, y en caso de que éstos acaben produciéndose, permitirá la **alerta** en tiempo real, así como su **monitorización** (por ejemplo en caso de un incendio o un vertido tóxico).

Como indica la tabla 14, la fecha de materialización estimada para esta tendencia tiene una gran variabilidad. Esto es debido a que, pese a que este tipo de dispositivos podrían ser factibles técnicamente a medio plazo para algunas aplicaciones concretas, la cantidad y diversidad de riesgos medioambientales, actuales y futuros, es muy amplia y de complejidad técnica muy diversa. Esto hará que vayan apareciendo diferentes aplicaciones a lo largo de los años.

## LIMITACIONES

Las principales barreras que afectarán a la materialización de las tendencias planteadas para el sector medioambiental son las **económicas para la implantación**. Las vastas extensiones territoriales donde deberán ser implantados los dispositivos anteriormente mencionados dificultan enormemente la tarea, sobre todo a nivel económico, debido al gran volumen de dispositivos necesarios para cubrirlas.

También se han destacado las barreras **técnicas para el desarrollo**, que son intrínsecas al nivel de complejidad del dispositivo y al tipo de riesgo o variable a controlar. Las barreras **técnicas de implantación** son implícitas al sector, ya que los dispositivos de control estarán implantados físicamente en el medioambiente, con los inconvenientes que esto conlleva.

## RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

El sector medioambiental es un sector que aun está evolucionando. Por este motivo cabe resaltar que existe un gran potencial en este campo debido a su gran repercusión mediática y a las crecientes políticas gubernamentales relacionadas con estos aspectos.

Como se ha comentado anteriormente, una de las barreras más importantes son las económicas para la implantación. Esto hace necesaria la implicación de la **Administración**, mediante la realización de **inversiones** para el despliegue generalizado de este tipo de dispositivos. Las inversiones a realizar serían muy elevadas, pero debe tenerse en cuenta el gran beneficio social que se conseguiría.

Por último, se debe destacar la importancia de formar **equipos de trabajo multidisciplinares** capaces de desarrollar este tipo de aplicaciones. Ésta sería la manera de superar las barreras técnicas detectadas, las cuales vienen determinadas por la complejidad de estos sistemas, que deben integrar las TICs con aspectos referentes a la biología o la química.

### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- Implicación de la **Administración** mediante la realización de **inversiones** para el despliegue generalizado de este tipo de dispositivos.
- Formar **equipos de trabajo multidisciplinares** capaces de desarrollar este tipo de aplicaciones.

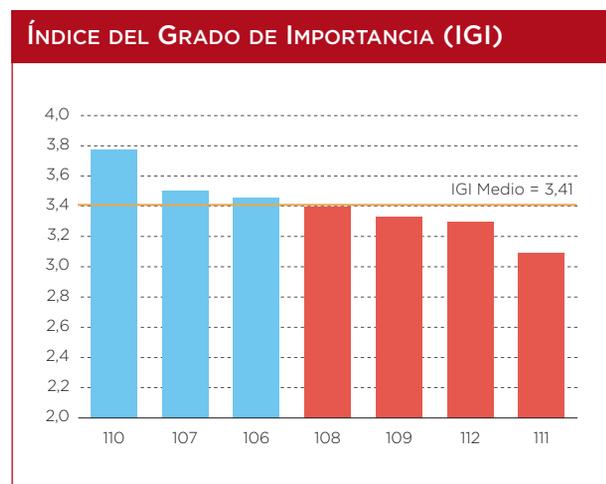
## 7.8 Fuerzas de seguridad

Tal como se ha comentado en los capítulos anteriores, el criterio de relevancia seguido en este estudio es el Índice de Grado de Importancia (IGI). Los temas con mayor puntuación representan para los expertos las principales inquietudes de futuro en relación a este sector de aplicación.

Se plantearon 7 temas, de los cuales, a partir del IGI medio, se consideraron como importantes 3 tendencias, como muestra la figura 30.

Esta información se completa con la representación gráfica de los valores medios de los Índices de Posición y de Grado de Aplicación para España. La Figura 31 representa la distribución de los temas de esta área, donde se destaca en azul la posición de los temas relevantes según el IGI.

FIGURA 30



Dado que ha salido como la tendencia con un grado de aplicación más elevado de este sector, el Panel de Expertos decidió incluir en el análisis el tema 108.

La Tabla 15 resume este conjunto de temas relevantes, donde se muestra el número de identificación de los temas, la fecha en la que se prevé la materialización de los mismos y las principales limitaciones para dicha materialización.

FIGURA 31

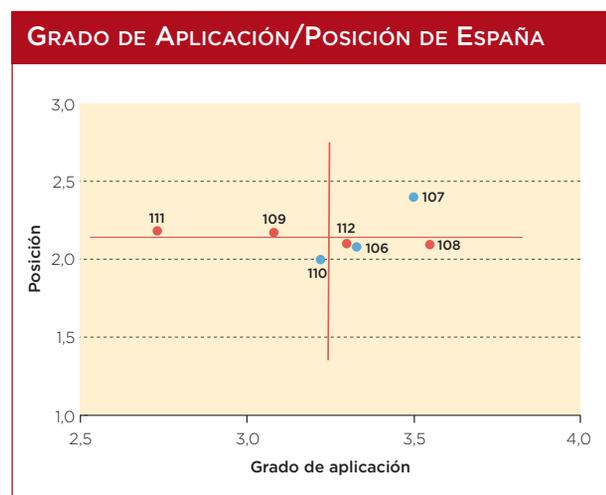


TABLA 15. TEMAS SELECCIONADOS

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
106	Se generalizará el uso de aviones/helicópteros sin piloto (UAV) para misiones de seguridad, con funciones de reconocimiento, identificación e inteligencia.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.
107	Se desarrollará un sistema de comunicaciones celular de banda ancha, que sustituya al actual TETRA, y que permita la implementación de nuevos servicios para las Fuerzas de Seguridad (y otros servicios profesionales).	2015-2025	Técnicas para el desarrollo y la implantación.
108	El equipamiento del miembro de las fuerzas de seguridad integrará sensores, proceso y presentación gráfica, de forma que le ayude en sus misiones de patrulla. Estos sistemas del tipo "soldado del futuro", estarán enlazados con el vehículo de patrulla, que servirá de enlace de comunicaciones entre el agente (y sus sensores) y la central.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo. Económicas para la implantación.



TABLA 15. CONTINUACIÓN

Nº	TEMA	FECHA MATERIALIZACIÓN	LIMITACIONES
110	El desarrollo de una nueva generación de sensores permitirá crear sistemas de detección automática de explosivos que se instalarán en estaciones y aeropuertos, controlándose el movimiento de este tipo de materiales de forma generalizada y automatizada.	2015-2020	Técnicas para el desarrollo.

La enorme cantidad de inversiones que a nivel mundial reciben los Departamentos de Defensa hace que el sector de las fuerzas de seguridad esté en continuo desarrollo. Este sector ha encontrado en los Sistemas Embebidos un punto de soporte para mejorar y optimizar estos desarrollos, con lo cual se conseguirá que el avance en este campo sea, si cabe, aun mayor.

Uno de los aspectos en los que más se está trabajando es en el desarrollo de **vehículos no tripulados (UAV)**, que evitan arriesgar la vida de los soldados, permitiendo actuar de forma efectiva y sin demoras en decisiones. En esta línea, se generalizará el uso de aviones y helicópteros sin piloto (UAV) para misiones de seguridad, con funciones de reconocimiento, identificación e inteligencia.

Las redes de comunicación también experimentarán una evolución que afectará al sector de las fuerzas armadas debido a la necesidad de un sistema de comunicaciones cada vez más seguro y fiable. En este sentido, se desarrollará un **sistema de comunicaciones celular de banda ancha**, que sustituya al actual TETRA, y que permita la implementación de nuevos servicios para las Fuerzas de Seguridad (y otros servicios profesionales). Este nuevo concepto de sistema

de comunicaciones celular, adaptado al entorno móvil, proporcionará servicios de conectividad IP de banda ancha, con gestión de la calidad de servicio, garantizando el mantenimiento sin interrupción de las comunicaciones en curso y con soporte para la implementación de servicios profesionales de voz, vídeo y datos.

Con la intención de ayudar a las fuerzas armadas a llevar a cabo su cometido, el desarrollo de dispositivos que faciliten su trabajo es continuo. Por este motivo, se puede afirmar que el equipamiento de los miembros de las fuerzas de seguridad integrará sensores, proceso y presentación gráfica, de forma que le ayude en sus misiones de patrulla. Estos sistemas del tipo **“soldado del futuro”**, estarán enlazados con el vehículo de patrulla, que servirá de enlace de comunicaciones entre el agente (y sus sensores) y la central. Alguno de estos dispositivos ya se está aplicando en ciertos grupos policiales ingleses, cuyos coches de patrulla llevan integrados Sistemas Embebidos. Estos dispositivos necesitan de fuentes de alimentación de bajo consumo energético por temas de autonomía, por lo que un aspecto a tener en cuenta para este tipo de aplicaciones es la necesidad de disponer de dispositivos embebidos energéticamente eficientes.

La seguridad nacional es un tema candente en el que hoy día los gobiernos invierten elevados esfuerzos en I+D. La tendencia es que la preocupación por estos temas siga al alza, debido a la sensación de inseguridad a nivel mundial.

Una de las aplicaciones más importantes para hacer frente a estos temas de seguridad son los **sistemas de detección automática de explosivos**. En este campo, el desarrollo de una nueva generación de sensores permitirá crear este tipo de dispositivos, que podrán ser instalados en estaciones y aeropuertos.

#### LIMITACIONES

Como se muestra en la tabla 15, las barreras comunes a todas las tendencias son las **técnicas de desarrollo**. Ya se ha comentado que este sector está en continuo crecimiento y cuenta con elevadas inversiones, por lo que el único impedimento claro que se presenta, para la futura materialización de las tendencias planteadas, es la complejidad técnica que conllevan los desarrollos.

Las barreras **económicas para la implantación** relacionadas con el equipamiento de los miembros de seguridad y de sus coches patrulla es debido al incremento futuro del número de agentes de seguridad y, por lo tanto, del número de vehículos necesarios, cuyo volumen actual ya supondría una inversión suficientemente elevada para su implantación.

#### RECOMENDACIONES / CONCLUSIONES

Para que el continuo desarrollo tecnológico del sector dé sus frutos, se recomienda una serie de directrices a seguir, que se exponen a continuación.

Gracias a las grandes inversiones destinadas a este campo, con una proyección creciente en el tiempo, aumentará el número de tecnologías desarrolla-

das para el mismo, muchas de las cuales podrían luego ser adaptadas a otros sectores.

Así, se hace imprescindible potenciar la **transversalidad de las tecnologías** inicialmente desarrolladas para el sector de las fuerzas de seguridad ya que, con pequeñas modificaciones, éstas podrían ser aplicadas a distintos campos, como son la automoción o la aeronáutica. Un ejemplo de lo expuesto son los vehículos UAV, que tienen una potencial aplicación en el sector de la automoción.

En este sector, el país que invierte más recursos y realiza más desarrollos son los Estados Unidos. También es el país que más adapta las tecnologías desarrolladas a nivel militar para ser utilizadas en sectores más cotidianos. En muchas ocasiones los demás países acaban comprando estas tecnologías, que en el momento de la compra no son ni las más novedosas ni la última generación. Esta situación es así debido, en parte, a que en Europa no se realiza de forma habitual esta adaptación de las tecnologías. Una forma de potenciar estas actividades y evitar estas situaciones de dependencia tecnológica es mediante la **financiación pública para el desarrollo de prototipos** con la posibilidad de una venta posterior de los mismos.

#### PRINCIPALES CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES:

- Potenciar la **transversalidad de las tecnologías** inicialmente desarrolladas para el sector de las fuerzas de seguridad.
- **Financiación pública para el desarrollo de prototipos** con la posibilidad de una venta posterior de los mismos.





## 8. Conclusiones generales

Este estudio de prospectiva ha pretendido analizar cuáles serán las principales tendencias de los Sistemas Embebidos, tanto a nivel tecnológico como de sus diversas áreas de aplicación. De esta manera, tanto la industria, las Administraciones, como las diferentes instituciones que trabajan para la mejora de la competitividad de nuestro país, tendrán un material de reflexión que les permitirá la toma de decisiones estratégicas en consecuencia.

Para ayudar a esta reflexión, a continuación se presenta un resumen de las principales recomendaciones y conclusiones a las que se ha llegado tras la realización de este estudio.

Estas recomendaciones y conclusiones son generales ya que, pese a que el estudio ha sido dividido por temáticas, la horizontalidad de los Sistemas Embebidos permite realizar una serie de conclusiones conjuntas de aplicación a toda esta área tecnológica.

En primer lugar, destacaremos el importante papel que las plataformas tecnológicas relacionadas con el sector de los Sistemas Embebidos están jugando, tanto a nivel nacional como a nivel europeo.

En España, las primeras plataformas que surgieron lo hicieron como *espejo* de las plataformas europeas. Actualmente existen muchas plataformas verticales relacionadas con los Sistemas Embebidos pero no hay ningún tipo de conexión entre ellas.

Por este motivo, es importante que a nivel nacional se potencie la **interrelación entre plataformas tecnológicas** para poder realizar desarrollos en colaboración y obtener conclusiones conjuntas que faciliten los avances en este campo. *PROMETEO* es la plataforma más horizontal y por tanto la que podría coordinar, controlar y tener conocimiento y contacto con éstas para promover el trabajo conjunto.

También se deberá **promover la interdisciplinariedad** mediante la relación entre las plataformas tecnológicas horizontales de cada uno de los sectores. Esto permitirá crear un nexo para la consecución de objetivos comunes, mediante la potenciación de grupos de trabajo interdisciplinares, compartiendo listas de miembros, agendas de investigación, etc.

Por su parte, los **centros tecnológicos** deberían potenciar las labores de **seguimiento de las líneas de**

**trabajo** de estas plataformas tecnológicas para poder transferir los conocimientos a la industria, ya que en términos generales las plataformas están involucradas en la mayoría de los desarrollos que se están realizando en el ámbito de los Sistemas Embebidos. De esta manera la industria podrá conocer la evolución real de este ámbito tecnológico, pudiendo así tomar decisiones de inversión en la fabricación de Sistemas Embebidos con total seguridad. Esto servirá de revulsivo para la generalización de estos sistemas en todo tipo de aplicaciones de uso cotidiano.

La **transferencia de conocimiento** no deberá limitarse a los centros tecnológicos y la industria, sino que deberá potenciarse **entre las distintas organizaciones**, como son las empresas, las universidades y los centros de investigación. Las empresas por sí mismas no tienen a su alcance la capacidad de adquirir todas las tecnologías y aplicaciones básicas relacionadas con los Sistemas Embebidos, pero sí pueden estar especializadas en una de ellas en concreto. Esto hace que el trabajo colaborativo entre distintas entidades, con diferentes áreas de especialización, sea cada vez más necesario.

A nivel europeo los papeles de las plataformas horizontales y verticales están cambiados. Son las plataformas verticales las que se alinean con las actividades y objetivos de las horizontales (*ARTEMIS*, *ENIAC*), aunque también es cierto que son estas dos plataformas las que suelen coordinar la tipología de proyectos que se van a poner en marcha. Por este motivo y sabiendo que las líneas de investigación referentes a los Sistemas Embebidos se establecen en el marco europeo, se debería realizar un **seguimiento** de las actividades y los caminos que van siguiendo estas entidades y **plataformas europeas** para, de algún modo, no distanciarse mucho de éstas y seguir su estela de acción.

Hasta ahora, los Sistemas Embebidos se han desarrollado en el marco de proyectos mayores, entendiéndolos como soluciones facilitadoras para la consecución de los objetivos de dichos proyectos. Por este motivo, se hace imprescindible promover los Sistemas Embebidos por sí mismos, potenciando su desarrollo tecnológico.

Dentro de los Sistemas Embebidos el esfuerzo de desarrollo es mayor en software que en hardware pero es importante cultivar ambos para garantizar la competitividad, si bien de cara a innovar se entiende necesario centrarse en el descubrimiento y oferta de nuevos servicios que igualmente requieren un mayor desarrollo en el ámbito del software, pero teniendo siempre en cuenta las limitaciones del hardware, sobre todo si queremos mantener productos competitivos en coste. La clave de la competitividad está en aportar nuevos servicios o funcionalidades, normalmente muy ligadas al software, sobre plataformas hardware ajustadas en coste y además siendo fiables.

Actualmente ya existe una industria dedicada a algunos de los ámbitos tecnológicos emergentes tratados en este estudio, como es el middleware. Pese a ello es importante seguir potenciando a nivel español el posicionamiento en éste y otros ámbitos tecnológicos de los Sistemas Embebidos. Esto permitirá conseguir un buen posicionamiento en el mercado para poder llegar a ser un país puntero dentro de unos años.

Así, a modo de conclusión, se debe conseguir que los **Sistemas Embebidos sean considerados como una industria vertical** y no como una industria horizontal.

Haciendo referencia a los sectores de aplicación de los Sistemas Embebidos, una de las recomendaciones aplicables de forma general sería la conveniencia de adaptar soluciones tecnológicas desarrolladas en alguno de los sectores para poder cubrir los requerimientos tecnológicos de otras áreas de aplicación. Esto facilitaría las



actividades de desarrollo, ya que se podrían **adaptar soluciones utilizadas en otros ámbitos**, siendo sólo necesaria la realización de pequeñas modificaciones para que estas tecnologías sean adaptadas al nuevo entorno.

Asimismo, deberán seguirse las recomendaciones tecnológicas destacadas a lo largo del documento para superar las limitaciones técnicas específicas para cada sector.

El exitoso desarrollo de los Sistemas Embebidos dependerá también de la correcta formación de las personas encargadas de llevarlo a cabo.

Actualmente, en España no existe una **formación específica** sobre Sistemas Embebidos a nivel universitario. Éste es un aspecto en el que se deberá incidir mediante la inclusión en los futuros planes de estudio de materias que muestren la realidad actual de los sistemas. Estas acciones facilitarán la incorporación al mercado laboral de profesionales con conocimientos específicos en esta área tecnológica de gran evolución.

Por su parte, la Administración también tendrá un rol importante en la evolución de estas aplicaciones.

Actualmente, es destacable el bajo número de empresas que llevan a cabo el desarrollo de las investigaciones realizadas en el ámbito de los Sistemas Embebidos. Esto es debido, en parte, a que algunas de estas aplicaciones tienen fuertes implicaciones legislativas, tal es el caso de las aplicaciones en el sector sanitario. Estos requerimientos frenan a las empresas, que no quieren verse involucradas en complicados procesos de certificación.

Hasta ahora el volumen de la demanda de **certificaciones** no era muy elevado, pero ha quedado patente en los resultados obtenidos del estudio, que la tendencia es que las certificaciones cobren una gran importancia en todos los sectores de aplicación.

Por este motivo, es necesario que la **Administración apoye estos desarrollos y dé seguridad e in-**

**centivos a las empresas** que participen en este tipo de actividades.

Asimismo, muchas de las aplicaciones de los Sistemas Embebidos tienen como objetivo último su uso en infraestructuras públicas, como las infraestructuras energéticas, viales, de sanidad pública, etc.

Para tales implementaciones es también condición sine qua non el fomento por parte de las Administraciones.

Otro aspecto que está parando muchos proyectos y muchas oportunidades de negocio, debido a las barreras legales que plantea, es el de la **privacidad de datos**, siendo España uno de los países más restrictivos en este ámbito.

El futuro desarrollo de los Sistemas Embebidos está muy ligado a estas limitaciones, por lo tanto se hace necesario un **cambio de mentalidad**, para que ciertos desarrollos puedan ser llevados a cabo y no se paralicen las opciones de liderazgo del sector de los Sistemas Embebidos dentro del marco europeo.

Los temas de **estandarización** también son esenciales para que se puedan llevar a cabo algunas aplicaciones donde son necesarias unas reglas que garanticen ciertos aspectos de un proceso, un producto o un servicio, y es importante potenciar la utilización de estos estándares para, por ejemplo, alcanzar la transversalidad de las tecnologías entre varios sectores, sobre todo a nivel de empresa.

Pero para conseguir que las empresas fabricantes españolas le den importancia a los estándares y los apliquen a sus desarrollos será necesaria su implicación en el proceso de elaboración de los mismos. Por eso, la Administración deberá **promover la presencia de empresas en foros de discusión donde se deciden los estándares**, ya que muchas veces las empresas que quieren participar no encuentran las facilidades necesarias para poder hacerlo.



# Anexo I

## Listado de miembros del panel de expertos

Fernando Alfaro Águila-Real	BANKINTER
Jordi Aubert	FICOSA International
Sergio Bandinelli	ESI (European Software Institute)
José Luis Bueno Castillo	INDRA
Carlos Canto	IKERLAN-IK4
Juan Carlos Dueñas	Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos)
José de No	IAI - CSIC / Fundación OPTI
Joseba Laka	ESI (European Software Institute)
Laura M. Lechuga	CIN2 (Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología) / CSIC-ICN
Jose Luis Montes Rodea	CASA EADS
Álvaro Pallarés	ASCAMM Centro Tecnológico
Antonio Pérez	IKERLAN-IK4
Francisco Ramos Peñuela	Telvent-Abengoa
Vicente Traver	Universidad Politécnica de Valencia ITACA-TSB





# Anexo II



## Cuestionario



En las siguientes tablas se presenta el listado de las 112 hipótesis, clasificadas por tecnologías y sectores de aplicación, que conformaron el cuestionario del presente estudio de Prospectiva. En estas tablas, además del listado de temas, se encuentran detallados los resultados de las respuestas de los expertos consultados.

Para cada tema se detalla el número de respuestas totales que ha tenido, así como el número de personas que han contestado a cada uno de los valores de las variables que conformaban el cuestionario.

Asimismo, para cada tema se presentan dos grupos de resultados, dependiendo del nivel de conocimiento de los expertos.

Así, las dos primeras casillas “Número Respuestas” y “Número Respuestas sin incluir a los expertos con nivel de conocimiento bajo” indican, respectivamente, el número total de expertos que contestaron a dicha hipótesis y el número de expertos que contestaron, excluyendo a los que valoraron su nivel de conocimiento como bajo.

De la misma manera, cada tendencia contiene dos filas de respuestas, donde la primera fila corresponde al total de respuestas, mientras que la segunda excluye de los resultados las respuestas de los que consideraron su nivel de conocimiento como bajo.



DISEÑOS DE REFERENCIA Y ARQUITECTURAS		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
		Alto	Bajo																										
1	Se incrementará la confiabilidad (tolerancia a fallos) de las nuevas arquitecturas de sistemas con inteligencia embebida hasta permitirles trabajar en condiciones degradadas alargando su vida útil.	64	58	20	37	6	33	26	3	0	29	25	5	1	0	20	36	4	0	0	10	30	15	24	21	25	33	5	2,06
				20	37	0	31	23	3	0	29	20	5	1	0	17	34	4	0	0	10	28	13	22	20	25	30	5	2,04
2	Se generalizará el despliegue de sistemas operativos y software abiertos para programas y aplicaciones que deban funcionar en tiempo real.	61	57	27	30	4	38	21	1	1	34	19	2	3	2	32	24	3	1	0	17	29	13	15	20	17	23	8	2,20
				27	30	0	37	18	1	1	32	17	2	3	2	30	22	3	1	0	17	26	12	14	18	17	22	6	2,16
3	Los diseñadores y fabricantes de sistemas embebidos tendrán a su disposición una completa gama de hardware abierto (con diseño e interfaces abiertos y modificables por el usuario) para la realización de todo tipo de aplicación.	51	41	12	29	10	28	17	4	0	14	20	7	2	5	16	26	2	4	1	8	22	14	14	21	17	19	5	2,13
				12	29	0	23	15	2	0	12	16	6	1	5	13	21	2	4	1	7	17	13	10	14	17	17	5	2,04
4	El impacto de MPSoC (multi processor system on chip) y el despliegue de arquitecturas Many-Core en sistemas embebidos complejos permitirá la incorporación de cálculo complejo y procesamiento de datos distribuido en arquitecturas cada vez más difusas (cloud computing).	44	28	6	22	16	16	18	7	0	8	22	9	1	0	10	26	5	0	0	0	18	18	27	18	17	6	1	2,02
				6	22	0	14	12	2	0	6	14	6	1	0	9	17	2	0	0	0	13	12	19	13	14	6	0	1,98
5	Se generalizará el uso de arquitecturas interoperables de referencia en distintos sectores.	46	37	9	28	9	25	13	6	0	8	24	11	1	0	17	25	2	0	0	10	22	9	16	19	14	13	11	2,15
				9	28	0	23	11	2	0	7	20	8	1	0	15	20	1	0	0	9	18	6	12	15	11	11	11	2,17

DISEÑOS DE REFERENCIA Y ARQUITECTURAS		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
6	La implantación del sistema GALILEO permitirá el desarrollo de nuevas aplicaciones de sistemas embebidos, que se basen en los servicios por él proporcionados.	43	30	11	19	13	20	14	7	1	9	25	6	2	0	16	20	5	0	0	14	19	5	13	11	14	18	11	2,11
				11	19	0	19	7	3	1	9	15	4	2	0	14	13	2	0	0	13	11	3	8	7	11	13	10	2,00
7	Las arquitecturas y diseños de referencia harán posible que pueda predecir y garantizar niveles de calidad de servicio y de seguridad (confianza, privacidad, etc.) en sistemas compuestos por sub-sistemas.	39	31	8	22	8	19	15	2	1	8	17	7	3	1	10	24	1	1	0	5	25	5	15	16	12	6	4	2,25
				8	22	0	17	13	0	1	8	13	5	3	1	9	20	0	1	0	4	23	2	11	12	9	4	2	2,33
8	Los sistemas embebidos incorporarán técnicas de control adaptativo y algoritmos inteligentes que aproximarán su comportamiento a la inteligencia humana.	42	35	10	25	7	20	18	3	0	4	14	12	9	2	14	16	8	1	1	5	20	12	26	12	16	6	5	2,10
				10	25	0	18	14	3	0	3	13	9	8	2	14	13	5	1	1	5	19	7	21	9	13	5	4	2,15
9	Existirán interfaces Humano-Máquina adaptadas a cualquier uso para interactuar con equipos que contengan sistemas embebidos.	41	35	10	25	6	23	15	3	0	12	12	10	4	3	20	13	5	3	0	9	21	8	20	13	16	8	4	2,09
				10	25	0	20	13	2	0	11	11	8	3	2	17	13	3	2	0	8	19	6	15	10	13	8	4	2,13
10	El reconocimiento, la traducción automática entre los principales idiomas y la síntesis de voz, como elementos de las interfaces, serán totalmente fiables y fáciles de integrar en los sistemas embebidos.	42	34	8	26	8	20	14	6	0	3	13	17	6	1	22	12	5	1	1	7	23	7	27	15	11	10	2	2,23
				8	26	0	19	11	4	0	3	11	15	4	1	20	10	3	1	1	7	19	5	23	13	7	8	1	2,28



DISEÑOS DE REFERENCIA Y ARQUITECTURAS		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
11	La representación realista 3D se habrá logrado a un coste computacional y económico accesible para integrarse en sistemas embebidos.	37	28	5	23	9	9	20	4	0	5	9	15	5	0	12	19	3	0	0	7	17	9	19	14	10	6	0	2,15
				5	23	0	9	16	2	0	5	7	12	4	0	10	16	2	0	0	7	13	7	15	12	8	5	0	2,14
12	Los chips tendrán integrados métodos de auto-configuración y auto-diagnóstico que les permitirá adaptarse óptimamente a la tarea en cada situación y trabajar en estado degradado.	39	29	8	21	10	17	15	4	0	6	16	8	5	1	13	20	2	1	0	1	20	12	23	11	14	5	0	2,11
				8	21	0	15	12	1	0	6	13	6	3	1	12	16	0	1	0	1	16	8	20	7	12	3	0	2,08
13	Se implantará en todos los ámbitos el "System on chip" (varias tecnologías y funcionalidades en un solo chip), con un despliegue creciente de "Network on Chip" (SoC con capacidades de comunicación integradas).	37	30	8	21	7	19	18	0	0	8	16	11	1	1	26	9	0	1	0	3	15	15	14	9	13	9	0	2,05
				8	21	0	16	14	0	0	8	14	6	1	1	22	7	0	1	0	3	13	10	11	5	11	8	0	2,06

CONECTIVIDAD Y MIDDLEWARE		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)			
		40	32	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)	
				9	23	8	30	7	2	0	7	21	7	2	2	27	8	3	1	1	8	20	6	18	13	11	13	16		
14	Se generalizarán sistemas de identificación que permitirán relaciones biunívocas perfectas que generen absoluta certeza en las comunicaciones (identificación y privacidad en todos los ámbitos) mediante sistemas de encriptación u otros sistemas.			9	23	0	27	3	2	0	6	19	4	1	2	22	6	3	1	1	8	17	2	14	10	6	10	13	2,22	2,34
15	Existirán en los diferentes sectores estándares consolidados de interoperabilidad semántica que posibiliten la conformación de macro-sistemas a partir de sistemas existentes y autónomos en su gestión.	36	25	8	17	11	15	11	8	0	2	16	10	4	1	12	14	7	1	1	4	21	5	18	11	10	6	5	2,26	2,36
16	Las redes ad-hoc (MESH) se integrarán automáticamente con redes de área local, metropolitana y de banda ancha y serán una solución común y generalizada que permitirá la comunicación en zonas donde no existe una infraestructura fija instalada.	40	30	14	16	10	22	13	3	0	9	16	9	5	0	18	17	4	0	1	9	21	3	10	14	11	16	6	2,28	2,29
17	Se extenderán y generalizarán estándares middleware en tiempo real.	39	35	18	17	4	14	23	1	1	12	15	8	2	2	14	24	0	1	1	8	23	4	16	14	9	9	0	2,33	2,34
18	Se explotarán a nivel industrial las capacidades existentes en gestión de datos complejos e inteligencia distribuida.	37	29	14	14	8	15	16	6	0	9	13	9	6	0	10	19	8	0	1	7	24	4	14	14	8	13	4	2,38	2,44

CONECTIVIDAD Y MIDDLEWARE		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización					Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)	
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
19	Se utilizarán web services en tiempo real de forma generalizada para exponer/descubrir servicios.	40	33	19	13	7	18	17	4	0	22	8	9	1	0	20	16	2	1	2	15	19	3	7	10	12	11	4	2,28
				19	13	0	16	14	2	0	20	5	7	1	0	17	13	1	1	2	15	12	3	6	8	9	7	3	2,24
20	Se integrarán automáticamente redes inalámbricas de corto alcance y los servicios que ofrecen con Internet.	39	33	20	13	6	20	17	1	0	22	10	3	4	0	21	14	2	0	1	14	17	5	8	9	8	10	4	2,32
				20	13	0	17	14	1	0	21	7	2	3	0	19	11	1	0	1	14	14	2	5	6	6	8	2	2,38
21	Los sistemas de comunicación permitirán transportar por los mismos medios físicos información multimedia (grandes flujos de comunicación) y comunicaciones tiempo real incluso para sistemas críticos en todo tipo de aplicaciones.	38	33	15	17	5	19	13	5	0	8	10	13	5	1	16	18	3	1	0	6	24	5	16	15	9	13	9	2,31
				15	17	0	18	10	4	0	8	7	12	4	1	14	15	3	1	0	6	21	3	12	11	8	11	8	2,32
22	La generación de datos por el ciudadano a través de sistemas embebidos dará lugar a nuevas aplicaciones 2.0 y forzará la estandarización del User Oriented Computing.	34	23	10	13	11	7	16	8	1	2	15	7	6	2	15	10	4	2	1	7	19	4	10	16	10	11	8	2,28
				10	13	0	6	12	4	1	2	12	4	3	2	13	7	0	2	1	7	14	0	6	9	8	9	7	2,28
23	La aparición de nuevos elementos de conectividad distribuida minorista (UMA/GAN femtocells, etc) junto con la extensión de las comunicaciones inalámbricas de nueva generación (WiMAX etc) permitirá la creación de mash-ups de dispositivos heterogéneos en cooperación, fuera del control de operadores específicos.	34	23	6	17	11	12	15	3	0	4	8	12	5	2	11	14	5	1	1	5	17	7	12	7	13	10	10	2,14
				6	17	0	12	10	1	0	4	7	7	3	2	11	8	3	1	1	5	12	4	7	4	10	9	10	2,13



CONECTIVIDAD Y MIDDLEWARE		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España				Barreras					IGI (1 a 4)	
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
24	Los sistemas embebidos tendrán capacidad de plug-and-play distribuido, dinámico, con adaptación al contexto y a las capacidades del dispositivo.	37	33	14	19	4	22	13	2	0	6	17	10	4	0	18	18	1	0	1	9	21	6	17	14	7	10	0	2,35
				14	19	0	21	11	1	0	6	16	8	3	0	17	16	0	0	1	9	19	4	13	11	6	9	0	2,38
25	Los sistemas embebidos tendrán capacidades "self-*" autoconfiguración, autodiagnóstico, autoreparación, autopruebas, distribuidas y a gran escala.	37	32	12	20	5	19	16	1	1	3	16	8	9	1	18	17	1	1	0	7	22	8	20	18	10	9	0	2,23
				12	20	0	18	13	1	0	3	15	5	9	0	16	15	1	0	0	7	21	4	15	14	8	9	0	2,30
26	Los dispositivos elegirán en cada momento la tecnología de comunicación más adecuada para transmitir con máxima seguridad la información en función de: el tipo y la cantidad de información, la distancia, los interlocutores y otros factores que puedan condicionar el éxito, la rapidez u otra medida de calidad de la transmisión.	34	26	13	13	8	15	17	2	0	7	7	12	7	0	15	16	2	0	0	3	24	6	17	13	11	10	4	2,25
				13	13	0	13	12	1	0	7	6	6	6	0	13	11	1	0	0	3	20	2	10	9	9	9	4	2,28
27	Para la comunicación entre sistemas éstos tendrán capacidad de conformar de forma automática y optimizada las redes de comunicación.	33	28	9	19	5	17	14	1	0	5	13	10	4	0	11	19	2	0	1	5	21	5	16	15	7	7	2	2,36
				9	19	0	17	11	0	0	5	12	7	4	0	10	17	1	0	1	5	20	2	12	12	6	6	2	2,41
28	Se podrá comunicar cualquier dispositivo con cualquier otro con seguridad y protegiendo la calidad de la información.	35	31	12	19	4	21	13	0	0	8	13	8	4	1	22	11	0	1	1	7	19	5	15	13	11	14	4	2,22
				12	19	0	19	12	0	0	8	12	6	4	1	19	11	0	1	1	7	18	3	12	11	11	13	4	2,21



CONECTIVIDAD Y MIDDLEWARE		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización					Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación		Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
29	Los terminales móviles tendrán una cobertura global efectiva gracias al desarrollo del segmento espacial de la 3G (UMTS).	33	24	10	13	9	13	14	4	0	10	6	9	2	2	20	7	3	1	0	8	14	7	9	5	8	17	6	2,19	
				10	13	0	10	10	4	0	9	2	8	1	2	14	6	3	1	0	8	10	4	6	4	6	13	4	2,18	
30	Los terminales móviles (portátiles, PDA, etc.) enlazarán dinámicamente con las infraestructuras de comunicaciones (actuales y futuras), saltando de una a otra sin perder la conexión. Esta gestión será transparente al usuario.	36	30	13	17	6	24	9	0	0	11	15	5	2	1	25	9	0	0	0	12	18	3	13	12	9	12	4	2,23	
				13	17	0	22	7	0	0	10	12	5	2	1	23	7	0	0	0	12	15	2	11	9	8	10	4	2,21	
31	Se dispondrá de nuevas formas de alimentación de energía de los sistemas embebidos, sin contacto ni cables (wireless) así como de autoabastecimiento de energía, que aumentarán la autonomía y con ello la creación de redes y la aparición de nuevas aplicaciones.	36	25	8	17	11	30	5	1	0	2	10	15	8	0	26	7	2	0	0	4	19	12	22	21	13	8	2	2,11	
				8	17	0	21	4	0	0	2	9	8	6	0	18	6	1	0	0	4	14	7	14	13	11	8	1	2,08	
32	El menor consumo capacitará aplicaciones hasta el momento no realizables al aumentar la autonomía de los dispositivos sin necesidad de recarga.	32	27	9	18	5	22	9	0	0	5	13	9	3	1	21	8	1	0	1	5	16	7	16	11	10	7	0	2,19	
				9	18	0	21	6	0	0	5	12	6	3	1	20	5	1	0	1	5	13	6	14	9	9	7	0	2,16	

MÉTODOS, HERRAMIENTAS Y PROCESOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
33	Se conseguirá la reducción del time to market, reducir costes de desarrollo y gestionar la complejidad creciente de los sistemas mediante técnicas de modelización y simulación de los sistemas embebidos.	32	29	10	19	3	22	8	1	0	10	10	8	3	0	11	18	3	0	0	7	18	7	17	14	10	11	1	2,18
				10	19	0	20	8	1	0	10	9	6	3	0	11	15	3	0	0	7	17	5	14	11	9	10	1	2,20
34	Se generalizará el uso de métodos formales de verificación que permitan validar el sistema en fase de diseño, así como modelos específicos del dominio.	30	24	10	14	6	13	14	3	0	6	17	4	3	0	9	18	3	0	1	8	16	4	16	13	6	8	2	2,31
				10	14	0	11	11	2	0	6	13	2	3	0	8	14	2	0	1	8	12	2	12	9	6	8	0	2,26
35	Se generalizará la demanda y oferta de certificación de calidad del software empotrado, así como el proceso de desarrollo y las capacidades de los desarrolladores.	31	28	11	17	3	19	10	2	0	9	14	5	3	0	13	15	3	0	0	13	13	5	12	10	10	13	9	2,09
				11	17	0	19	7	2	0	9	12	5	2	0	12	13	3	0	0	13	11	4	10	8	10	13	8	2,03
36	Para el desarrollo y contratación de sistemas embebidos críticos, que requieren certificación, existirán modelos, metodologías y herramientas que faciliten el proceso de certificación para que se realice en modo eficaz y eficiente.	33	26	9	16	7	17	15	1	0	5	13	13	2	0	7	23	3	0	0	6	22	4	13	11	10	12	7	2,27
				9	16	0	16	9	1	0	5	12	8	1	0	7	18	1	0	0	6	18	2	10	7	9	12	5	2,24
37	Se desarrollarán nuevos estándares de modelado de sistemas en tiempo real tipo los ya existentes SysML y UML-MARTE, soportados por herramientas industriales abiertas.	28	20	8	12	8	10	12	5	0	3	14	8	1	1	5	12	5	1	0	3	20	3	12	10	12	9	3	2,18
				8	12	0	10	7	3	0	2	10	6	1	1	4	8	3	1	0	3	15	1	9	5	11	7	2	2,11



MÉTODOS, HERRAMIENTAS Y PROCESOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)	
																													26
38	Se dispondrá de herramientas de diseño que cubran, de forma integrada, todas las etapas del ciclo de vida del desarrollo del software, hardware y del sistema.	33	26	11	15	7	16	14	3	0	6	15	9	3	0	15	14	4	0	0	8	20	4	16	16	11	10	1	2,19
39	Se desarrollarán procesos de co-diseño específicos del dominio de aplicación sobre una base genérica.	27	16	4	12	11	6	14	4	0	3	13	6	2	0	2	16	6	0	0	1	17	6	14	10	7	5	1	2,26
40	Se producirá una maduración y extensión generalizada de plataformas de diseño y desarrollo de software empotradas basadas en código libre, generando eco-sistemas de empresas proveedoras y usuarias en cooperación.	28	20	10	10	8	8	16	3	0	4	10	6	4	3	6	16	2	3	1	8	15	2	9	7	10	11	4	2,20
41	Se producirá un acercamiento gradual de las técnicas de modelado y síntesis de hardware (VHDL, Verilog) a las técnicas de síntesis de software basadas en la ingeniería de modelos.	26	19	7	12	7	4	18	3	0	0	16	6	3	0	3	19	3	0	0	2	18	5	12	11	6	5	0	2,33
42	Se dispondrá de métodos y herramientas industriales que trasladen las técnicas de virtualización (software y/o hardware) al campo de los sistemas embebidos soft-RT.	27	18	4	14	9	5	15	7	0	2	14	7	4	0	2	19	6	0	0	3	13	9	16	12	5	5	1	2,24
				4	14	0	5	10	3	0	2	9	5	2	0	2	12	4	0	0	2	10	4	9	6	5	2	0	2,21

MÉTODOS, HERRAMIENTAS Y PROCESOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
43	El impacto de MPSoC (multi processor system on chip) y el despliegue de arquitecturas Many-Core en sistemas embebidos complejos requerirá el desarrollo de nuevos métodos y herramientas de diseño, síntesis, compilación, debugging y despliegue de servicios colaborativos.	28	17	6	11	11	10	16	2	0	3	13	9	3	0	7	18	2	0	0	2	12	12	18	13	7	4	0	2,14
				6	11	0	6	10	1	0	2	10	5	0	0	4	11	2	0	0	2	9	4	9	5	5	2	0	2,17
44	El éxito de plataformas como Eclipse y la proliferación de entornos colaborativos de desarrollo para sistemas embebidos favorecerá la aparición de equipos de trabajo distribuidos y deslocalizados.	29	21	8	13	8	8	15	5	0	4	14	7	1	2	4	18	3	2	0	9	10	6	9	8	10	9	2	2,00
				8	13	0	7	13	1	0	4	12	4	0	1	4	15	1	1	0	8	9	2	5	4	8	6	2	2,05
45	Las Interfaces Humano-Máquina (IHM) de los sistemas de diseño y desarrollo de sistemas embebidos permitirán la exploración de los diferentes niveles de abstracción de las arquitecturas y la visualización causa-efecto de las decisiones de diseño desde múltiples perspectivas.	25	16	3	13	9	4	13	7	0	2	9	6	6	1	3	15	5	1	0	1	11	10	12	9	4	7	1	2,26
				3	13	0	4	9	3	0	2	6	4	3	1	3	11	1	1	0	1	7	7	6	4	2	4	1	2,33

TRANSPORTE: GENERAL		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
46	Existirán redes de comunicación avanzadas que permitirán la comunicación: entre vehículos (p.ej. coche-coche; avión-avión, etc.), entre componentes del mismo vehículo, usuario-vehículo y vehículo-infraestructura.	29	22	8	13	7	16	10	2	0	3	13	9	3	0	18	7	2	0	0	5	17	4	11	10	10	10	8	2,18
				8	13	0	15	6	1	0	3	12	5	2	0	16	4	1	0	0	5	14	1	7	9	8	10	7	2,21
47	Existirán sistemas de visión artificial implementados sobre sistemas embebidos que tomarán decisiones relacionadas con la seguridad, donde podría haber incluso en juego vidas humanas.	27	21	5	15	6	11	13	2	0	0	9	10	8	0	7	15	5	0	0	3	14	8	18	10	6	5	10	2,21
				5	15	0	9	9	2	0	0	7	7	7	0	6	10	5	0	0	3	12	4	14	8	6	5	9	2,19



TRANSPORTE: AEROSPAZIAL		Número Respuestas	Nivel de conocimiento				Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España				Barreras					IGI (1 a 4)	
			Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)				Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación		Barreras legislativas
			Alto	Medio	Bajo	Alto																							
48	Se conseguirán niveles de confiabilidad muy elevados (fiabilidad, robustez, calidad de servicio y disponibilidad) a costes de automoción.	23	16	4	12	7	15	7	1	0	1	9	8	5	0	8	13	2	0	0	1	10	11	13	9	10	8	2	2,00
				4	12	0	12	4	0	0	1	8	4	3	0	6	10	0	0	0	1	9	5	8	6	7	6	2	2,08
49	En el ámbito aeroespacial existirán plataformas hardware en las que aplicaciones de diferentes proveedores deberán funcionar garantizando el buen funcionamiento. Es decir plataformas tipo AUTOSAR de automoción.	18	10	3	7	8	8	4	4	0	0	6	7	2	1	4	5	6	1	0	1	10	5	11	7	4	5	5	2,24
				3	7	0	8	0	2	0	0	5	2	2	1	4	2	3	1	0	1	7	2	6	4	3	4	4	4
50	Se generalizará la utilización de HW y SW abierto de uso comercial para sistemas embebidos que ejecutan funciones con implicaciones en la seguridad de vuelo y, por tanto, certificables.	19	13	4	9	6	10	5	2	0	1	6	7	2	1	3	9	3	1	0	1	14	2	5	5	7	7	8	2,27
				4	9	0	10	3	0	0	1	6	4	2	0	3	8	1	0	0	1	11	1	4	4	5	5	6	6
51	Se incorporarán técnicas de control adaptativo, tratamiento de imagen y visión artificial en los sistemas embebidos relacionados con la Interface Hombre Máquina (IHM) y la navegación.	15	12	1	11	3	6	7	1	0	0	4	7	3	0	3	9	1	0	0	1	9	4	8	8	6	4	2	2,13
				1	11	0	6	6	0	0	0	4	5	3	0	3	7	1	0	0	1	8	3	6	7	5	3	2	2,16



TRANSPORTE: AEROESPACIAL		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo		Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas
52	Se implantarán sistemas globales de tráfico aéreo interactivos que permitirán un incremento sustancial de la densidad del tráfico y su seguridad.	16	10	2	8	6	8	5	1	0	0	5	6	3	0	7	7	0	0	0	3	9	2	6	8	2	7	7	2,41
				2	8	0	8	2	0	0	0	0	3	4	3	0	7	3	0	0	0	2	6	2	4	5	1	6	6
53	Con el fin de evitar actos terroristas los sistemas embebidos sobre los que se realizará mantenimiento y seguridad incrementarán su nivel de seguridad.	16	9	1	8	7	6	6	2	0	2	9	1	2	0	4	9	1	0	0	2	10	1	6	5	4	6	2	2,30
				1	8	0	5	4	0	0	2	4	1	2	0	4	5	0	0	0	2	5	1	4	4	2	4	1	2,27
54	Aparecerán sistemas embebidos en los aviones de transporte de viajeros que permitirán ofrecer nuevos servicios a los viajeros (conexión a internet, telefonía, etc).	17	13	4	9	4	9	4	3	0	7	6	3	0	0	10	3	2	0	0	4	8	4	4	4	5	11	3	2,18
				4	9	0	8	4	1	0	6	5	2	0	0	10	1	1	0	0	4	6	3	3	4	4	9	2	2,15

TRANSPORTE: FERROVIARIO		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
		Número Respuestas																											
55	Se implantará a nivel europeo el sistema ERTMS que permitirá controlar la seguridad en la conducción de forma dinámica, así como compartir infraestructuras entre los diversos países con independencia de los operadores ferroviarios.	19	9	5	4	10	10	8	0	0	2	9	4	2	0	7	9	0	0	0	7	8	1	4	6	6	12	8	2,11
				5	4	0	6	3	0	0	2	5	1	1	0	4	4	0	0	0	4	4	1	4	1	3	5	3	2,09
56	Los sistemas de control ferroviario serán muy seguros, incluyendo comunicaciones tren-tierra, control de velocidad, distancia entre vehículos y gestión de flotas.	20	14	5	9	6	13	5	0	0	4	8	4	2	0	10	8	0	0	0	8	8	2	4	5	4	10	2	2,25
				5	9	0	10	4	0	0	4	7	2	1	0	7	7	0	0	0	6	7	1	4	3	4	8	0	2,20
57	Se implantarán sistemas de conducción automática en el transporte público ferroviario (tren y metro), gracias a que los sistemas expertos serán cada vez más inteligentes y fiables. Esto permitirá aumentar la seguridad (evitando los fallos humanos).	20	14	4	10	6	13	4	1	0	3	8	6	1	0	8	10	0	0	1	4	11	2	5	6	5	11	4	2,36
				4	10	0	10	4	0	0	2	6	5	1	0	5	9	0	0	1	2	10	1	5	4	4	8	3	2,40



TRANSPORTE: AUTOMOCIÓN		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
58	Los componentes tradicionales de los sistemas de freno, dirección, etc. serán eliminados por completo gracias al uso de sistemas X-by-Wire, que permiten la sustitución de los tradicionales enlaces mecánicos e hidráulicos por sofisticados sistemas eléctricos.	17	10	2	8	7	8	7	0	0	2	4	7	2	0	8	7	0	0	0	2	9	4	5	6	8	9	4	2,05
				2	8	0	6	4	0	0	1	3	5	1	0	4	6	0	0	0	2	6	2	4	3	5	6	1	2,07
59	La conducción autónoma se convertirá en una realidad, gracias a que los sistemas embebidos serán cada vez más inteligentes y fiables; esto permitirá reducir el número de accidentes.	19	16	4	12	3	12	6	0	0	1	1	9	6	1	10	6	2	0	0	3	10	4	13	9	5	6	9	2,18
				4	12	0	10	6	0	0	1	1	8	5	1	8	6	2	0	0	3	9	3	12	7	5	5	8	2,15
60	El vehículo se adaptará al usuario tras su identificación de forma autónoma a través de elementos wireless o detección de parámetros biológicos.	17	14	3	11	3	2	9	4	0	3	4	6	2	0	6	8	1	0	0	2	8	4	4	4	5	7	4	2,18
				3	11	0	2	8	4	0	3	4	5	2	0	6	7	1	0	0	2	8	4	4	4	5	7	4	2,18
61	Una vez robotizadas o automatizadas todas las funciones del vehículo, las nuevas funciones serán en su mayoría electrónicas, y no substitutorias de funciones actuales.	16	10	0	10	6	2	8	4	0	0	4	6	4	0	4	9	1	0	0	2	8	4	5	5	3	8	2	2,31
				0	10	0	2	6	2	0	0	4	4	2	0	4	6	0	0	0	2	6	2	2	3	2	6	1	2,40
62	El vehículo será capaz de conectarse y gestionar toda clase de dispositivos nómadas (móvil, iPod, Navegador Portátil,...) proporcionando un uso fácil e intuitivo, minimizando la distracción del conductor.	16	13	3	10	3	4	8	3	0	4	8	3	0	0	10	5	0	0	0	3	9	3	7	4	5	6	4	2,19
				3	10	0	3	8	2	0	4	6	3	0	0	9	4	0	0	0	3	7	3	5	3	4	6	2	2,19

TRANSPORTE: AUTOMOCIÓN		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento				Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España				Barreras					IGI (1 a 4)
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	
63	La electrónica de potencia entrará de forma definitiva con la llegada masiva de la tecnología de propulsión híbrida. Algunos aspectos clave: tecnología insulated-gate bipolar transistors (IGBTs), fuentes de tensión de 200 a 800V, etc.	14	7	0	7	7	6	6	0	0	0	7	4	1	0	7	5	0	0	0	3	7	2	7	4	5	5	1	2,11
				0	7	0	5	2	0	0	0	4	3	0	0	5	2	0	0	0	1	4	2	4	2	3	1	1	2,09
64	Tecnologías de computación avanzadas empezarán a extenderse en aplicaciones tipo ADAS, u otros sensores inteligentes (inteligencia ambiental, monitorización de ocupantes y pasajeros,...).	13	11	1	10	2	3	6	3	0	2	2	7	1	0	3	7	2	0	0	1	9	2	5	5	4	7	2	2,28
				1	10	0	3	5	3	0	2	2	7	0	0	3	6	2	0	0	1	8	2	5	5	4	6	2	2,24
65	AUTOSAR se impondrá como estándar, de momento en procesadores 32 bits. Asimismo, se creará una red de proveedores de módulos AUTOSAR, fabricantes de herramientas AUTOSAR, etc. que hoy es incipiente.	13	5	0	5	8	3	6	2	0	1	6	4	0	0	4	6	1	0	0	1	8	2	4	6	5	4	0	2,18
				0	5	0	2	3	0	0	0	3	2	0	0	3	2	0	0	0	0	4	1	2	3	0	0	0	0
66	OSGi y tecnologías java serán usadas en entornos automoción para implementar algunos servicios multimedia, de comunicaciones para la eficiencia vial (información del tráfico,...).	13	9	4	5	4	3	9	1	0	3	7	3	0	0	7	5	1	0	1	0	9	2	3	5	6	6	1	2,26
				4	5	0	3	6	0	0	3	4	2	0	0	7	2	0	0	1	0	6	1	3	4	3	2	0	2,38
67	Las comunicaciones inalámbricas empezarán a tener lugar dentro del mismo vehículo (ej. Zigbee) para comunicar sensores sin necesidad de cables, etc.	17	14	7	7	3	4	10	2	0	6	3	5	1	1	6	7	2	1	0	2	10	2	6	5	5	4	2	2,24
				7	7	0	4	8	2	0	5	3	5	0	1	5	7	1	1	0	2	8	2	5	5	5	4	2	2,17

SALUD		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)	
																													Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)
68	Las redes inalámbricas de transmisión de datos sanitarios serán seguras, con garantía de funcionamiento, tendrán un acceso restringido y asegurarán la privacidad de los datos.	20	15	7	8	5	13	5	0	0	3	9	5	1	0	9	8	1	0	0	4	10	4	8	4	8	5	8	2,08
			7	8	0	11	4	0	0	2	7	5	1	0	7	8	0	0	0	3	8	4	7	3	8	3	7	2,00	
69	Los sistemas sensoriales embebidos funcionarán como sistemas de auto-diagnóstico permitiendo su uso en cualquier entorno (hogar, trabajo, ambulatorios, hospitales,...) sin necesidad de asistencia por parte de personal clínico especializado.	19	14	6	8	5	7	7	1	1	1	5	8	2	1	7	7	1	2	0	5	7	4	8	6	6	6	8	2,05
			6	8	0	7	6	0	0	1	5	6	2	0	6	7	1	0	0	5	5	3	6	5	6	5	7	1,94	
70	Los sistemas multisensoriales permitirán mejorar el diagnóstico, el tratamiento y el post-seguimiento de las enfermedades incorporando en el mismo dispositivo la detección y el tratamiento.	19	12	6	6	7	9	5	1	0	1	4	6	4	0	6	7	2	0	0	2	9	4	6	3	6	8	6	2,14
			6	6	0	9	3	0	0	1	3	4	4	0	6	5	1	0	0	2	6	4	5	2	5	6	6	2,06	
71	Habrá un uso general de sistemas sensoriales embebidos implantables para monitorización en continuo del estado de salud.	19	13	6	7	6	7	7	1	0	2	2	7	4	0	4	8	3	0	0	3	8	4	7	8	5	7	5	2,15
			6	7	0	6	6	1	0	2	1	6	4	0	3	7	3	0	0	3	6	4	5	7	5	6	5	2,06	
72	Los sistemas sensoriales embebidos podrán trabajar en red entre ellos y podrán ser controlados remotamente para aumentar la eficacia de los tratamientos.	18	13	6	7	5	6	7	2	0	0	3	7	5	0	4	10	1	0	0	2	11	2	9	8	5	5	3	2,24
			6	7	0	6	6	1	0	0	3	5	5	0	4	8	1	0	0	2	9	2	7	7	5	4	3	2,19	

SALUD		Número Respuestas	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización					Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)			
			Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)			Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo		Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación
73	Existirán sistemas embebidos para monitorizar el estado de salud en todo tipo de ropas y tejidos que podrán alimentarse con la propia actividad de la persona.	19	12	7	4	7	2	8	3	1	1	4	4	6	0	3	6	6	0	0	4	6	4	8	4	4	4	4	1	2,11
				7	4	0	2	8	0	1	1	3	2	6	0	3	6	3	0	0	0	4	4	3	7	4	4	4	4	1
74	Con los datos recogidos de los sistemas sensoriales embebidos se desarrollarán perfiles muy personalizados de los ciudadanos, que serán utilizados con efectos preventivos (i.e. deambulación errática) o para aplicaciones de inteligencia ambiental.	20	13	6	7	7	5	8	2	2	3	1	4	7	2	3	8	5	1	1	2	9	4	6	3	6	4	5	2,23	
				6	7	0	5	7	0	1	3	1	3	5	1	3	7	3	0	1	2	7	3	5	3	6	4	4	4	2,16
75	Los sensores de señales vitales unidos a la localización permitirán una atención mucho más rápida y efectiva en situaciones de emergencia.	19	15	9	6	4	10	6	1	0	4	5	5	3	0	8	7	2	0	1	5	8	2	7	2	5	6	3	2,24	
				9	6	0	9	6	0	0	4	5	4	2	0	7	7	1	0	1	5	6	2	6	2	5	5	3	2,17	
76	Se desarrollará una nueva generación de sensores de ondas cerebrales (o interfaces implantados), que permitirán controlar máquinas con el pensamiento, minusvalía (tetrapléjicos, etc).	18	9	3	6	9	6	6	3	1	0	3	4	9	0	2	5	9	0	0	1	8	6	13	7	8	4	1	2,00	
				3	6	0	5	3	1	0	0	3	1	5	0	2	4	3	0	0	0	1	5	3	8	3	5	3	0	2,00
77	Las prótesis humanas estarán dotadas de inteligencia, de forma que mejorarán su funcionalidad, y, por tanto, la calidad de vida de los pacientes.	18	6	1	5	12	5	7	3	0	0	3	3	9	0	2	8	5	0	0	1	9	5	10	8	7	2	4	2,08	
				1	5	0	4	2	0	0	0	2	0	4	0	1	5	0	0	0	0	1	3	2	4	2	3	1	0	2,00



AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo		Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas
78	Las partes o componentes de sistemas incorporarán sistemas embebidos para conocer su comportamiento, realizar auto-diagnósticos, almacenar su historial de fabricación y mantenimiento, facilitando la construcción de grandes sistemas y el control de su funcionamiento.	21	18	3	15	3	5	15	0	0	1	10	5	3	0	9	9	1	0	0	3	10	3	8	7	5	6	3	2,22
				3	15	0	5	13	0	0	1	9	4	3	0	8	8	1	0	0	3	10	2	7	7	5	6	2	2,23
79	Los datos sobre fabricación de piezas y productos obtenidos por los sistemas embebidos en cada equipo de fabricación se transmitirán automáticamente al sistema central de gestión global de la factoría y de la empresa.	20	17	4	13	3	5	11	3	0	2	12	4	0	1	9	7	1	1	0	6	11	1	8	6	6	10	0	2,20
				4	13	0	4	10	3	0	2	11	3	0	1	7	7	1	1	0	6	9	1	6	5	5	9	0	2,20
80	La gestión de almacenes y de logística de la empresa se hará mediante sistemas embebidos en los productos y en los sistemas de transporte internos para permitir seguir las existencias y hacer la gestión de pedidos de forma automática.	20	15	6	9	5	9	8	1	0	2	9	7	0	0	9	8	1	0	0	5	11	1	8	8	7	9	2	2,15
				6	9	0	8	6	1	0	2	7	6	0	0	8	6	1	0	0	5	8	1	6	7	6	9	2	2,10

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo		Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas
81	Los sistemas de control y protección no serán independientes, estando implementados gracias al uso de los mismos sistemas embebidos.	16	11	4	7	5	6	5	3	0	1	8	2	2	1	1	10	2	1	0	1	9	2	6	5	5	4	1	2,20
				4	7	0	5	4	2	0	1	6	2	1	1	0	9	1	1	0	1	7	1	5	5	5	4	1	2,12
82	Los sistemas de control industrial podrán ser controlados en tiempo real, incluso a kilómetros de distancia, gracias al uso de servicios Web en tiempo real.	20	16	7	9	4	7	11	1	0	5	9	5	0	0	5	12	2	0	0	7	9	3	6	8	6	8	2	2,14
				7	9	0	6	9	1	0	4	8	4	0	0	3	11	2	0	0	7	7	2	5	7	6	7	1	2,06
83	Los sistemas de fabricación serán flexibles y autoconfigurables.	18	13	4	9	5	7	7	2	0	1	10	2	3	0	5	8	3	0	0	2	11	3	7	6	3	6	2	2,38
				4	9	0	6	6	1	0	1	7	2	3	0	4	7	2	0	0	2	8	3	6	5	2	5	2	2,38

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y SERVICIOS		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo		Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas
84	Será obligatorio que los contadores de la luz, agua y gas tengan capacidad de ser leídos de forma remota y automática, evitándose la lectura manual y supervisión (por ejemplo para detección temprana de averías) de los mismos.	19	15	7	8	4	5	10	2	0	6	7	3	1	0	10	6	1	0	0	7	7	2	2	5	4	12	5	2,23
				7	8	0	4	10	1	0	6	6	2	1	0	9	6	0	0	0	7	6	1	1	4	2	11	4	2,44
85	Se implantarán masivamente los dispositivos embebidos en las infraestructuras de iluminación pública para el control óptimo de éstas.	18	13	5	8	5	6	9	0	0	0	12	3	1	0	13	2	1	0	0	5	8	3	4	5	4	10	1	2,25
				5	8	0	4	8	0	0	0	9	3	1	0	10	2	1	0	0	5	5	3	2	4	3	9	1	2,20
86	Las señales de tráfico y las infraestructuras se comunicarán directamente con los vehículos para transmitirles información, así como con los sistemas de gestión de tráfico para informar en tiempo real sobre el estado del tráfico y las incidencias.	19	17	3	14	2	8	9	1	0	1	7	7	3	0	9	6	3	0	0	2	13	2	4	7	4	11	7	2,43
				3	14	0	7	9	1	0	1	6	7	3	0	8	6	3	0	0	2	12	2	3	6	3	11	7	2,50



INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y SERVICIOS		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España				Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación		Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
87	Los edificios singulares, obras de arte y cualquier obra considerada como patrimonio dispondrán de un sistema con información completa sobre el que se transmitirá de forma inalámbrica a quien se acerque e interese en su contenido. La información de la obra se podrá actualizar sin contacto y el sistema servirá como dispositivo de seguridad.	17	13	6	7	4	2	7	7	0	4	5	4	2	0	1	6	8	0	0	0	4	9	1	4	3	6	10	1	2,16
				6	7	0	2	6	5	0	4	5	2	2	0	1	5	7	0	0	4	8	0	3	2	4	9	1	2,27	
88	Se integrarán mecanismos de seguridad biométrica en los procesos de negocio, personalizando la información al usuario final y adaptándose al dispositivo.	17	13	1	12	4	5	9	1	0	2	5	6	2	0	3	12	0	0	0	2	10	2	7	5	5	8	5	2,23	
				1	12	0	5	7	1	0	2	5	4	2	0	3	10	0	0	0	2	8	2	6	5	3	7	4	2,29	



ENERGÍA		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo		Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas
89	Los sistemas embebidos permitirán la integración y gestión de la generación distribuida presentando un alto grado de confiabilidad y contribuyendo a los aspectos de mantenimiento y calidad de servicio de la red energética.	18	14	5	9	4	10	6	0	0	1	9	5	2	0	11	5	0	0	1	4	9	3	9	7	6	7	3	2,20
				5	9	0	9	4	0	0	1	7	4	2	0	10	3	0	0	1	3	7	3	6	6	5	6	2	2,21
90	Se generalizará el uso de tecnologías inalámbricas para el control de infraestructuras energéticas, superando los actuales problemas de seguridad.	18	14	4	10	4	7	10	0	0	0	8	6	2	1	6	10	1	0	1	4	11	1	10	4	3	5	2	2,40
				4	10	0	6	8	0	0	0	7	4	2	1	5	8	1	0	1	4	8	1	8	4	2	4	2	2,42
91	Se implantaran masivamente en las infraestructuras de energía las redes de sensores inalámbricos siendo éstos fiables y económicos.	18	15	5	10	3	5	11	1	0	0	11	3	3	0	8	7	2	0	0	3	11	2	7	9	7	8	0	2,16
				5	10	0	4	10	1	0	0	9	3	3	0	6	7	2	0	0	3	9	2	6	9	7	8	0	2,09
92	En las redes de energía de generación distribuida, se deslocalizará la inteligencia desde los sistemas de control centralizados hasta los dispositivos embebidos propios de los elementos de generación y acumuladores para, en este caso, ejercer un control local.	17	15	4	11	2	7	5	4	0	1	7	3	4	1	5	7	4	0	0	2	10	4	7	7	4	5	4	2,29
				4	11	0	7	5	3	0	1	7	2	4	1	5	7	3	0	0	2	10	3	6	7	3	5	4	2,37

ENERGÍA		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España				Barreras					IGI (1 a 4)	
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación		Barreras legislativas
93	En las redes de energía se implantarán dispositivos electrónicos como interfaz de medios de almacenamiento energético.	15	13	3	10	2	5	7	2	0	0	6	4	3	1	4	7	2	0	0	2	8	2	4	3	5	5	3	2,18
				3	10	0	5	7	1	0	0	6	4	2	1	4	7	1	0	0	2	8	1	3	3	4	5	3	2,27
94	En los hogares, edificios y distritos, mediante el uso de sistemas embebidos, se realizará una selección del momento de consumo más conveniente evaluando la necesidad y la oportunidad para el estado de la red. Asimismo, se podrá seleccionar el origen de la energía, evaluando la ventaja económica y de calidad.	17	14	5	9	3	7	7	2	0	1	3	5	6	1	7	5	4	0	1	4	6	5	7	5	6	7	3	2,10
				5	9	0	7	5	2	0	1	3	4	5	1	7	4	3	0	1	4	5	4	6	5	5	7	3	2,12
95	Las infraestructuras energéticas permitirán la llegada a los hogares de nuevos servicios a través de los sistemas embebidos.	16	13	6	6	3	2	8	5	0	3	4	4	3	1	5	5	5	0	0	4	9	2	7	8	3	7	1	2,32
				6	6	0	2	8	3	0	2	4	4	2	1	5	5	3	0	0	4	8	1	5	6	2	7	1	2,40

BIENES DE CONSUMO		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo		Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas
96	La mejora de la capacidad de proceso permitirá la introducción masiva de robots en el ámbito doméstico (p. ej. para facilitar las labores de la casa, haciendo compañía a personas mayores, realizando alertas automáticas frente a incidencias de salud, etc.).	21	17	5	12	4	3	13	2	1	1	1	9	7	1	2	10	5	1	0	1	11	6	12	10	9	6	1	2,06
				5	12	0	3	12	2	0	1	1	8	7	0	2	10	4	0	0	1	10	5	11	10	9	6	1	2,03
97	Todos los nuevos edificios estarán domotizados, siendo la interfaz con el usuario mediante reconocimiento de voz y permitiendo el control y supervisión remota de multitud de funciones.	22	18	11	7	4	5	12	4	0	0	9	8	4	0	10	9	2	0	0	2	15	3	7	7	5	11	3	2,37
				11	7	0	5	10	3	0	0	9	7	2	0	10	7	1	0	0	2	13	2	5	7	4	10	3	2,41
98	Se generalizarán los sistemas de reconocimiento de voz fiables y de bajo coste en los sistemas electrónicos de consumo.	20	15	4	11	5	5	10	3	0	1	10	6	1	0	4	12	2	0	0	2	12	4	11	6	6	10	0	2,21
				4	11	0	4	8	3	0	1	9	4	1	0	3	10	2	0	0	2	11	2	8	5	5	10	0	2,25
99	Se generalizará el uso de identificación RFID (Radio frequency identification technology) para gestión de logística, adaptación de funcionalidad y oferta de servicios.	20	18	11	7	2	10	9	0	0	5	9	5	0	0	10	9	0	0	0	5	12	2	6	5	7	13	1	2,20
				11	7	0	10	8	0	0	5	9	4	0	0	10	8	0	0	0	5	11	2	5	5	6	13	1	2,23



BIENES DE CONSUMO		Número Respuestas		Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
		Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas	Índice grado importancia (IGI)
100	Existirá una trazabilidad completa de bienes de consumo en base a tecnologías de identificación.	22	18	8	10	4	10	8	1	0	5	8	7	0	0	12	5	3	0	0	4	12	1	8	7	3	11	4	2,39
				8	10	0	9	8	1	0	4	8	6	0	0	10	5	3	0	0	4	10	1	6	6	3	10	4	2,37
101	Los sistemas de información y entretenimiento (infotainment) serán generalizados, ubicuos y permitirán modelos de negocio tipo productor/consumidor (prosumer).	19	16	8	8	3	6	10	2	0	2	10	6	0	0	9	9	0	0	1	3	11	2	4	5	8	8	4	2,21
				8	8	0	6	9	1	0	2	9	5	0	0	9	7	0	0	1	3	10	1	3	5	6	7	4	2,30
102	Los juegos digitales saltarán de las pantallas y las consolas caseras a los asistentes de vida digital (en formato weareable computing o de dispositivo PDA), permitiendo la posibilidad de mezclar realidad y ficción en juegos sociales desarrollados en espacios reales.	19	14	7	7	5	4	7	5	0	3	5	6	3	0	4	11	2	0	0	2	10	4	9	5	9	7	2	2,04
				7	7	0	4	7	2	0	2	4	6	2	0	4	9	1	0	0	2	9	2	8	5	7	5	1	2,08



MEDIOAMBIENTE		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo		Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas
103	Los sistemas sensoriales embebidos estarán emplazados físicamente en el medioambiente y llevarán a cabo una medida on-line del grado de contaminación (en aguas, suelos, etc.), la medición de variables meteorológicas y previsión del fenómeno de inversión térmica.	17	12	4	8	5	11	4	0	0	1	5	5	4	0	10	3	2	0	0	4	6	4	7	7	5	8	1	2,06
				4	8	0	10	2	0	0	1	3	5	3	0	8	2	2	0	0	4	6	2	7	7	4	7	1	2,12
104	Se diseñarán e implantarán sistemas embebidos que alerten de un alto riesgo medioambiental en el mismo instante en que empiece a producirse y también permitirán monitorizarlo (por ejemplo en caso de un incendio o un vertido tóxico).	16	10	2	8	6	9	6	0	0	1	5	5	4	0	6	8	1	0	0	3	7	5	7	6	5	8	0	2,11
				2	8	0	6	4	0	0	1	3	3	3	0	5	4	1	0	0	3	5	2	5	5	3	5	0	2,15
105	Los sistemas embebidos serán capaces de identificar especies por análisis genético (esto tendría aplicaciones en campos como el de seguridad alimentaria, protección contra invasiones de virus, bacterias, etc. o guerra biológica).	14	6	2	4	8	2	7	1	0	0	3	4	4	0	1	6	4	0	0	1	5	4	7	4	3	2	3	2,13
				2	4	0	2	4	0	0	0	2	3	1	0	1	3	2	0	0	1	4	1	5	2	1	2	2	2,30

FUERZAS DE SEGURIDAD		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España				Barreras					IGI (1 a 4)	
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo	Barreras económicas para la implantación		Barreras legislativas
106	Se generalizará el uso de aviones/helicópteros sin piloto (UAV) para misiones de seguridad, con funciones de reconocimiento, identificación e inteligencia.	15	12	5	7	3	5	6	2	0	1	8	4	1	0	5	6	3	0	0	3	7	4	8	6	4	5	2	2,16
				5	7	0	5	6	0	0	1	6	4	1	0	5	6	1	0	0	3	7	2	7	5	4	5	2	2,17
107	Se desarrollará un sistema de comunicaciones celular de banda ancha, que sustituya al actual TETRA, y que permita la implementación de nuevos servicios para las Fuerzas de Seguridad (y otros servicios profesionales).	15	10	2	8	5	5	6	1	1	2	4	6	1	0	5	6	2	0	0	5	4	4	8	6	4	4	0	2,00
				2	8	0	5	5	0	0	2	4	4	0	0	5	5	0	0	0	5	4	1	6	5	2	4	0	2,17
108	El equipamiento del miembro de las fuerzas de seguridad integrará sensores, proceso y presentación gráfica, de forma que le ayude en sus misiones de patrulla. Estos sistemas del tipo 'soldado del futuro', estarán enlazados con el vehículo de patrulla, que servirá de enlace de comunicaciones entre el agente (y sus sensores) y la central.	15	11	3	8	4	4	6	2	0	0	5	6	2	0	7	4	2	0	0	3	5	4	6	5	5	5	0	2,00
				3	8	0	4	6	0	0	0	5	4	2	0	7	3	1	0	0	3	5	2	5	4	4	5	0	2,07



FUERZAS DE SEGURIDAD		Número Respuestas	Número Respuestas (sin incluir los expertos con nivel de conocimiento bajo)	Nivel de conocimiento			Grado de importancia				Fecha de materialización				Grado de aplicación				Posición de España			Barreras					IGI (1 a 4)		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	2009-2014	2015-2020	2021-2025	> 2026	Nunca	Gran escala	Media	Testimonial	No se aplicará	Líder	Avanzada	Media	Atrasada	Barreras técnicas para el desarrollo	Barreras técnicas para la implantación	Barreras económicas para el desarrollo		Barreras económicas para la implantación	Barreras legislativas
109	Los sistemas de vigilancia de fronteras serán automáticos, minimizando el personal de vigilancia y garantizando la máxima eficiencia y coordinación en los medios (terrestres, aéreos y marítimos) de patrulla.	15	12	2	10	3	4	8	1	0	2	4	5	2	0	4	6	2	1	0	4	7	2	9	7	5	2	3	2,10
				2	10	0	4	8	0	0	2	4	4	2	0	4	6	1	1	0	4	6	2	8	6	4	2	3	2,11
110	El desarrollo de una nueva generación de sensores permitirá crear sistemas de detección automática de explosivos que se instalarán en estaciones y aeropuertos, controlándose el movimiento de este tipo de materiales de forma generalizada y automatizada.	15	9	2	7	6	9	3	1	0	1	5	4	2	1	6	4	2	1	0	3	6	4	8	6	5	3	1	2,05
				2	7	0	7	2	0	0	1	4	2	1	1	5	2	1	1	0	3	3	3	5	4	3	1	1	2,00
111	Los miembros de las fuerzas de seguridad tendrán implantados sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) de forma que los accesos de seguridad serán automáticos y los coches patrulla los identificarán, configurándose automáticamente al usuario. Además, estos implantes incluirán también datos biomédicos para emergencias.	15	11	1	9	4	4	6	3	0	1	6	3	1	2	2	7	3	1	0	3	9	1	8	4	3	3	3	2,30
				1	9	0	3	6	2	0	1	4	3	1	2	1	7	2	1	0	3	7	1	6	4	3	2	3	2,25
112	Se desarrollarán sistemas de identificación fiables basados en datos biométricos (espectro venoso de la mano, parámetros grafológicos dinámicos, etc.).	15	10	1	8	5	4	8	1	0	1	2	7	3	0	5	6	2	0	0	3	7	3	7	6	3	5	3	2,24
				1	8	0	4	5	1	0	1	1	5	3	0	5	3	2	0	0	3	5	2	5	5	3	5	3	2,15

# Anexo III

# Cálculo de los índices de importancia, aplicación y competitividad

## Índice del Grado de Importancia (IGI)

A partir de las respuestas obtenidas a la pregunta “grado de importancia”, para cada uno de los temas propuestos se calcula el IGI, índice que, otorgando un mayor peso a las respuestas que consideran grados de importancia elevados, permite ordenar de mayor a menor rango de importancia todas las tendencias.

$$I.G.I. = \frac{4xA + 3xB + 2xC + 1xD}{N}$$

Siendo:

*I.G.I. = Índice del Grado de Importancia.*

*A = N° de respuestas que consideran que el grado de importancia del Tema es Alto.*

*B = N° de respuestas que consideran que el grado de importancia del Tema es Medio.*

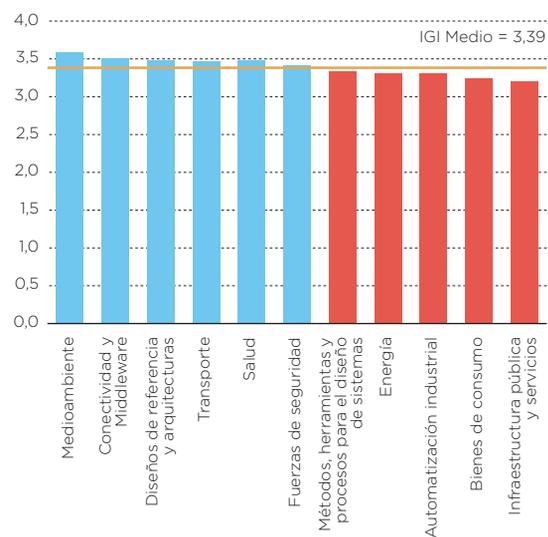
*C = N° de respuestas que consideran que el grado de importancia del Tema es Bajo.*

*D = N° de respuestas que consideran que el grado de importancia del Tema es Irrelevante.*

*N = N° total de respuestas de la variable “grado de importancia”*

*Se han eliminado las respuestas de aquellos expertos que consideraban que su grado de conocimiento sobre el tema era bajo.*

## MEDIA DEL IGI POR ÁREAS TEMÁTICAS



## Índice del Grado de Aplicación (IGA)

A partir de las respuestas obtenidas a la pregunta “grado de aplicación industrial”, para cada uno de los temas propuestos se calcula el IGA, índice que, otorgando un mayor peso a las respuestas que consideran grados de aplicación elevados, permite ordenar de mayor a menor rango de aplicación todas las tendencias.

$$I.G.A. = \frac{4x E + 3x F + 2x G + 1x H}{N}$$

Siendo:

*I.G.A. = Índice del Grado de Aplicación Industrial.*

*E = N° de respuestas que consideran que el grado de aplicación del tema será a Gran Escala.*

*F = N° de respuestas que consideran que el grado de aplicación del tema será Medio.*

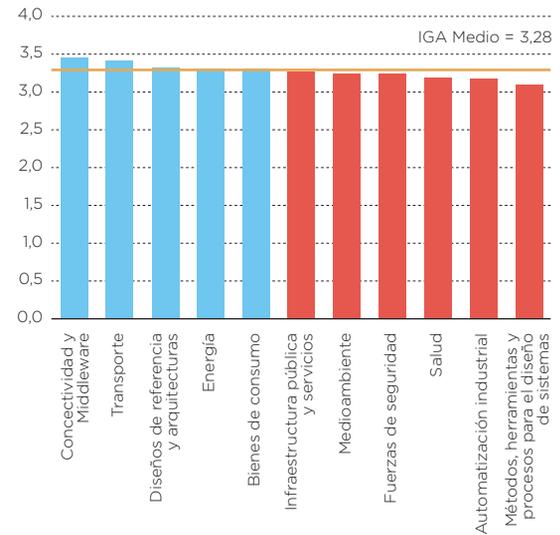
*G = N° de respuestas que consideran que el grado de aplicación del tema será Testimonial.*

*H = N° de respuestas que consideran que el grado de aplicación del tema será Nulo.*

*N = N° total de respuestas de la variable “Grado de aplicación industrial”*

*Se han eliminado las respuestas de aquellos expertos que consideraban que su grado de conocimiento sobre el tema era bajo.*

### MEDIA DEL IGA POR ÁREAS TEMÁTICAS





## Índice del Grado de Posición de España (IGP)

A partir de las respuestas obtenidas a la pregunta “posición de España”, para cada uno de los temas propuestos se calcula el IGP, índice que, otorgando un mayor peso a las respuestas que valoran mejor la posición de España respecto a otros países, permite ordenar las tendencias según esta variable.

$$I.G.P. = \frac{4xJ + 3xK + 2xL + 1xM}{N}$$

Siendo:

*I.G.P. = Índice del Grado de Posición de España.*

*J = Nº de respuestas que consideran que la posición de España respecto al tema es de Liderazgo.*

*K = Nº de respuestas que consideran que la posición de España respecto al tema es Avanzada.*

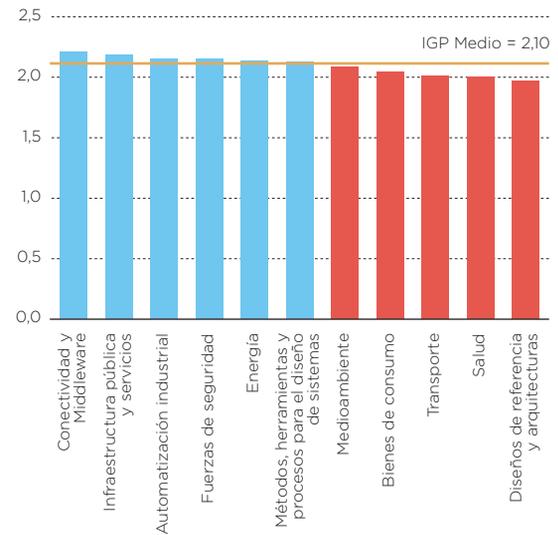
*L = Nº de respuestas que consideran que la posición de España respecto al tema está en la Media.*

*M = Nº de respuestas que consideran que la posición de España respecto al tema es Atrasada.*

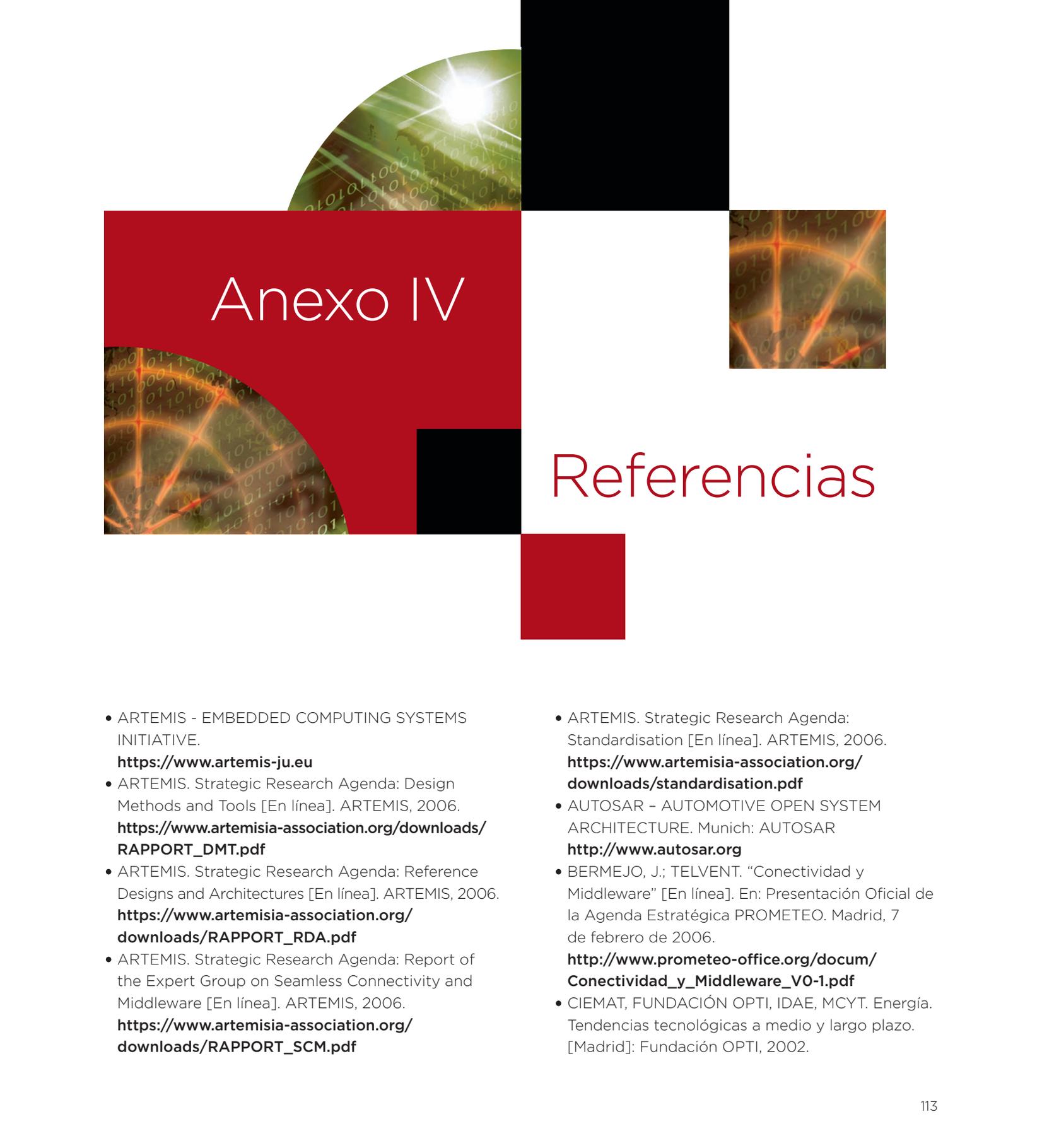
*N = Nº total de respuestas de la variable “Posición de España”*

*Se han eliminado las respuestas de aquellos expertos que consideraban que su grado de conocimiento sobre el tema era bajo.*

### MEDIA DEL IGP POR ÁREAS TEMÁTICAS







# Anexo IV

## Referencias

- ARTEMIS - EMBEDDED COMPUTING SYSTEMS INITIATIVE.  
<https://www.artemis-ju.eu>
- ARTEMIS. Strategic Research Agenda: Design Methods and Tools [En línea]. ARTEMIS, 2006.  
[https://www.artemisia-association.org/downloads/RAPPORT\\_DMT.pdf](https://www.artemisia-association.org/downloads/RAPPORT_DMT.pdf)
- ARTEMIS. Strategic Research Agenda: Reference Designs and Architectures [En línea]. ARTEMIS, 2006.  
[https://www.artemisia-association.org/downloads/RAPPORT\\_RDA.pdf](https://www.artemisia-association.org/downloads/RAPPORT_RDA.pdf)
- ARTEMIS. Strategic Research Agenda: Report of the Expert Group on Seamless Connectivity and Middleware [En línea]. ARTEMIS, 2006.  
[https://www.artemisia-association.org/downloads/RAPPORT\\_SCM.pdf](https://www.artemisia-association.org/downloads/RAPPORT_SCM.pdf)
- ARTEMIS. Strategic Research Agenda: Standardisation [En línea]. ARTEMIS, 2006.  
<https://www.artemisia-association.org/downloads/standardisation.pdf>
- AUTOSAR - AUTOMOTIVE OPEN SYSTEM ARCHITECTURE. Munich: AUTOSAR  
<http://www.autosar.org>
- BERMEJO, J.; TELVENT. “Conectividad y Middleware” [En línea]. En: Presentación Oficial de la Agenda Estratégica PROMETEO. Madrid, 7 de febrero de 2006.  
[http://www.prometeo-office.org/docum/Conectividad\\_y\\_Middleware\\_V0-1.pdf](http://www.prometeo-office.org/docum/Conectividad_y_Middleware_V0-1.pdf)
- CIEMAT, FUNDACIÓN OPTI, IDAE, MCYT. Energía. Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo. [Madrid]: Fundación OPTI, 2002.



- DIETRICH, M. "Europe's Future Role in Embedded Systems". En: ARTEMIS Annual Conference 2007. Berlín, 4 de junio de 2007.
- ENIAC - EUROPEAN NANO-ELECTRONICS INITIATIVE ADVISORY COUNCIL  
<http://www.eniac.eu>
- EUROPEAN SOFTWARE INSTITUTE (ESI); MORERA, D. "Métodos y herramientas para el diseño de sistemas" [En línea]. En: Presentación Oficial de la Agenda Estratégica PROMETEO. Madrid, 7 de febrero de 2006.  
[http://www.prometeo-office.org/docum/Metodo\\_y\\_Dominio\\_metodologico-ESI-v2.pdf](http://www.prometeo-office.org/docum/Metodo_y_Dominio_metodologico-ESI-v2.pdf)
- FAST GMBH; TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN. Study of Worldwide Trends and R&D Programmes in Embedded Systems in View of Maximising the Impact of a Technology Platform in the Area [En línea]. Munich: 2005.  
[ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/embedded/final-study-181105\\_en.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/embedded/final-study-181105_en.pdf)
- FUNDACIÓN ASCAMM; FUNDACIÓN OPTI. Automatización Integral de la Empresa Industrial. Estudio de Prospectiva. [Madrid]: Fundación OPTI, 2007.
- IKERLAN/IK4; RUIZ DE OLANO, A. "Sistemas Embebidos Confiables y Aplicaciones" [En línea]. En: Taller PROMETEO: Diseños y Arquitecturas de Referencia. San Sebastián, 18 de diciembre de 2006.
- ITEA - INFORMATION TECHNOLOGY FOR EUROPEAN ADVANCEMENT. ITEA Technology Roadmap for Software Intensive Systems. 2ª ed. Eindhoven: ITEA, 2004.
- LARRAÑAGA, I.; MONDRAGÓN CORPORACIÓN COOPERATIVA. "Diseños de referencia y arquitecturas" [En línea]. En: Presentación Oficial de la Agenda Estratégica PROMETEO. Madrid, 7 de febrero de 2006.  
[http://www.prometeo-office.org/docum/DisRef\\_Arquitect\\_Agenda\\_Estrategica\\_VO-1.pdf](http://www.prometeo-office.org/docum/DisRef_Arquitect_Agenda_Estrategica_VO-1.pdf)
- MURRAY, C.J. "Future Vehicles Will Communicate with One Another, Experts Say" [En línea]. Design News. (16 abril 2008).  
[http://www.designnews.com/article/8118-Future\\_Vehicles\\_Will\\_Communicate\\_with\\_One\\_Another\\_Experts\\_Say.php](http://www.designnews.com/article/8118-Future_Vehicles_Will_Communicate_with_One_Another_Experts_Say.php)
- PROMETEO - PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE SISTEMAS CON INTELIGENCIA INTEGRADA.  
<http://www.prometeo-office.org>
- SCHOITSCH, E.; SKAVHAUG, A. "Introduction to the Special Theme: Embedded Intelligence" [En línea]. ERCIM News (2006), núm. 67, p. 14-15.  
[http://www.ercim.org/publication/Ercim\\_News/EN67.pdf](http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/EN67.pdf)
- SIFAKIS, J. "Embedded Systems: Research Challenges and Work Directions". En: ARTEMIS Annual Conference 2007. Berlín, 4 de junio de 2007.
- TELVENT. "Telvent consigue una nueva ampliación de 18 millones de euros del proyecto de medición eléctrica automática en Suecia" [En línea]. Abengoa. (25 abril 2007).  
[http://www.abengoa.com/sites/abengoa/es/noticias\\_y\\_publicaciones/noticias/historico/noticias/2007/04\\_abril/20070425\\_noticias.html](http://www.abengoa.com/sites/abengoa/es/noticias_y_publicaciones/noticias/historico/noticias/2007/04_abril/20070425_noticias.html)



