



# EL ESPACIO EN ESPAÑA

PLAN ESTRATÉGICO PARA EL SECTOR ESPACIAL  
2007-2011



MINISTERIO  
DE INDUSTRIA,  
TURISMO  
Y COMERCIO



Centro para el Desarrollo  
Tecnológico Industrial





# EL ESPACIO EN ESPAÑA

## PLAN ESTRATÉGICO PARA EL SECTOR ESPACIAL (2007-2011)



MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, TURISMO  
Y COMERCIO



Centro para el Desarrollo  
Tecnológico Industrial

DELEGACIÓN DE ESPAÑA  
EN LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (1986-2006)

**Dirección:** Joan Trullén Thomàs  
Secretario General de Industria  
Presidente del CDTI

Maurici Lucena Betriu  
Director General del CDTI

**Contenidos:** Mercedes Sierra Toral  
Directora de Aeronáutica y Espacio

**Elaboración:** Jorge Lomba Ferreras  
Jefe del Departamento de Programas de la ESA

**Contribuciones:** Susana Fernández Gil  
Vicente José Giner Herrera  
Rebeca Frías Antolín  
Mónica López López  
Jorge López Reig  
Andrea Julia Pérez-Carro Ríos  
Carlos Quintana de Juan  
Ricardo del Río Rubio  
Josefina Rodríguez Reimúndez  
María del Pilar Román Fernández  
Roberto Trigo Martínez  
Juan Ureña Carazo

**Publicación:** Juan Carlos Fernández  
Director de Promoción, Estudios y Servicios Corporativos

**Coordinación:** Javier Ponce Martínez  
Jefe del Departamento de Promoción de la Innovación

**Contribuciones:** Pedro Redrado  
Jefe del Departamento de Estudios

**Edición:** Reyes Aguilar Ramos

**Solicitud de ejemplares:**

**CDTI / Departamento de Programas de la ESA**

C/ Cid, 4  
28001 Madrid  
España  
[esa@cdti.es](mailto:esa@cdti.es)

**Madrid, noviembre de 2006**



Joan Clos

Ministro de Industria, Turismo y  
Comercio

El presente Plan Estratégico traza los principales elementos que situarán al sector espacial de nuestro país en el nivel que corresponde de acuerdo con el peso relativo de España en la economía mundial. Es una meta muy ambiciosa, pero creo que realizable si se tiene en cuenta el extraordinario avance del sector espacial español en las dos últimas décadas.

Dos décadas es precisamente el tiempo que lleva el CDTI gestionando la contribución de España a la Agencia Espacial Europea (ESA). Cuando en 1986, en virtud de la “Ley de la Ciencia”, el CDTI fue designado Delegación de España en la ESA, nuestra industria espacial era incipiente. Hoy en día, afortunadamente, ya no es noticia que una empresa española sea la adjudicataria de un gran contrato en los exigentes concursos que convoca la ESA. De hecho, es cada vez más frecuente que empresas españolas lideren consorcios en los que participan compañías de los países europeos tecnológicamente más avanzados en materia espacial.

Las aplicaciones en los ámbitos del medio ambiente, la seguridad y la defensa, el carácter científico de numerosas misiones, así como la fuerte intensidad en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) explican por qué la gran mayoría de países desarrollados considera necesario garantizarse un elevado grado de autonomía en las actividades espaciales frente a terceros. Es difícil concebir, por otra parte, la denominada sociedad del conocimiento en el siglo XXI sin tener en cuenta los servicios que la tecnología espacial ofrece a los ciudadanos, cuyos ejemplos paradigmáticos son las telecomunicaciones, la navegación y la observación de la Tierra por satélite. En un mundo en el que los efectos del proceso de globalización económica son cada vez más patentes, por último, el espacio constituye un lugar de encuentro idóneo para la cooperación internacional, puesto que la magnitud de buena parte de los proyectos espaciales impide que puedan ser abordados por un único país. Estas tres consideraciones inspiraron la decisión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de elaborar por primera vez, a través del CDTI, un Plan Estratégico que orientará y dará coherencia al aumento de la actividad espacial que los distintos actores desarrollan en nuestro país.

Debido a sus rasgos fuertemente idiosincrásicos, la función del sector público en el sector del espacio es fundamental, tanto desde la perspectiva de la demanda como de la oferta. En el primer caso, el carácter de “bien público” de numerosas aplicaciones espaciales provoca que el volumen de negocio proveniente de la demanda de los distintos niveles de los gobiernos sea significativamente superior al que se genera en el mercado comercial. Por el lado de la oferta, las empresas espaciales son beneficiarias de las políticas públicas de ayuda a la I+D+i, ya sean de corte horizontal o vertical. El gobierno español, y en particular el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, es plenamente consciente del protagonismo que el sector público debe asumir en el deseado crecimiento del sector espacial y, por ello, está realizando un esfuerzo inversor sin precedentes,

que se prolongará en el tiempo: en 2005, la contribución de España a la ESA se incrementó en un 17% respecto al año anterior; el aumento en 2006 ha sido de un 12,5%; y se incrementará en un 13,3% adicional en los Presupuestos Generales del Estado para 2007. El Consejo de Ministros, asimismo, ha aprobado con carácter preliminar un nuevo aumento del 13,5% con vistas a 2008.

Con todo, el que la influencia de España como octava potencia económica mundial se traslade también al área del espacio no es tan sólo una cuestión presupuestaria. Para conseguir nuestros objetivos, es imprescindible que todos los integrantes de la comunidad espacial española aunemos esfuerzos. En primer lugar, debe potenciarse la coordinación entre todos los agentes del sector público con actividades espaciales, a fin de generar sinergias y obtener la máxima rentabilidad de las inversiones. En segundo término, es importante estrechar la cooperación del sector público con las empresas, suministradoras de las infraestructuras espaciales que adquieren las administraciones públicas y receptoras de las ayudas públicas a la I+D+i. Finalmente, existe margen de mejora en los beneficios que la comunidad de usuarios, tanto científicos como los encargados de la explotación de aplicaciones, obtiene de los programas espaciales en los que participa España.

El presente Plan Estratégico nace, en suma, con la vocación de constituirse en punto de referencia para una actuación consensuada de todo el sector espacial español. Su contenido se ha distribuido previamente y todos los actores, tanto públicos como privados, han realizado valiosas contribuciones a la elaboración de este documento, algo que deseo agradecer muy sinceramente. En este sentido, ha sido para mí un motivo de satisfacción la buena acogida que ha tenido la iniciativa del CDTI de elaborar el primer Plan Estratégico para el sector espacial. No me cabe la menor duda de que tendremos éxito en la superación de las metas que nos hemos planteado.

**Joan Clos**

Ministro de Industria, Turismo y Comercio



## RESUMEN EJECUTIVO

7

### 1. CONTEXTO GENERAL

21

1.1. Contexto económico	21
1.1.1. Contexto económico en España	21
1.1.2. La inversión en I+D+i como motor de la economía	21
1.1.3. El sector aeroespacial frente a otros sectores intensivos en I+D+i	22
1.1.4. Demanda pública de programas espaciales	22
1.2. Contexto internacional	25
1.2.1. Volumen económico del sector espacial	26
1.2.2. Principales potencias espaciales	26
1.3. Antecedentes del espacio en España	27
1.3.1. Cooperación internacional	27
1.3.2. Iniciativas nacionales	28
1.3.2.1. INTASAT (1974)	29
1.3.2.2. UPM/SAT (1995)	29
1.3.2.3. MINISAT 01 (1997)	29
1.3.2.4. NANOSAT (2004)	30
1.3.3. Operadores españoles de satélites	30
1.3.3.1. HISPASAT	30
1.3.3.2. HISDESAT	30
1.3.4. Liderazgo español en misiones internacionales	31
1.3.4.1. AMERHIS	31
1.3.4.2. SMOS	41

### 2. SECTOR ESPACIAL ESPAÑOL: ANÁLISIS Y OBJETIVOS

35

2.1. Instituciones y usuarios del espacio	35
2.1.1. Instituciones y usuarios del espacio europeos	35
2.1.2. Instituciones y usuarios del espacio españoles	37
2.1.3. Objetivos para instituciones y usuarios del espacio españoles	42
2.1.3.1. Papel relevante de España en el entorno internacional	42
2.1.3.2. Satisfacer las necesidades de los usuarios españoles	42
2.1.3.3. Optimizar las inversiones de España en espacio	42
2.2. Industria espacial	43
2.2.1. Industria espacial europea	43
2.2.2. Industria espacial española	44
2.2.3. Objetivos para la industria espacial española	47
2.2.3.1. Cuota de mercado proporcional a nuestro PIB relativo	47
2.2.3.2. Integración de sistemas complejos	47
2.2.3.3. Liderazgo tecnológico	48
2.2.3.4. Racionalización de capacidades industriales	49
2.3. Infraestructuras espaciales	50
2.3.1. Infraestructuras espaciales en Europa	50
2.3.2. Infraestructuras espaciales en España	51
2.3.3. Objetivos para las infraestructuras espaciales en España	52
2.3.3.1. ESAC como establecimiento ESA	52
2.3.3.2. Utilización de infraestructuras españolas en programas internacionales	53
2.3.3.3. Sinergias entre los centros técnicos y las empresas	53

<b>3. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>57</b>
3.1. Propuestas de actuación	57
3.1.1. Potenciación de los recursos públicos	57
3.1.2. Selección de prioridades	58
3.1.3. Desarrollo de un sistema espacial completo	64
3.1.4. Coordinación entre todos los actores del sector	70
3.2. Evaluación de los resultados	73
3.2.1. Hitos parciales	73
3.2.2. Instituciones y usuarios del espacio españoles	74
3.2.3. Industria espacial española	76
3.2.4. Infraestructuras espaciales en España	79
 <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	 <b>83</b>
 <b>GLOSARIO</b>	 <b>87</b>
 <b>ANEXO I. EL CDTI</b>	 <b>91</b>
 <b>ANEXO II. LA INDUSTRIA ESPACIAL ESPAÑOLA</b>	 <b>99</b>
 <b>ANEXO III. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS ESPACIALES EN ESPAÑA</b>	 <b>107</b>
 <b>Notas</b>	 <b>115</b>



# RESUMEN EJECUTIVO

## CONTEXTO GENERAL

El sector aeroespacial es uno de los más atractivos para la inversión pública desde un punto de vista estrictamente económico, al ser particularmente intensivo en I+D+i. Como consecuencia, las actividades aeroespaciales están entre las que pueden contribuir en mayor medida a elevar la productividad de la industria, aspecto sobre el que España debe incidir si desea dar continuidad a su fuerte crecimiento económico de los últimos años.

La especial intensidad innovadora del sector aeroespacial se pone de relieve al constatar que su porcentaje de inversión en I+D sobre su volumen de ingresos es muy superior al del resto de sectores innovadores españoles. La misma conclusión arroja el porcentaje de inversión en innovación sobre el volumen de negocio.

Por otra parte, a excepción del mercado de satélites de telecomunicaciones, los gobiernos son los principales clientes de los sistemas espaciales, que suministran a la sociedad servicios en áreas tan importantes como el conocimiento científico, la seguridad de los ciudadanos o la gestión medioambiental. En muchos casos, son las Administraciones Públicas las que determinan el alcance y contenido de dichos programas y se encargan de gestionarlos.

El sector espacial depende en gran medida de la inversión pública o institucional, que supone más del 60% de la cifra de negocio a escala mundial. Ello explica la tradicional situación preponderante de Estados Unidos en el ámbito internacional ya que, en términos absolutos, este país destina a actividades espaciales una inversión pública cinco veces superior a la de Europa. En términos relativos



Fig. 1 Porcentaje de la cifra de negocio invertida en I+D y en innovación<sup>1</sup> (2004)



Fig. 2 Imagen de MSG-1<sup>2</sup>

(porcentaje del PIB destinado a la inversión institucional en espacio), Estados Unidos también está bastante por delante de Japón y Europa, mientras que España está por debajo de la media de nuestros socios europeos.

A pesar de nuestra relativa baja inversión institucional en espacio hasta la fecha, España ha logrado un reconocimiento internacional por su larga tradición en el sector. La participación de España en actividades espaciales comenzó a mediados del siglo pasado, con unos comienzos lógicamente modestos, en consonancia con la situación tecnológica del país en aquella época. No obstante, poco a poco, se fueron abordando iniciativas cada vez más ambiciosas: Inicialmente, nuestra actividad se canalizó en el marco de la cooperación internacional, mediante

pequeñas aportaciones a programas liderados por terceros. Cabe señalar, como hitos más relevantes, las colaboraciones entre el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y la Agencia Espacial Americana (NASA), que perduran en la actualidad, y la entrada de España en la ESA, como miembro fundador, en 1975.

Más adelante, España comenzó a desarrollar sus propios programas espaciales, aunque con un alcance limitado. Algunos de los más destacados han sido: INTASAT (1974), UPM/SAT (1995), MINISAT (1997) y NANOSAT (2004).

En la década de los noventa, se creó HISPASAT, el primer operador español de satélites de telecomunicaciones, lo que dotó a nuestro país de independencia en este ámbito. Más adelante, en 2001, se constituyó HISDESAT, operador que atiende a clientes gubernamentales, españoles y de terceros países.



Fig. 4 Satélite MINISAT<sup>4</sup>

Finalmente, España ha conseguido recientemente liderar destacados proyectos internacionales en cooperación con otros países. Los más destacados han sido: AMERHIS, nuevo concepto avanzado de carga útil para telecomunicaciones, que se lanzó al espacio en 2004; y, SMOS, misión que estará plenamente operativa en 2008 y proporcionará mapas globales de humedad del suelo y salinidad de los océanos, parámetros clave para estudios climáticos.

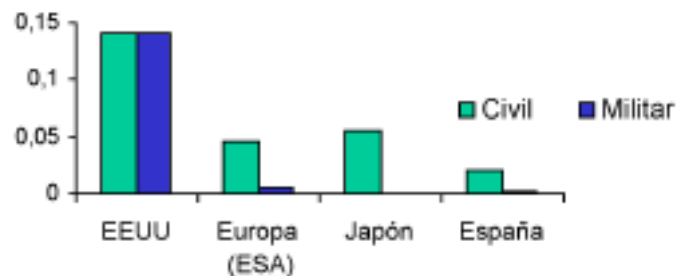


Fig. 3 Porcentaje de inversión espacial institucional con respecto al PIB en 2003<sup>3</sup>



Fig. 5 Misión SMOS<sup>5</sup>

**SECTOR ESPACIAL ESPAÑOL:  
ANÁLISIS Y OBJETIVOS.**

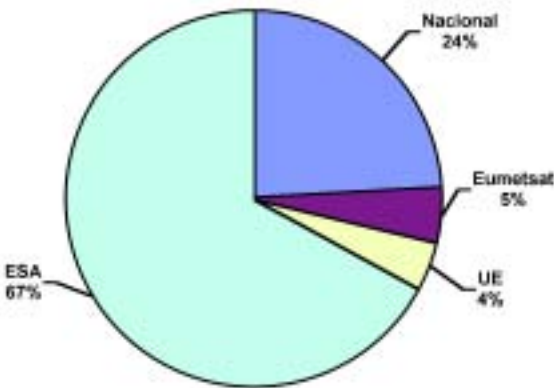
Como se ha visto, el sector espacial español ha hecho una contribución creciente, en cantidad y calidad, a los proyectos espaciales más relevantes en el ámbito internacional. De hecho, a día de hoy, el principal reto pendiente de España es desarrollar íntegramente y explotar un satélite propio plenamente operacional. Ésta es una meta ambiciosa, pero al alcance de nuestro país, ya que nuestra experiencia en el espacio durante más de cincuenta años ha creado el caldo de cultivo adecuado sobre el que desarrollar un sector espacial español fuerte, con una dimensión acorde a la de una de las economías más pujantes del mundo en la actualidad. Para ello, es necesario realizar un esfuerzo importante, que debe abarcar los tres pilares de la actividad espacial en España: las instituciones y usuarios de sistemas espaciales, la industria espacial y las infraestructuras espaciales.

**INSTITUCIONES Y USUARIOS DEL ESPACIO:  
ANÁLISIS Y OBJETIVOS.**

Las actividades espaciales tienen una elevada componente pública, al contribuir de manera fundamental a la autonomía e independencia de un país. Por ello, las Administraciones Públicas invierten en el sector espacial como principales usuarios de los servicios que generan las infraestructuras espaciales, en áreas tan importantes para la sociedad como son la ciencia o las aplicaciones asociadas a campos como el medioambiente o la seguridad. Es decir, a diferencia de lo que sucede en otros sectores intensivos en tecnología, la inversión pública en espacio no se limita a partidas presupuestarias para promover las actividades de I+D+i.

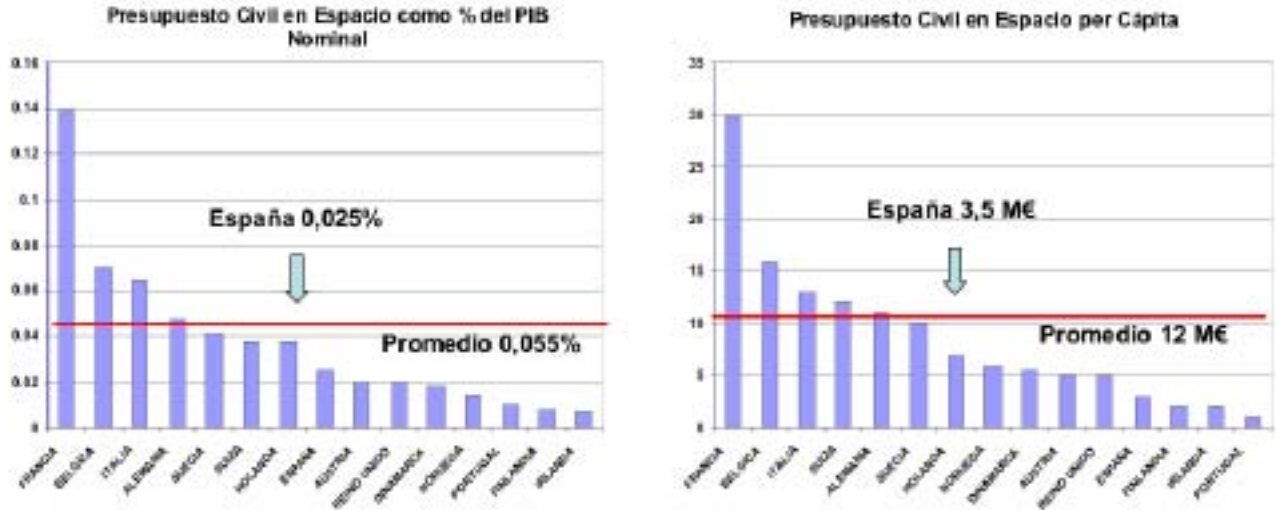
Los proyectos espaciales más importantes, por su magnitud, generalmente quedan fuera del alcance de un solo país, por lo que suelen abordarse en colaboración. Para ello, Europa dispone de su propia agencia espacial (ESA), que ha conseguido éxitos destacados a lo largo de su historia y que, desde un punto de vista tecnológico, está a la altura de cualquier potencia espacial. Hay también varios países europeos que disponen de su propia agencia, a través de la que desarrollan programas espaciales orientados a sus prioridades nacionales.

Finalmente, existen otras organizaciones europeas (principalmente la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) y la Comisión Europea (EC)), que también realizan actividades espaciales. Desde un punto de vista cuantitativo, la mayor parte de la inversión institucional en espacio en Europa se canaliza a través de la ESA.



**Fig. 6 Distribución del gasto en programas civiles espaciales en 2005<sup>6</sup>**

En lo que a España se refiere, como se ha apuntado previamente, la inversión pública en actividades espaciales se sitúa por debajo de la media de nuestros socios europeos.



**Fig. 7 Presupuesto civil como porcentaje del PIB y per cápita en Europa<sup>7</sup>**

A pesar de la baja inversión institucional que España ha dedicado tradicionalmente al espacio, existe un elevado grado de coordinación en la gestión de la misma, lo que ha proporcionado buenos resultados. En concreto, el CDTI gestiona, de manera directa, aproximadamente el 75% del volumen total de la inversión pública de España en espacio. De entre sus responsabilidades, pueden citarse: la representación oficial de España en la ESA (labor que desempeña desde 1986); la representación de España en el Consejo Espacial conjunto entre la ESA y la Unión Europea (UE) para definir el programa espacial europeo; la gestión de los proyectos industriales del Programa Nacional de Espacio del Plan Nacional de I+D+i; y, la gestión de los programas de cooperación bilateral con terceros países en materia espacial. De entre todas estas actividades, la más relevante por su volumen económico es, con diferencia, la gestión de la contribución de España a la ESA:

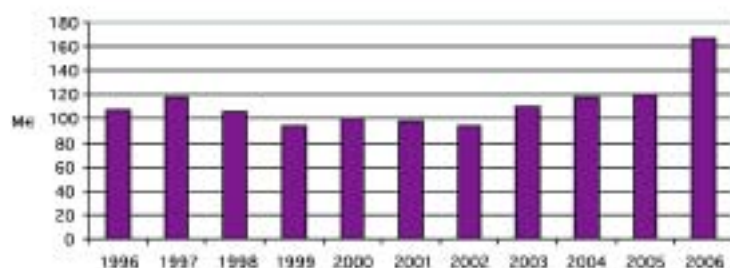


Fig. 8 Contribución española a la ESA<sup>8</sup>

Además de las responsabilidades citadas, que se han asignado de manera directa al CDTI, otras entidades españolas, públicas y privadas, han firmado Convenios de Colaboración con el CDTI, en virtud de los cuales delegan la gestión de la componente industrial de los proyectos espaciales que promueven. Entre estas entidades, se pueden citar: el Instituto Nacional de Meteorología (Ministerio de Medio Ambiente), para la obtención de contratos industriales de la organización EUMETSAT; el ente público AENA (Ministerio de Fomento), para la participación española en el programa de navegación por satélite EGNOS que lidera la ESA; el Ministerio de Defensa, para la gestión de los retornos indirectos derivados de sus satélites de comunicaciones SPAINSAT/XTAR y para la gestión de los retornos industriales asociados a la participación de España en el programa francés Pleiades; y, la sociedad HIS-PASAT S.A., para la gestión de los retornos industriales indirectos derivados de sus satélites de comunicaciones.

El hecho de que la gestión de prácticamente la totalidad de los fondos dedicados a espacio por España recaiga en el CDTI, bien sea de manera directa o en colaboración con otras entidades públicas y privadas, es una garantía de gestión coherente de los recursos públicos y favorece el posicionamiento tecnológico y empresarial del sector espacial español. Además, el CDTI, como Delegación de España en la ESA defiende también los intereses de los usuarios españoles de sistemas espaciales. La situación de partida es, por tanto, favorable y el presente Plan Estratégico debe contribuir a la consecución de los siguientes objetivos adicionales:

- Papel relevante de España en el entorno internacional. España debe desempeñar un papel relevante en los principales programas espaciales internacionales, lo que contribuirá a que Europa desarrolle programas espaciales ambiciosos, que respondan a las necesidades de los ciudadanos europeos y contribuyan a fomentar la inversión en I+D+i, en línea con los objetivos de la Agenda de Lisboa. Ello permitirá también fomentar nuestra cooperación en materia espacial con aquellas áreas geográficas de mayor interés: en particular, Latinoamérica y el arco mediterráneo.
- Satisfacer las necesidades de los usuarios nacionales. Un mayor peso de España en los programas espaciales europeos debe contribuir también a que éstos incluyan entre sus prioridades las necesidades de los usuarios españoles.
- Optimizar todas las inversiones de España en espacio. Ello permitiría maximizar el contenido industrial español de todos los sistemas espaciales en los que invierte España (actualmente, existe un presupuesto significativo para inversiones en sistemas espaciales que se destina a compras de bienes o servicios a empresas extranjeras). También se eliminarían potenciales duplicidades en las inversiones, lo que generaría ahorros de costes significativos (los operadores españoles de satélites y el Ministerio de Defensa serían, probablemente, los más beneficiados por la consecución de este objetivo).



## INDUSTRIA ESPACIAL: ANÁLISIS Y OBJETIVOS.

En Europa, la industria espacial ha sufrido, en los últimos años, un entorno internacional difícil, con un estancamiento de la inversión pública y un ciclo muy negativo en el mercado comercial, marcado por una reducción de la demanda y por una desfavorable evolución del euro frente al dólar. Ello le ha supuesto una reducción significativa de la facturación, así como una pérdida sustancial de puestos de trabajo.

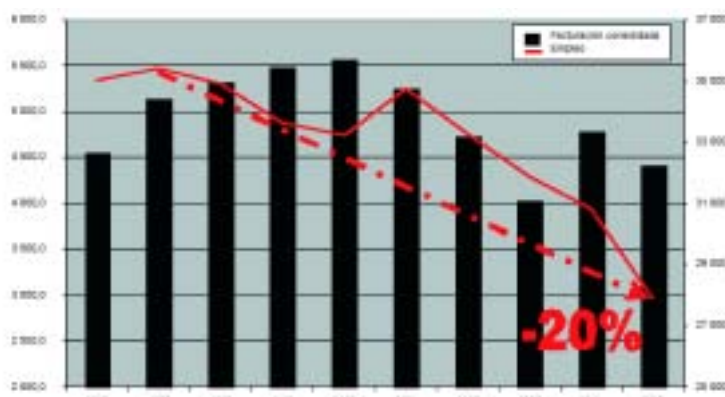


Fig. 9 Facturación (M€) y empleo de la industria espacial europea<sup>9</sup>

Como resultado, la industria espacial europea ha sufrido un proceso de consolidación, con el objetivo de aumentar su masa crítica y así lograr economías de escala. Esta reestructuración empresarial era relativamente predecible, dado que los procesos de privatización de empresas públicas (origen de gran parte de las principales compañías espaciales) suelen llevar aparejados fuertes reajustes en aras de lograr una mayor eficiencia. Precisamente por este motivo, es previsible que la consolidación de la industria espacial europea continúe en el futuro.

Ello ha dado lugar a dos grandes grupos europeos, que acaparan la responsabilidad de contratista principal en prácticamente la totalidad de los proyectos espaciales que se abordan en Europa. Estas empresas tienen capacidad para abordar un sistema espacial completo y dejan poco hueco para sus subcontratistas, especialmente en épocas de crisis, en las que tienden a realizar todo el trabajo industrial. De hecho, la mayor parte del empleo en Europa se concentra en los grandes contratistas de satélites, que son los que se reservan las actividades de mayor valor añadido.

La industria espacial española ocupa un lugar modesto en Europa: en 2005 apenas logró un 4% de la facturación total de las empresas espaciales europeas, frente al porcentaje cercano al 8% al que deberíamos aspirar, si nos atenemos al peso económico relativo de España en Europa.

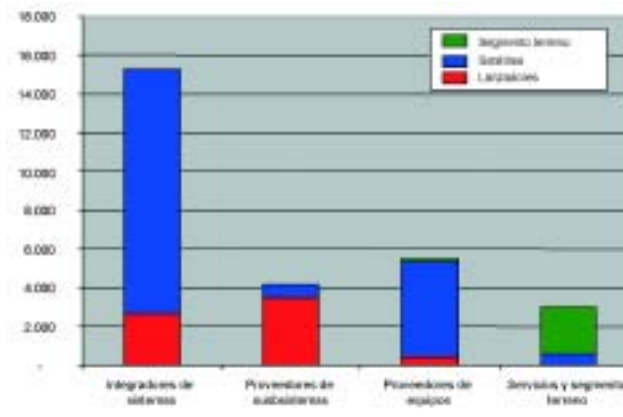


Fig. 10 Distribución del empleo en la industria espacial europea<sup>10</sup>

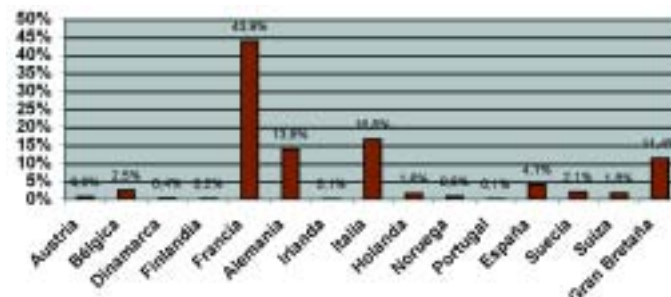


Fig. 11 Distribución por países de la facturación de la industria espacial europea<sup>11</sup>

Ello se debe, entre otras razones, a que las empresas españolas tienen una reducida dimensión, lo que les dificulta lograr una participación elevada en los programas espaciales. Como se ve en la figura 12, en España todavía no se ha producido un proceso de consolidación industrial similar al acaecido en Europa, por lo que la facturación de nuestras empresas muestra un elevado grado de dispersión.

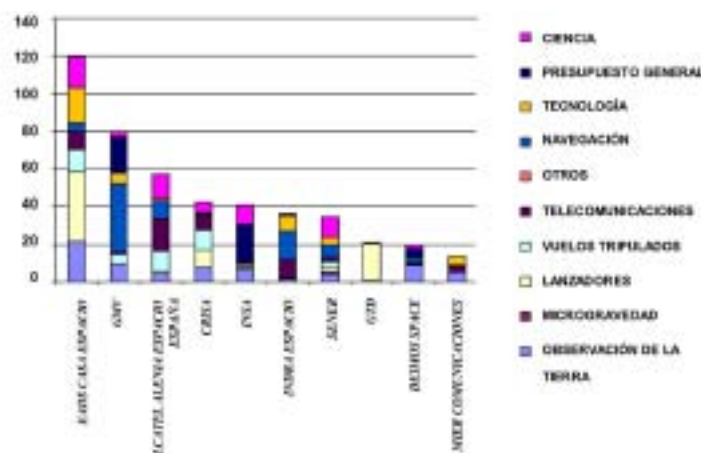


Fig. 12 Retorno ESA (acumulado 2000-2005) de las 10 principales empresas españolas<sup>12</sup> (M€)

A pesar de estas dificultades, la capacidad competitiva de las empresas españolas les ha permitido elevar su facturación y empleo en los últimos años, y escapar a la crisis que ha sufrido el sector espacial europeo.

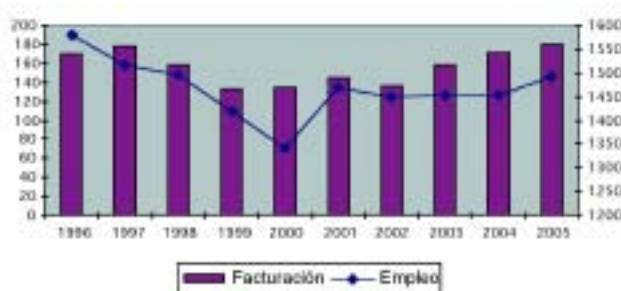


Fig. 13 Facturación (M€) y empleo de la industria espacial española<sup>13</sup>

La fortaleza de nuestra industria reside en su capacidad tecnológica en ciertos nichos de mercado, en los que sistemáticamente baten a sus competidores en todos los mercados espaciales accesibles:

- El mercado institucional, que se compone fundamentalmente de los programas de la ESA, los contratos de la UE, los contratos de Eumetsat, los programas nacionales dedicados al espacio, los programas multilaterales, y los programas militares europeos y nacionales.
- El mercado comercial, constituido por los contratos de satélites comerciales, y los contratos comerciales de lanzadores.

Sobre esta base, la industria espacial española debería lograr en el contexto internacional una posición acorde al peso económico de nuestro país, tanto en términos cuantitativos (cuota de mercado) como cualitativos (desarrollo de capacidad para integración de sistemas complejos y liderazgo tecnológico). Además, es previsible una racionalización de nuestro tejido industrial que redunde en un incremento de su productividad, en línea con el proceso que ya ha tenido lugar en Europa. A continuación, se describen estos objetivos con mayor detalle:

- Cuota de mercado equivalente a nuestro PIB relativo. La industria espacial camina hacia un esquema cada vez más competitivo, en el que los fondos para desarrollar sistemas espaciales caros y complejos tienden a proceder, en proporción creciente, de organismos diferentes a la ESA, en los que no se aplican mecanismos que garantizan el retorno geográfico de las aportaciones estatales. En este contexto, nuestras empresas deben ser capaces de lograr una facturación en línea con el peso económico de nuestro país (cerca del 8% del volumen de negocio accesible a la industria europea).
- Integración de sistemas complejos. En España, esta capacidad ya existe parcialmente (MINI-SAT, AMERHIS, SMOS), pero debe reforzarse para que seamos capaces de abordar totalmente el diseño, la fabricación y la explotación de un satélite propio, algo a lo que puede aspirar la industria española. Por otro lado, las empresas de un tamaño medio, que tradicionalmente han sido suministradores de equipos, aunque no puedan llegar a desarrollar la totalidad de equipos que constituyen los sistemas espaciales completos, sí que poseen la capacidad y excelencia tecnológica para adquirir e integrar los mismos en sistemas espaciales completos, lo que facilitará su supervivencia en un entorno cada vez más competitivo.
- Liderazgo tecnológico. En primer lugar, deben fortalecerse las líneas tecnológicas de liderazgo ya existentes, para consolidar la posición ganada por la industria española frente a sus competidores. Además, deben adquirirse nuevas capacidades en nichos emergentes de mercado con perspectivas de producción recurrente y de alto valor tecnológico.

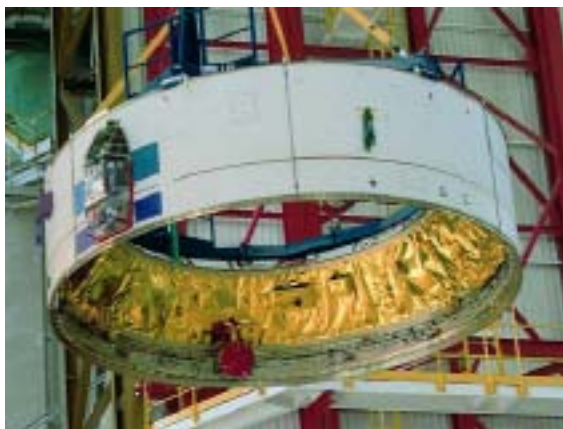


Fig. 14 Estructura en fibra de carbono de ARIANE 5<sup>14</sup>

- Racionalización de capacidades industriales. Para conseguir un crecimiento ordenado y canalizar adecuadamente el incremento de inversiones públicas en espacio en España, parece necesario que la industria lleve a cabo un proceso de racionalización y ordenación. Este proceso se produciría de forma natural, de acuerdo a la lógica del mercado, tal y como ya ha sucedido en otros países europeos con un mayor grado de madurez en su actividad espacial. En primer término, tendría lugar una especialización de las empresas que, con objeto de incrementar su competitividad y capacitación tecnológica, descartarían aquellas líneas de negocio en la que resultan menos fuertes y se centrarían en las que les ofrezcan una mayor garantía de crecimiento a medio y largo plazo. Además, para tener éxito, las empresas espaciales probablemente buscarán la cooperación para explotar la complementariedad entre ellas, lo que podría conducir a fusiones o alianzas estables entre empresas.

## INFRAESTRUCTURAS ESPACIALES: ANÁLISIS Y OBJETIVOS.

La ubicación en un país de centros e infraestructuras espaciales proporciona beneficios económicos directos e indirectos, en términos de creación de empleo y de transferencia de conocimiento. Las instalaciones espaciales son también un elemento de estabilidad industrial, dado que garantizan un volumen de actividad sostenible en el tiempo y poco expuesta a eventuales crisis del mercado. Además, los países que disponen de infraestructuras espaciales están en mejor situación para promover la existencia de comunidades científicas y de usuarios en todos los campos de utilización del espacio, lo que es un atractivo adicional.

La evolución de las actividades espaciales en el entorno europeo ha producido una distribución atomizada de las distintas infraestructuras espaciales, tanto de las estaciones de seguimiento, como de los centros de ensayos o de I+D. En particular, en el campo de las estaciones de seguimiento espacial se observa que la disparidad de emplazamientos resulta en muchos casos excesiva para la carga de trabajo que puede generar la actividad espacial europea, por lo cual es previsible que a medio plazo se produzca una racionalización de la estructura actual, concentrando medios en los emplazamientos que presenten mayores ventajas, técnicas o de otro tipo a lo largo de la geografía europea.

Las infraestructuras situadas en España tienen bazas importantes en este escenario, ya que han participado con éxito en distintos programas. A continuación, se citan las más destacadas:

- Instalaciones de la ESA en España: el Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC), instalación operativa de la ESA situada en Villafranca del Castillo (Madrid) y la estación de Cebreros (Ávila), perteneciente a la red de espacio profundo de la ESA.
- Instalaciones de otros organismos internacionales con actividad espacial: el Centro de Satélites de la Unión Europea (EUSC), situado en Torrejón de Ardoz (Madrid); y la estación de Robledo de Chavela (Madrid), que forma parte de la red del espacio profundo de NASA.





Fig. 15 Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC)<sup>15</sup>

- Instalaciones del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), organismo público de investigación, fundado en 1942 y dependiente del Ministerio de Defensa, cuyas instalaciones principales se encuentran en Torrejón de Ardoz (Madrid).



Fig. 16 Centro espacial de Maspalomas<sup>16</sup>

- Instalaciones de institutos, universidades y otros centros.

Sobre esta base, el presente Plan Estratégico propone tres objetivos específicos para las infraestructuras espaciales situadas en España:

- Lograr que ESAC adquiera la categoría de establecimiento de la ESA, al mismo nivel que las instalaciones en Francia, Alemania, Italia y Holanda, que ya gozan de ese estatus. En particular, ESAC debe centralizar las actividades de ciencia de la ESA. Además, en ESAC se deben mantener las actividades de TT&C y potenciar otras, como vigilancia espacial (Space Surveillance) o seguridad.
- Potenciar el uso de las infraestructuras españolas que ya participan en programas internacionales, como las estaciones de Torrejón y Maspalomas o el centro de satélites de la UE en Torrejón.

- Explotar las sinergias potenciales entre los centros técnicos y las empresas. En particular, la industria espacial española debería aumentar el uso que hace de las capacidades del INTA en I+D, tecnología y ensayos.

## PROPUESTAS DE ACTUACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en los epígrafes anteriores, el presente Plan Estratégico propone cuatro líneas de actuación:

- Potenciación de los recursos públicos. En primer lugar, se propone incrementar sustancialmente la inversión pública de España en el espacio y, en particular, nuestra contribución a la ESA, que aumentará progresivamente hasta alcanzar el 8%, en línea con nuestro PIB relativo. El gráfico siguiente presenta dicha contribución en los años anteriores y la que se realizará hasta 2011 (la envolvente financiera para el período 2007-2011 fue aprobada por el Consejo de Ministros el 19 de mayo de 2006).

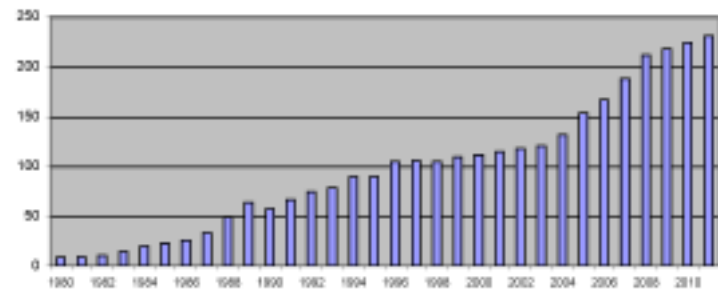
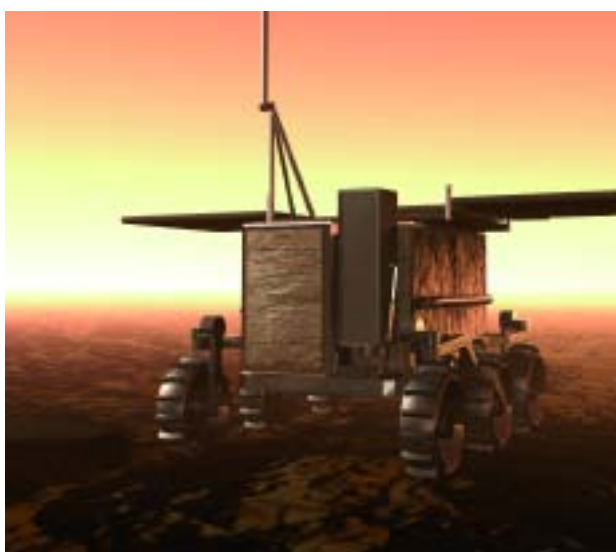


Fig. 17 Contribución anual de España a la ESA<sup>17</sup> (M€)

También se acometerá una diversificación de la inversión que permita optimizar los resultados. En particular, además del incremento de nuestra participación en la ESA, se potenciarán las líneas presupuestarias correspondientes a programas nacionales y a cooperaciones bilaterales con terceros países. Finalmente, como respuesta a la demanda del sector de ampliar el abanico de ayudas financieras, a partir de 2006 el CDTI dispone de la capacidad de contratar directamente sus propios proyectos y de conceder créditos a riesgo, cuya devolución está condicionada al éxito del proyecto.

- Selección de prioridades. En primer lugar, se propone canalizar el grueso de las inversiones hacia aquellas áreas programáticas de mayor potencial teniendo en cuenta las capacidades tecnológicas existentes en España y aquellas que, aunque no se poseen, se consideran de interés y accesibles a la industria española. En este sentido, se recomienda una inversión superior a la media en:

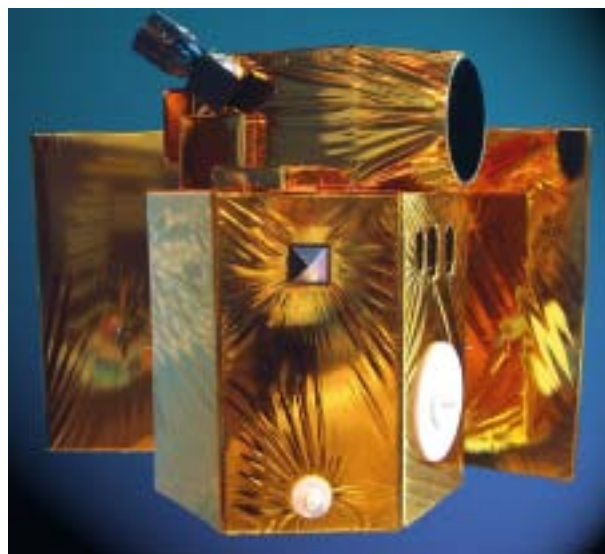
- Actividades orientadas al desarrollo de aplicaciones de interés para el ciudadano: telecomunicaciones, navegación y observación de la Tierra.
- Ciencia y exploración del espacio.



**Fig. 18 Robot para exploración planetaria ExoMars<sup>18</sup>**

- Desarrollos que permitan un liderazgo tecnológico en áreas concretas.
  - En el futuro, en los programas de seguridad.
- Desarrollo de un sistema espacial completo, como proyecto integrador de todas las capacidades existentes. Ello ofrecerá beneficios a todos los actores españoles del espacio: las instituciones públicas, las comunidades de usuarios y la industria. Además, potenciará los centros e infraestructuras ubicados en España y sentará las bases para una gestión integrada de nuestras inversiones en espacio. En concreto, en coherencia con las prioridades programáticas descritas en el epígrafe anterior, se propone el desarrollo de un sistema español de observación de la Tierra por satélite, área en la que se ha identificado un nicho de mercado en el entorno europeo que es accesible a España.

Este sistema, además, complementará los servicios que el sistema GMES ya proporciona a usuarios españoles de aplicaciones de medio ambiente y seguridad.



**Fig. 19 Satélite español de observación de la Tierra<sup>19</sup>**

- Coordinación entre todos los actores del sector. En particular, se propone: una gestión integrada entre los centros públicos que representan a España en foros internacionales sobre espacio; financiación por parte del CDTI para tecnologías espaciales aplicables a programas en los que invierten otros organismos españoles, públicos y privados; y, una coordinación sistemática entre la administración pública, la industria y la comunidad científica y de usuarios.

Cada línea de actuación contribuirá a la consecución de todos los objetivos planteados en este Plan Estratégico para las instituciones y usuarios españoles de sistemas espaciales, como se refleja a continuación.

OBJETIVOS PARA INSTITUCIONES Y USUARIOS ESPACIALES			
LÍNEAS DE ACTUACIÓN	PAPEL RELEVANTE DE ESPAÑA EN EL ENTORNO INTERNACIONAL	SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS ESPAÑOLES	OPTIMIZACIÓN DE LAS INVERSIONES
POTENCIACIÓN DE RECURSOS PÚBLICOS	Contribución acorde con nuestro peso económico	Mayores oportunidades para los usuarios	Diversificar y maximizar la rentabilidad de las inversiones
SELECCIÓN DE PRIORIDADES	Mayor participación en nuestras áreas de excelencia	Garantía de que se recogen nuestras áreas de mayor interés	Mayor prioridad a proyectos espaciales de interés para otros centros públicos
DESARROLLO DE UN SISTEMA ESPACIAL COMPLETO	Contribución de España a los programas GMES y GEOSS	Disponibilidad de datos y prioridad en el acceso a los mismos	Coordinación y maximización de la rentabilidad de las inversiones públicas
COORDINACIÓN ENTRE TODOS LOS ACTORES EN ESPACIO	Mayor influencia de España en los foros internacionales	Actuación coordinada de las instituciones y usuarios	Coherencia en la distribución de las inversiones públicas

Fig. 20 Influencia de las propuestas de actuación en la gestión institucional

Igualmente, todas las líneas de actuación facilitarán que se alcancen los objetivos planteados para la industria espacial española, tal y como muestra la tabla siguiente:

OBJETIVOS PARA LA INDUSTRIA ESPACIAL ESPAÑOLA				
LÍNEAS DE ACTUACIÓN	CUOTA DE MERCADO PROPORCIONAL AL PIB	INTEGRACIÓN DE SISTEMAS COMPLEJOS	LIDERAZGO EN TECNOLOGÍAS DE FUTURO	RACIONALIZACIÓN DE CAPACIDADES INDUST.
POTENCIACIÓN DE RECURSOS PÚBLICOS	Aumento de la competitividad y productividad de la industria española	Demostración de capacitación tecnológica	Reforzamiento de excelencia tecnológica	Consolidación de liderazgo en determinados nichos y acceso a nuevas tecnologías
SELECCIÓN DE PRIORIDADES	Mayor rentabilidad potencial de las inversiones	Elección de áreas programáticas de elevado potencial	Desechar áreas de menor interés	Optimización de la oferta industrial
DESARROLLO DE UN SISTEMA ESPACIAL COMPLETO	Incremento sustancial y sostenible de facturación y empleo	Capacitación tecnológica todos los elementos de un sistema espacial	Consolidación de las capacidades existentes	Estructura industrial según capacidades Ofertas conjuntas Filiales españolas
COORDINACIÓN ENTRE TODOS LOS ACTORES EN ESPACIO	Facturación adicional mediante sinergias y estrategia común	Liderazgo industrial en futuros proyectos de terceros	Estrategia común y sinergias	Análisis y seguimiento de Planes Estratégicos de la industria

Fig. 21 Influencia de las propuestas de actuación en la industria espacial

Finalmente, todas las líneas de actuación contribuirán también a conseguir los objetivos para las infraestructuras espaciales ubicadas en España:

OBJETIVOS PARA INFRAESTRUCTURAS ESPACIALES EN ESPAÑA			
LÍNEAS DE ACTUACIÓN	ESAC COMO ESTABLECIMIENTO ESA	INFRAESTRUCTURAS ESPAÑOLAS EN PROGRAMAS INTERNACIONALES	SINERGIAS ENTRE CENTROS TÉCNICOS Y LA INDUSTRIA
POTENCIACIÓN DE RECURSOS PÚBLICOS	Apoyo a la decisión de la ESA y sus Estados Miembros	Abanico más amplio de programas para los centros	Más recursos para promover actividades en cooperación
SELECCIÓN DE PRIORIDADES	Futuro más estable y más contenido para ESAC en el marco de la ESA	Elección de las áreas de mayor potencial para España	Mayor masa crítica en programas prioritarios
DESARROLLO DE UN SISTEMA ESPACIAL COMPLETO	Demostración del compromiso de España con la ESA	Capacitación de centros para grandes programas	Posibilidades de cooperación en un número elevado de sistemas
COORDINACIÓN ENTRE TODOS LOS ACTORES EN ESPACIO	Mayor número de apoyos desde distintos ámbitos	Máximos beneficios industriales y tecnológicos	Mejor conocimiento general de las oportunidades

Fig. 22 Influencia de las propuestas de actuación en las infraestructuras espaciales

Con el fin de verificar la efectividad de las líneas de actuación propuestas, se utilizarán indicadores que permitan cuantificar la evolución en el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos. El primer período de evaluación será 2007-2011, que coincide con el plazo para el que ya ha sido aprobada en Consejo de Ministros la envolvente de la contribución de España a la ESA. Asimismo, se establecen también hitos intermedios, para analizar la evolución de los indicadores sin necesidad de esperar a la finalización del plazo completo. En concreto, para el período de vigencia de este Plan Estratégico (2007-2011), se propone establecer un hito parcial en el año 2008, fecha que coincide con el próximo Consejo Ministerial de la ESA. En 2009 se elaborará una revisión del Plan Estratégico, que tendrá validez para el periodo 2010-2014, y que tendrá en cuenta la evolución de los indicadores hasta 2008. Para el período 2010-2014, se plantea de nuevo un hito parcial: en 2011, fecha que también se hace coincidir con un Consejo Ministerial de la ESA.

A título de ejemplo, para ilustrar la elevada importancia que tiene una elección correcta de los indicadores, se analiza a continuación la contratación de la industria espacial española en los últimos años, en relación con la contribución de España a la ESA en el mismo período. Tradicionalmente, se ha venido utilizando como indicador de gestión el porcentaje de retorno industrial de España en la ESA, que ha superado sistemáticamente el 100%: es decir, España ha logrado en la ESA una contratación superior a su contribución, lo que sin duda es un aspecto positivo. Sin embargo, cuando se analiza la contratación de la industria española en la ESA en

relación a nuestro peso específico en Europa, se aprecia que estamos en niveles que no alcanzan el 80%: es decir, como resultado de la baja contribución histórica de España a la ESA, la industria española sólo puede acceder a un nivel de contratación que está muy por debajo de sus posibilidades.

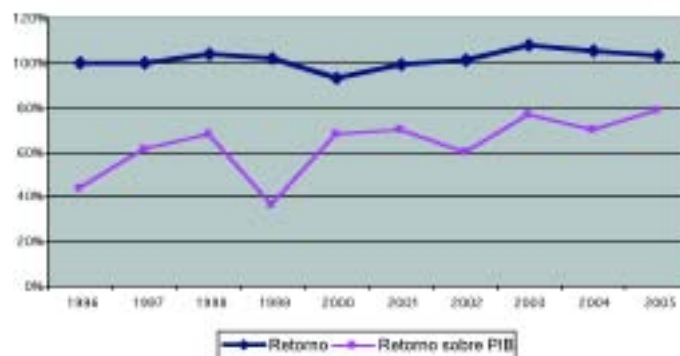


Fig. 23 Contratación española en la ESA, en relación con su contribución y su PIB relativo<sup>20</sup>

Además, se observa que la evolución del porcentaje de mercado que ha logrado la industria espacial española sobre el total europeo apenas alcanza el 4%, cifra inferior incluso al porcentaje de contratación en la ESA. Ello es lógico, ya que, entre otros motivos, una inversión reducida en la ESA penaliza a la industria española, que luego sufre las consecuencias en el mercado comercial, donde sus competidores parten con la ventaja de haber recibido un mayor apoyo institucional en la ESA.

Es decir, que el coeficiente de retorno geográfico en la ESA no es el indicador más relevante a la hora de evaluar la rentabilidad de las inversiones públicas en espacio, porque no tiene en cuenta el valor absoluto de la contribución.

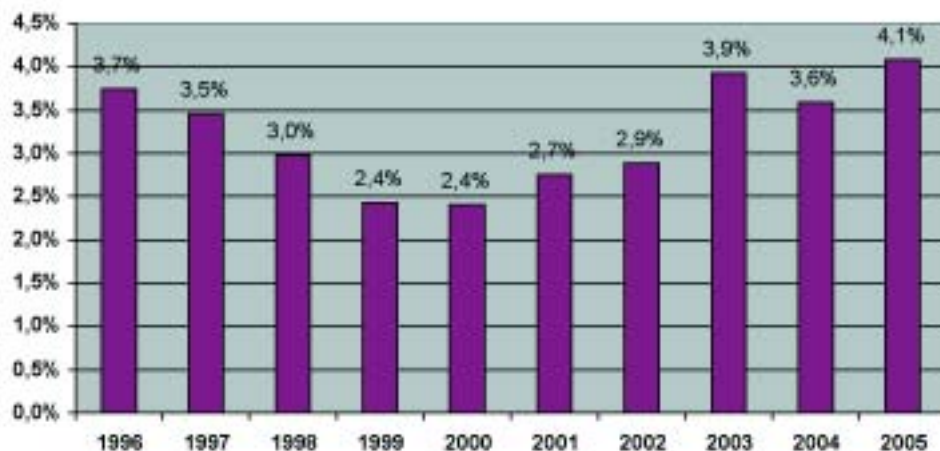


Fig. 24 Contratación de la industria española en relación con el total europeo<sup>21</sup>





Foto: ESA





## 1. CONTEXTO GENERAL

El espacio es uno de los sectores más atractivos para la inversión pública, al ser particularmente intensivo en I+D+i y proporcionar servicios a la sociedad en áreas tan importantes como el conocimiento científico, la seguridad de los ciudadanos o la gestión medioambiental. Por ello, si se exceptúa el mercado de telecomunicaciones por satélite, en muchos casos los gobiernos gestionan directamente los programas espaciales, ya sean de ámbito nacional o en cooperación internacional.

A día de hoy, en términos cuantitativos, España ocupa un lugar modesto en materia espacial en el ámbito internacional, dado que nuestras actividades en este campo son de un volumen inferior al que nos correspondería de acuerdo a nuestro peso económico en el mundo. No obstante, la experiencia de España en el espacio contempla más de cincuenta años y, en este período, hemos logrado un intenso avance científico y tecnológico, hasta el punto de liderar proyectos espaciales internacionales. Esto supone que existe el caldo de cultivo adecuado sobre el que desarrollar un sector espacial español fuerte, con una dimensión acorde a la de una de las economías más pujantes del mundo en la actualidad.

### 1.1. Contexto económico

La función del sector público es esencial para el espacio desde el punto de vista económico, tanto desde la perspectiva de la demanda como desde la de la oferta.

Por el lado de la oferta, el sector espacial posee un alto contenido en innovación. Como consecuencia, las actividades espaciales están entre las que pueden contribuir en mayor medida a elevar la productividad de la industria. Este es un aspecto sobre el que España debe incidir especialmente si desea lograr una mejora de la productividad y, por consiguiente, sostener en el tiempo el crecimiento económico de los últimos años.

Por el lado de la demanda, existen factores adicionales que obligan a que, dentro de todos los sectores intensivos en I+D+i, el espacio requiera un tratamiento específico y diferenciado por parte de los países desarrollados. En particular, el hecho de que los gobiernos sean los principales clientes de los sistemas espaciales, que suministran a la sociedad servicios públicos en áreas tan importantes como el conocimiento científico, la seguridad de los ciudadanos o la gestión medioambiental.

Dado que el mercado no da por sí mismo una respuesta adecuada a las necesidades de la sociedad en materia espacial (fallos de mercado), a diferencia de lo que sucede en otros sectores intensivos en I+D+i, los gobiernos han decidido gestionar directamente la mayoría de los programas espaciales. Es decir, son las administraciones públicas las que determinan el alcance y contenido de dichos programas y las que, al mismo tiempo, otorgan las ayudas públicas en I+D+i a las empresas que se encargan de desarrollarlos.

#### 1.1.1. Contexto económico en España

La evolución de la economía española durante los últimos veinte años ha estado marcada por tres hechos fundamentales: la entrada de España en la Comunidad Económica Europea, en 1986; su posterior incorporación a la Unión Económica y Monetaria, en 1999; y, por último, un buen número de reformas de diversa índole, entre las que destacan las reformas laborales de 1984, 1994 y 1997. La conjunción de estos tres factores ha generado una creciente estabilidad macroeconómica, una mayor flexibilidad de los mercados de bienes y servicios y una fuerte entrada de capital extranjero, lo que ha conducido a la modernización económica de España y, en último término, a un proceso de crecimiento sostenido desde mediados de los 90.

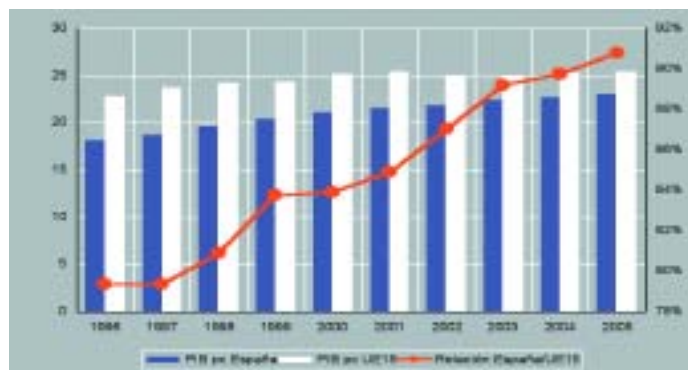


Fig. 25 Convergencia del PIB per cápita (M€/hab.) de España con la UE-15<sup>22</sup>

No obstante, en la última década, las elevadas tasas de crecimiento de España las ha protagonizado un fuerte incremento del empleo, con un pobre comportamiento de la productividad del trabajo. Por ello, el agotamiento de los efectos beneficiosos de los tres factores citados, así como el límite que la tasa natural de paro impone al crecimiento del PIB por la vía del incremento del empleo, podría hacer peligrar el mantenimiento de los altos ritmos de crecimiento. Para corregir esta situación, una de las claves es la mejora de la escasa inversión en I+D+i.

### 1.1.2. La inversión en I+D+i como motor de la economía

La sostenibilidad del crecimiento a largo plazo de la economía española pasa por mejorar la productividad, que depende de cinco factores<sup>22</sup>: la capacidad de asimilación y generación de nuevas tecnologías; la cualificación del trabajo; el funcionamiento competitivo de los mercados; el marco institucional y regulatorio de la economía y la eficacia de las instituciones públicas; y, la inversión pública en redes y en la salud de los ciudadanos.

De estos puntos, el primero está directamente relacionado con la política de mejora del nivel tecnológico y de conocimiento de la economía, es decir, con las políticas de fomento de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

Un entorno económico propicio establece las condiciones que permiten impulsar la inversión en capital humano, capital físico y capital tecnológico, así como mejorar la estructura organizativa y de gestión de las empresas. Aunque, sin duda, uno de los motivos fundamentales del débil aumento de la productividad en España es la escasa inversión en I+D+i<sup>24</sup> y, en particular la I+D+i empresarial (48,7% del total), datos que están muy alejados de los objetivos de Lisboa.

Existe un buen número de estudios que destacan la importancia de la inversión en actividades de I+D+i para el incremento de la productividad de la economía y, por tanto, para el crecimiento a largo plazo. Por ejemplo, la Organización de Cooperación y Desarrollo (OCDE) estima que un incremento de un 0,1% en los recursos privados destinados a I+D+i por un país genera un crecimiento en el PIB per cápita de entre 0,3 y 0,4% en el largo plazo. Además, la rentabilidad social de las inversiones en I+D+i es superior a la rentabilidad privada, por lo que la intervención pública está justificada, con el fin de lograr que se lleven a cabo investigaciones rentables desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, investigaciones que, en la mayoría de las ocasiones, no serían acometidas por inversores particulares.

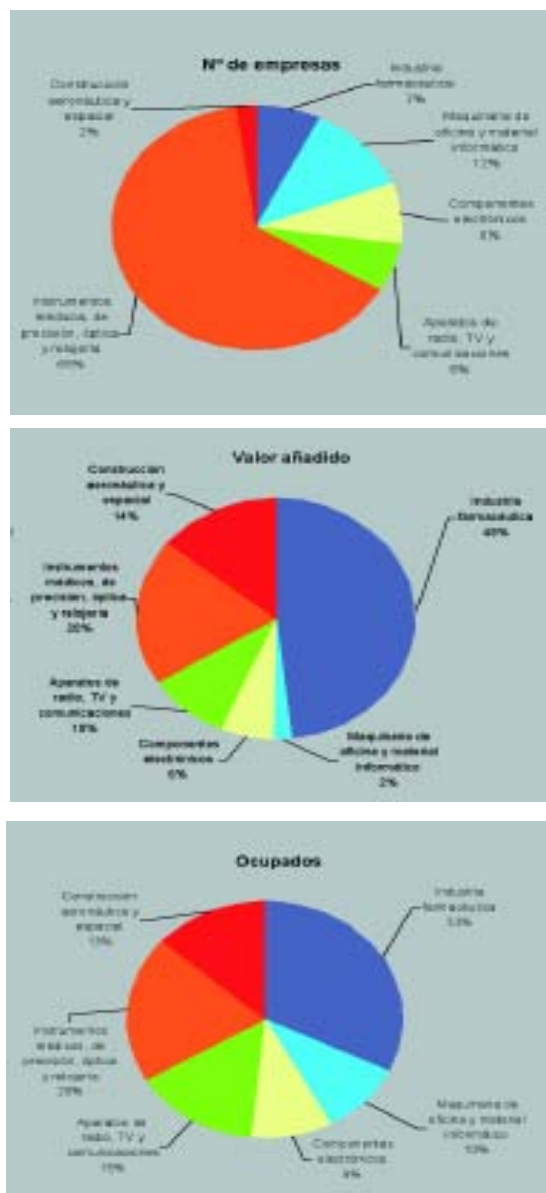


Fig. 26 Porcentaje de empresas, valor añadido y empleo en los sectores de alta tecnología<sup>27</sup>

Por último, hay que señalar que son los sectores más intensivos en I+D+i, como el sector aeroespacial, los que permiten compatibilizar el doble objetivo de mejorar la productividad del trabajo sin reducir el empleo. Esto es así por un doble motivo<sup>25</sup>: por una parte, los sectores de alta tecnología e intensivos en conocimiento presentan tasas de crecimiento del empleo mayores que las de los sectores tradicionales y crean empleo de mayor calidad, más cualificado y mejor remunerado; por otra, la inversión en I+D+i genera efectos positivos no sólo sobre la propia productividad del sector, sino también sobre la productividad de otros sectores a través de efectos desbordamiento y de transferencia de tecnología, con lo que se mejora el nivel general de producto por trabajador de la economía. Por ello, es especialmente importante el apoyo público a las actividades de I+D+i en los sectores intensivos en tecnología y conocimiento.

1.1.3. El sector aeroespacial frente a otros sectores intensivos en I+D+i

La industria de construcción aeronáutica y espacial se encuentra entre los seis sectores manufactureros considerados como altamente intensivos en I+D. A continuación, se indican algunos datos comparativos que ilustran la importancia del sector<sup>26</sup>.

El sector aeroespacial español cuenta con el 2% del total de empresas de alta tecnología (100 empresas sobre un total de 4.483). No obstante, produce el 14% del valor añadido (8,9 millones de euros sobre un total de 63,1) y emplea a 13 de de cada 100 ocupados (22.100 empleados sobre un total de 166.800) en los sectores intensivos en I+D+i.

A la vista de los datos anteriores, no es de extrañar que el sector aeroespacial ocupe el segundo puesto entre los de alta intensidad tecnológica, por detrás de la industria farmacéutica, en cifra de negocio media por empresa, con 25 millones de euros.

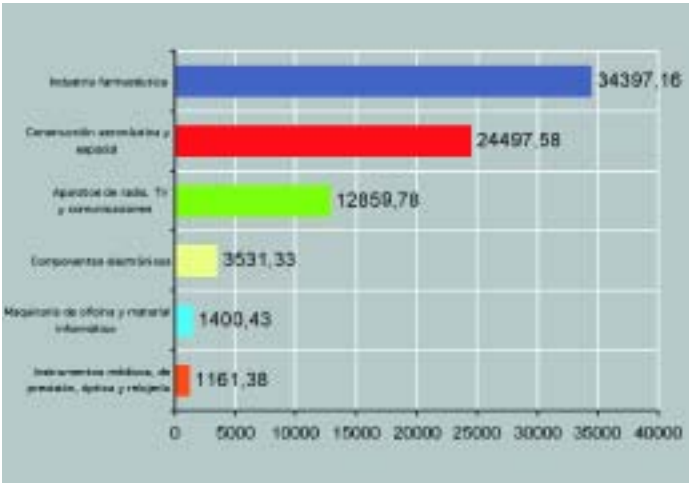


Fig. 27 Cifra media de negocio de las empresas en los sectores de alta tecnología<sup>28</sup> (M€)

De entre todos los sectores de alta tecnología, el sector aeroespacial es el que mayores tasas de crecimiento del valor añadido y del empleo ha alcanzado en España, con unas variaciones medias anuales durante el periodo 2000-2004 del valor añadido y el empleo de 7,6 y 16,5 %, respectivamente:

Sectores	valor añadido	empleo
Industria farmacéutica	3,0%	2,8%
Maquinaria de oficina y material informático	-20,3%	-7,9%
Componentes electrónicos	-3,3%	-7,5%
Aparatos de radio, TV y comunicaciones	-8,2%	4,0%
Instrumentos médicos, de precisión, óptica y relojería	0,8%	8,1%
Construcción aeronáutica y espacial	7,6%	16,5%

Fig. 28 Tasas medias de crecimiento anual en los sectores de alta tecnología

Ello ha permitido que, en los últimos años, el peso relativo del sector aeroespacial en España haya aumentado en relación al total de los sectores de alta tecnología.

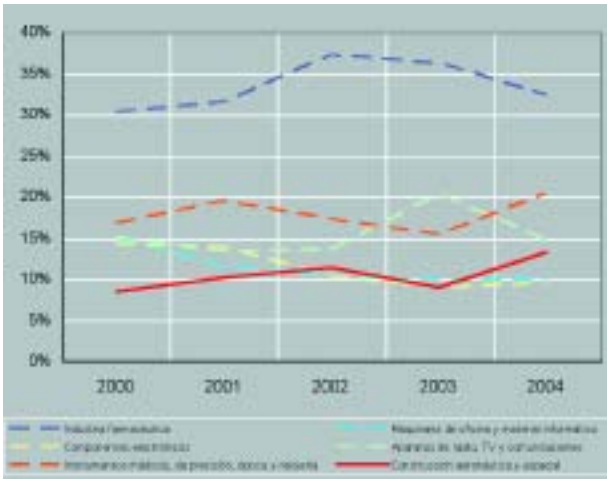


Fig. 29 Valor añadido y empleo, en % del total, en los sectores de alta tecnología<sup>29</sup>

Por lo que respecta a la productividad aparente del factor trabajo, el sector aeroespacial se presenta como el más productivo de todos los sectores, con un valor añadido de 414.903 € por empleado en el año 2004.

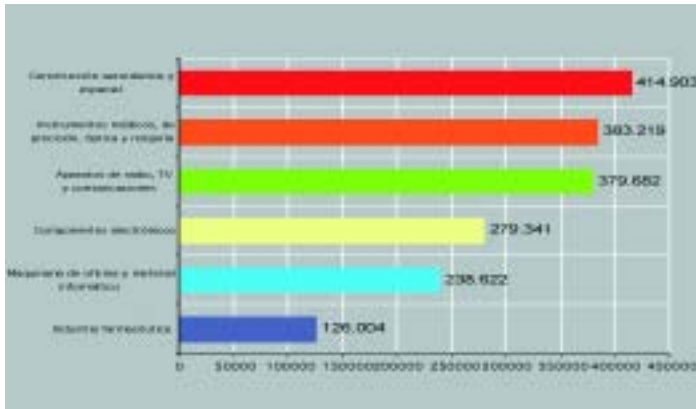


Fig. 30 Productividad aparente del trabajo (€ de valor añadido por ocupado)<sup>30</sup>

Por último, en lo referente a su faceta innovadora, el sector aeroespacial muestra un gran dinamismo en actividades de I+D, ya que contribuye con un 27%, 25% y 23%, respectivamente, al total de gastos internos en I+D, de personal de I+D y de número de investigadores del total de las industrias intensivas en tecnología:



Fig. 31 Gastos internos, personal e investigadores en I+D en los sectores de alta tecnología<sup>31</sup>

La intensidad innovadora del sector aeroespacial se pone aun más de relieve al constatar que su porcentaje de inversión en I+D sobre su volumen de ingresos es muy superior al del resto de sectores innovadores. La misma conclusión arroja el porcentaje de inversión en innovación sobre el volumen de negocio.

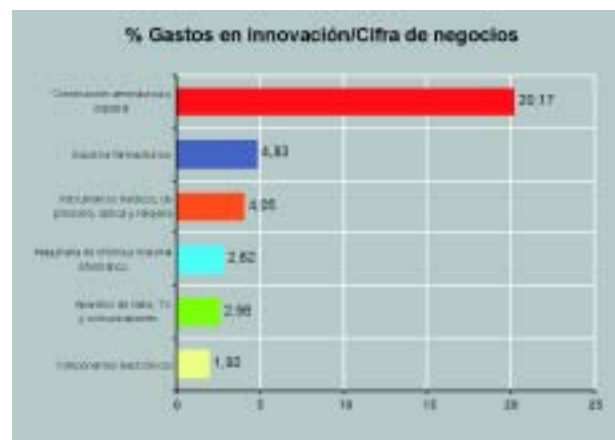


Fig. 32 Porcentaje de la cifra de negocio invertida en I+D y en innovación<sup>32</sup>



#### 1.1.4. Demanda pública de programas espaciales

El interés de los gobiernos en garantizar a sus ciudadanos un acceso independiente al espacio viene motivado por la existencia de servicios públicos esenciales para la sociedad que sólo pueden proporcionarse mediante sistemas espaciales. Entre ellos, cabe destacar<sup>33</sup>: el conocimiento científico, la seguridad de los ciudadanos y la gestión medioambiental. En todos estos ámbitos existen “fallos de mercado”, es decir, en ellos no se cumplen todos los supuestos que permiten la existencia de la llamada “competencia perfecta”. Esta situación provoca que no sea eficiente la asignación de recursos (producción y consumo) que resulta de dejar a las empresas y a los consumidores tomar sus decisiones con arreglo a criterios de mercado y, por tanto, es necesaria la intervención pública para alcanzar un mejor resultado.

Las investigaciones científicas en el espacio o las aplicaciones espaciales orientadas a la seguridad de los ciudadanos y a la gestión medioambiental son ejemplos de bienes públicos, ya que reúnen las características esenciales de los mismos: la no exclusividad (no es posible impedir a nadie su uso una vez producidos) y la no rivalidad (la cantidad disponible del bien para otros consumidores no disminuye con el número de personas que lo consumen). Estas características hacen imposible que el que produce estos bienes se pueda apropiar de todo el valor que generan, lo que desincentiva a la iniciativa privada para producirlos y obliga a la intervención pública si se desea que la sociedad disfrute de ellos.

El afán por aumentar nuestro conocimiento científico fue una de las claves del inicio de la actividad espacial que, en sus orígenes, tenía en la exploración del espacio su campo de actuación más emblemático. A día de hoy, igualmente, los programas espaciales de contenido científico siguen estando en primera línea entre los objetivos de cualquier agencia espacial. En este ámbito, se podrían distinguir tres áreas diferenciadas: las ciencias espaciales, las ciencias de la Tierra y la exploración espacial. Un elemento importante a destacar es el hecho de que la línea de separación entre la investigación científica y el desarrollo de aplicaciones va haciéndose cada vez más tenue, dado que en muchas ocasiones aquella es la precursora de éstas. Ello contribuye, sin duda, a rentabilizar en mayor medida las inversiones públicas en programas científicos, puesto que éstos generan resultados de los que, posteriormente, se beneficia el conjunto de la sociedad.

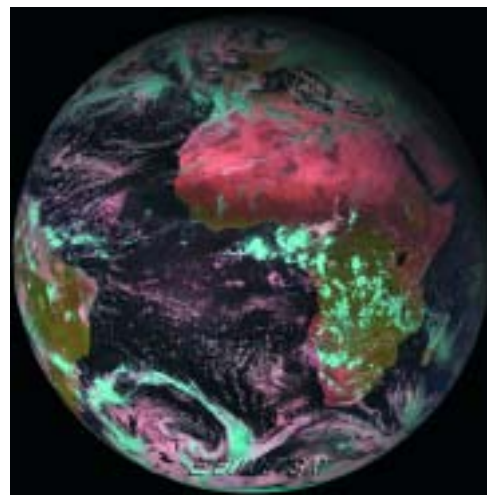


Fig. 33 Primera imagen del satélite MSG-2<sup>34</sup>

Además del interés científico del espacio, éste es también objeto de explotación económica, algo que inicialmente sólo estaba al alcance del sector público, por las enormes inversiones requeridas para ello. Actualmente, aunque hay servicios proporcionados desde el espacio por la iniciativa privada, caso de las telecomunicaciones por satélite, siguen siendo las instituciones las que en mayor medida se valen de sistemas espaciales para prestar servicios a la sociedad. En particular, hoy en día existe una demanda creciente de aplicaciones que mejoren la seguridad de los ciudadanos, especialmente en lo que se refiere al control de fronteras y a la prevención de desastres naturales, materias en las que la explotación del espacio ofrece resultados que no pueden alcanzarse por otras vías. De igual modo, la gestión medioambiental recibe una atención cada día mayor por parte de la sociedad, a la vista de la rapidez con que se están produciendo cambios en el clima de nuestro planeta y de las consecuencias que de ello podrían derivarse. Quizás, el ejemplo más significativo en este campo sería el de las observaciones meteorológicas por satélite, que ya forman parte de nuestra vida cotidiana y sin las que no se concibe una sociedad moderna.

## 1.2. Contexto internacional

La elevada dependencia de la inversión institucional por parte del sector espacial explica la tradicional situación preponderante de Estados Unidos en el ámbito internacional, ya que este país destina a actividades espaciales una inversión pública cinco veces superior a la de Europa. En lo que a España se refiere, históricamente nuestra dotación presupuestaria para espacio ha sido todavía inferior a la media de nuestros socios europeos, en relación al PIB.

### 1.2.1. Volumen económico del sector espacial

El sector espacial generó en 2005 un volumen de negocio de 88.800 millones de dólares. Ello implica un aumento del 7.4% respecto al año anterior, una evolución más positiva que la media de los ejercicios precedentes.

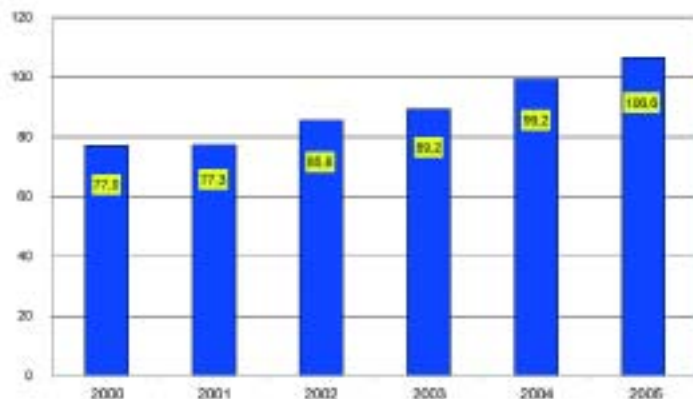
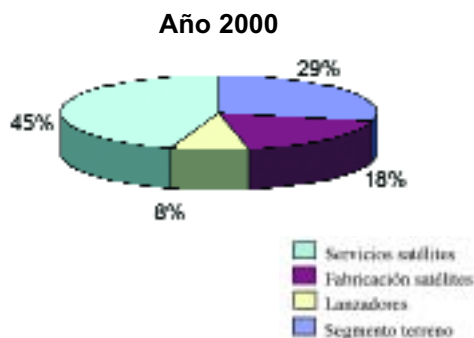
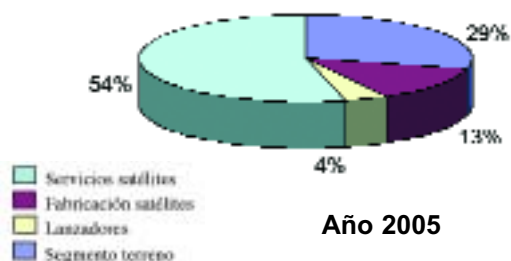


Fig. 34 Cifra de negocio del sector espacial global en 2000-2005<sup>35</sup> (miles de M€)

En relación al volumen de negocio total, en 2005 el peso de los servicios proporcionados a través de satélite supone el 60% del total. Por su parte, la industria de lanzadores ve disminuido su peso hasta el 3%, aunque el mayor descenso se produce en la fabricación de satélites: entre 2000 y 2005, su peso se ha reducido a la mitad, pasando del 18% a sólo un 9%. El segmento terreno mantiene una evolución estable, sin grandes variaciones.



### Año 2003



### Año 2005

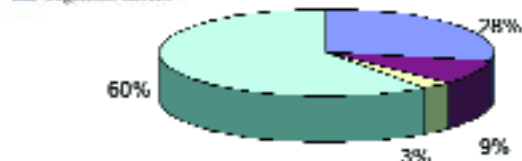


Fig. 35 Distribución de la cifra de negocio del sector espacial en 2000-2005<sup>36</sup>

En lo que se refiere al mercado institucional, se observa un predominio abrumador de Estados Unidos, cuya inversión pública en espacio quintuplica a la de Europa. También es importante recalcar que, mientras en Estados Unidos el gasto espacial en defensa supera al civil, en Europa sucede lo contrario.

Se alcanzan similares conclusiones si se compara la inversión institucional en espacio en términos de PIB per cápita, mucho menor en Europa que en las restantes potencias espaciales.

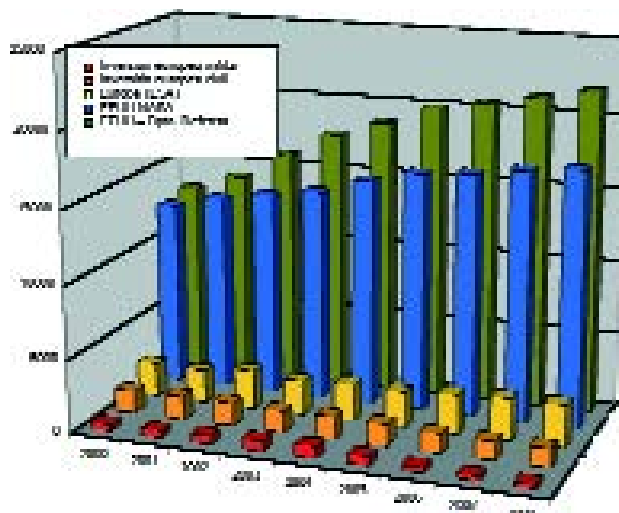


Fig. 36 Inversión institucional (M€) en el sector espacial en 2000-2005<sup>37</sup>

### 1.2.2. Principales potencias espaciales

En los últimos veinte años, el mapa global de potencias espaciales y sus prioridades respectivas han cambiado de manera muy significativa.

- Estados Unidos ha sido, y sigue siendo, la primera potencia mundial espacial. En los últimos años, el gigante norteamericano ha aumentado su inversión en espacio de manera lenta pero sostenida, a través del crecimiento de la dotación que dedica a espacio el Departamento de Defensa (DoD), que actualmente supera en términos absolutos al de la NASA, agencia creada en 1958 por el Congreso de los Estados Unidos con unas competencias iniciales aeronáuticas y que posteriormente incluyeron las espaciales. En la vertiente científica, Estados Unidos está centrando sus esfuerzos en la potenciación de su programa de exploración espacial que tiene, como líneas estratégicas: el desarrollo de una nave tripulada que sustituya al 'Shuttle' y permita la vuelta del hombre a la Luna, una serie de misiones robóticas y, en un futuro, misiones tripuladas a Marte. Es destacable que la elevada dependencia institucional de las empresas del sector aeroespacial ha hecho a la industria estadounidense menos vulnerable a las fluctuaciones del mercado comercial que a sus competidores globales.
- Rusia comienza a recuperarse de la crisis presupuestaria de los noventa. A partir de las bases sentadas en el inicio de la carrera espacial, mantiene su primacía en el ámbito de lanzadores, donde gozan de un gran éxito comercial. De cara al futuro, se prevé que alcance un gran impulso a través de la cooperación con la UE, de la cual el principal ejemplo es el futuro uso de los lanzadores Soyuz desde el puerto espacial CSG-Kourou, situado en la Guayana Francesa.
- Japón es otra potencia espacial de primer nivel, gracias al trabajo de su agencia espacial (JAXA), que no aborda desarrollos espaciales militares, como resultado de la tormentosa historia del país hasta mediados del siglo XX. Aunque sus últimas misiones han tenido resultados desiguales, Japón dispone de una industria líder en electrónica y robótica, y relaciones privilegiadas con los Estados Unidos, además de colaborar frecuentemente con la ESA. Todo ello le permite llevar a cabo ambiciosas iniciativas en el ámbito espacial.
- India es una de las potencias emergentes en el ámbito espacial, como resultado de la convergencia de varios factores: el desarrollo de misiles balísticos a raíz de sus tensiones con Pakistán, el establecimiento de capacidades avanzadas en teledetección orientadas a la mejora en el uso de

recursos naturales y la abundancia de técnicos y científicos bien formados. India está aumentando su perfil espacial internacional y coopera con Estados Unidos, Europa (en particular, con Francia) y Rusia en distintas iniciativas espaciales, así como con Brasil.

- China está adquiriendo una presencia preeminente en el ámbito espacial a través de desarrollos domésticos cada vez más ambiciosos. Ha desarrollado una familia propia de lanzadores, que merced a su precio reducido y creciente fiabilidad está alcanzado un éxito notable, aunque limitada por las restricciones de Estados Unidos mediante las ITAR. El programa chino de vuelos tripulados también ha alcanzado un gran protagonismo gracias a los recientes éxitos en la puesta en órbita de astronautas. El crecimiento espectacular de su economía en los últimos años hace prever que el papel global de China en el ámbito espacial seguirá aumentando.
- Europa, por su parte, está atravesando una fase de relativo estancamiento debido a la confluencia de varios factores:
  - Crisis del mercado comercial, que sólo recientemente está dando muestras de recuperación y que está afectando considerablemente a la industria europea.
  - Estancamiento del presupuesto de la ESA, que mantendrá un perfil plano en los próximos años, como consecuencia de la congelación de las dotaciones para espacio de sus principales países contribuyentes (con la excepción de España).
  - Dificultades experimentadas por algunos de sus programas de mayor presupuesto.

### 1.3. Antecedentes del espacio en España

A pesar de nuestra tradicional baja inversión pública en espacio, España ha logrado un reconocimiento internacional en el sector. La participación de España en actividades espaciales comenzó a mediados del siglo XX, con unos comienzos lógicamente modestos, en consonancia con la situación tecnológica del país en aquella época. No obstante, poco a poco, fueron abordándose iniciativas cada vez más ambiciosas.

Inicialmente, nuestra actividad se canalizó en el marco de la cooperación internacional, mediante pequeñas aportaciones a programas liderados por terceros. Más adelante, España comenzó a desarrollar sus propios programas espaciales, aunque con un alcance limitado. En la década de los noven-



ta, se creó el primer operador español de satélites de telecomunicaciones, lo que dotó a nuestro país de independencia en este ámbito. Finalmente, en los pasados años, España ha conseguido liderar algunos proyectos internacionales. A día de hoy, el principal reto que tiene España es desarrollar y explotar un satélite propio plenamente operacional.

### 1.3.1. Cooperación internacional

España inicia su actividad en el espacio en 1951 con intercambios de personal e información entre el INTA y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, en concreto con la Fuerza Aérea. Esta relación, que continúa en la actualidad, dio lugar a las primeras instalaciones espaciales en territorio español, fruto de la necesidad de la NASA de tener estaciones de seguimiento de satélites en Europa. La primera de las mismas fue la de Maspalomas, nacida de un acuerdo entre los gobiernos español y estadounidense que data de 1960. Fue seguida por la de Robledo de Chavela, única estación de espacio profundo de la NASA en territorio Europeo, surgida de otro acuerdo similar firmado en 1964. Esta cooperación entre la NASA y el INTA también dio lugar a otras iniciativas de cooperación: entre ellas el campo de lanzamiento de cohetes de Arenosillo (Huelva), la estación de Cebreros, o las instalaciones de soporte en emergencia al transbordador espacial (Zaragoza).

En paralelo a estas relaciones con Estados Unidos, España comenzó las gestiones para cooperar en materia espacial con las potencias europeas de la época. En concreto, en 1960, España entró a formar parte de la EC para la preparación de investigación en el espacio (COPERS), antecesora de la organización europea de investigación espacial (ESRO), de la que España fue miembro fundador en 1962, germen de la actual ESA.

En 1975 España ingresó en la ESA como miembro fundador. Nuestra política espacial, desde entonces hasta la actualidad, ha tenido a esta organización como elemento clave para desarrollar las capacidades espaciales españolas, tanto científicas como industriales. En paralelo a un considerable desarrollo industrial, la pertenencia de España a la ESA ha permitido la creación, desarrollo y consolidación de una nutrida comunidad científica, con especialización en varios campos relacionados con la actividad espacial.

Adicionalmente, cabe señalar que la ESA dispone de un centro en España: el Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC), ubicado en Villafranca del Castillo (Madrid) y que fue inaugurado en 1978, como resultado de un acuerdo entre España y ESRO, con el fin de dar servicio al satéli-

te Explorador Ultravioleta Internacional (IUE). Esta instalación, que se complementa con la Estación de Espacio Profundo de Cebreros (Ávila), juega un importante papel en la red de seguimiento de satélites de la ESA y dispone de medios para realizar funciones de Centro de Operaciones Científicas de misiones de la ESA.



Fig. 37 Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC)<sup>38</sup>

Por último, también en el marco de la ESA, hay que destacar la presencia de España en el ámbito de los vuelos tripulados. Desde 1992, Pedro Duque es miembro del Cuerpo Europeo de Astronautas, tras haber superado el proceso de selección realizado en España. Fue escogido por la NASA para formar parte de la tripulación del transbordador Discovery en la Misión STS-95 (1998), convirtiéndose así en el primer español de la historia que volaba al espacio. Su labor más destacada ha sido en la misión Cervantes, en octubre de 2003, que supuso el tercer ascenso de un astronauta europeo a la Estación Espacial Internacional (ISS). La misión duró 10 días, durante los que se realizaron con éxito varios experimentos científicos.

### 1.3.2. Iniciativas nacionales

El primer presupuesto nacional para la financiación de actividades tecnológicas espaciales en España se aprobó en 1968, con una duración de 5 años, y un importe de 3,5 millones de euros. Se financiaron, entre otras, actividades en el campo de lanzamiento de cohetes de sondeo de Arenosillo, el desarrollo de lanzadores propios de sondeo del INTA (INTA 300), el satélite INTASAT, así como otros desarrollos e instalaciones.

Las actividades tecnológicas espaciales materializadas en el ámbito estrictamente nacional tuvieron continuidad a lo largo de los años y derivaron en el desarrollo en España de diversos ingenios espaciales, de los que se enumeran a continuación los más significativos, por orden cronológico.

### 1.3.2.1. INTASAT (1974)

En 1974, se lanzó el primer satélite español, desarrollado por el INTA con colaboración de la NASA que, además, revisó su diseño inicial y facilitó sus instalaciones para las pruebas del mismo. Se puso en órbita, de forma gratuita, mediante un lanzador Delta.

### 1.3.2.2. UPM/SAT (1995)

En la década de los noventa, varias universidades españolas intentaron desarrollar microsátélites (satélites de menos de 100 kilogramos de peso) con un objetivo educacional: consolidar la capacidad para diseñar, desarrollar, construir, ensayar, integrar y operar un ingenio espacial de prestaciones modestas, pero que conservara en su ejecución toda la complejidad de un sistema espacial completo. La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) consiguió desarrollar el satélite UPM/SAT1, de unos 50 kilos de peso, que fue lanzado el 7 de julio de 1995 desde Kourou, en la Guayana Francesa, como carga de pago secundaria en el vuelo V75 de un lanzador Ariane IV-40, cuyo cliente principal fue el satélite militar Helios.

Este satélite educacional, tenía además objetivos científicos y de demostración tecnológica, a raíz del acuerdo con el Centro de Investigación y Tecnología Espacial de la ESA (ESTEC) en Noordwijk, (Holanda), relacionados con el uso de los puentes líquidos como acelerómetros espaciales y con las tecnologías de nuevos paneles solares. El UPM/SAT1 continúa orbitando a unos 650 kilómetros de la superficie de la Tierra.

### 1.3.2.3. MINISAT 01 (1997)

El programa de satélites MINISAT nació con el objetivo de que el INTA desarrollara una familia de pequeños satélites de aplicación como plataforma de telecomunicaciones, observación de la Tierra, o experimentos científicos. El primer satélite MINISAT fue lanzado con éxito el 21 de abril de 1997.

Este microsátélite fue diseñado, fabricado, integrado y ensayado íntegramente en nuestro país, así como la integración con el lanzador (un cohete Pegasus), el propio lanzamiento, y todo el seguimiento correspondiente. Desde el punto de vista tecnológico sirvió para desarrollar capacidades, adquirir y ponerse al día en las más altas tecnologías. Desde el punto de vista científico la misión sirvió para que grupos de nuestro país trabajasen con grupos de amplio prestigio internacional en el desarrollo de instrumentos o para realizar desarrollos de instrumentos completos, así como para obtener resultados científicos notables.

La presidencia de la Comisión de Seguimiento del Programa Integrado MINISAT recayó en el CDTI. El INTA fue responsable de la Dirección Técnica y de la Gestión del Proyecto, así como de gran parte de la carga útil científica. La empresa EADS-Casa Espacio fue el contratista principal de la plataforma.



Fig. 38 Satélite MINISAT<sup>39</sup>

La carga útil de la misión estaba constituida por los siguientes experimentos científicos:

- EURD. Espectrógrafo para medir la radiación difusa en el rango ultravioleta extremo, desarrollado por el INTA y la universidad de Berkeley.
- LEGRI. Detector de rayos gamma basado en nuevas tecnologías de Ioduro de Mercurio, que fue desarrollado por un consorcio internacional con elevada participación española.
- CPLM. Dispositivo para estudiar el comportamiento de puentes líquidos en microgravedad, desarrollado por la Universidad Politécnica de Madrid.
- ETRV. Experimento tecnológico, desarrollado por EADS-Casa Espacio, para regular la velocidad de despliegue de los distintos apéndices que se despliegan después de la puesta en órbita de un satélite.

El segmento terreno estaba compuesto por tres centros:

- La estación de control y seguimiento, situada en la estación espacial de Maspalomas, donde estaban situadas las antenas de telecomando y telemedida, así como los terminales para realizar el enlace con el satélite.
- El Centro de Control de la Misión (CCM), situado en las instalaciones del INTA en Torrejón de Ardoz, que dirigía las operaciones de planificación, mantenimiento y operación en tiempo real a través de la estación.
- El Centro de Operaciones Científicas (COC), desarrollado íntegramente por el INTA, donde se decodificaban y analizaban los datos científicos y de ingeniería de los instrumentos.

#### 1.3.2.4. NANOSAT (2004)

El 18 de diciembre de 2004, se lanzó con el cohete europeo Ariane 5, desde la Guayana francesa, el satélite NANOSAT, desarrollado por el INTA. Formaba parte de una carga de siete satélites entre los que se encontraba el satélite militar francés Helios 2. Este “nanosatélite”, ofreció altas prestaciones con un tamaño y peso reducidos (menos de 20 kilogramos). Contó con varios experimentos: dos de ellos científicos (dos sensores solar y magnético basados en un nuevo concepto de nanotecnologías y nuevos materiales) y un experimento tecnológico basado en la utilización de luz infrarroja para la comunicación interna de datos, evitando el uso de cables internos.

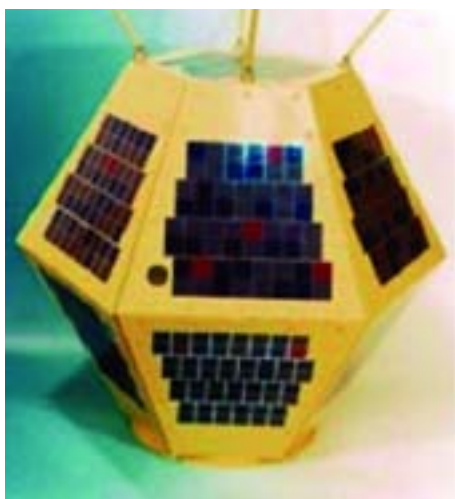


Fig. 39 Satélite NANOSAT<sup>40</sup>

El NANOSAT 01 se encuentra en una órbita polar a 650 kilómetros de altura. Se comunica con la estación de datos cuando pasa por la vertical de Madrid, una vez cada 12 horas, por lo que el satélite debe guardar los datos de los experimentos y descargarlos cuando se reestablece la comunicación. Gracias a esta órbita podrá cubrir todo el planeta en rotaciones sucesivas.

#### 1.3.3. Operadores españoles de satélites

En España existen dos sociedades operadoras de satélites que son: Hispasat, para el mercado comercial, e Hisdesat, para aplicaciones gubernamentales.

##### 1.3.3.1. HISPASAT

La sociedad HISPASAT fue constituida en el año 1989, con el objetivo de constituirse como el operador de satélites de referencia para los mercados de habla hispana y portuguesa. Durante estos años, se ha consolidado como un operador global, con

cobertura y servicios de calidad en Europa, América, Canadá y Norte de África. En estas áreas, realiza la distribución por satélite de cadenas de televisión y radio y la difusión de los contenidos de plataformas de televisión digital, proporciona acceso a Internet en banda ancha y desarrolla los nuevos servicios interactivos y multimedia asociados a la tecnología digital, como la teleformación, distribución de contenidos, vídeo y cine bajo demanda o videoconferencias de alta calidad.

Los lanzamientos del HISPASAT 1A (el primer satélite de telecomunicaciones comercial español) en 1992 e HISPASAT 1B en 1993 supusieron un verdadero hito en España, ya que significaron la puesta en marcha de una empresa española dedicada a la operación y comercialización de satélites de telecomunicaciones.

Esto ha permitido a la industria espacial española acceder a un nuevo mercado interno de equipos y sistemas para satélites de telecomunicación por satélite: desde el HISPASAT 1A y 1B, los satélites operados por HISPASAT han sido construidos por contratistas industriales europeos, pero siempre han tenido una participación relevante de empresas españolas.

En la actualidad, el sistema de comunicaciones por satélite HISPASAT incluye satélites de comunicaciones colocados en varias posiciones orbitales:

- Posición transatlántica (30° Oeste), en la que se ubican dos satélites: HISPASAT 1C, lanzado en 2000; e HISPASAT 1D, lanzado en 2002.
- Posición americana (61° Oeste), en la que se ubica el satélite Amazonas, lanzado en agosto de 2004.

HISPASAT tiene centros de control propios para la operación y comercialización de sus satélites, en Arganda, Maspalomas y Río de Janeiro.

##### 1.3.3.2. HISDESAT

La sociedad HISDESAT se constituyó en 2001, con el objetivo inicial de dotar al Ministerio de Defensa de telecomunicaciones seguras por satélite. Actualmente, HISDESAT atiende a clientes gubernamentales, españoles y de terceros países, a los que presta servicios de comunicaciones, para aplicaciones civiles y militares.

Para proporcionar estos servicios, HISDESAT cuenta con el satélite XTAR-EUR, lanzado en 2005 y situado en la posición 29° Este, y con el satélite SPAINSAT, lanzado en 2006 y situado en la posición 30° Oeste.

### 1.3.4. Liderazgo español en misiones internacionales

La madurez adquirida por nuestro sector espacial en los últimos años queda de manifiesto por el liderazgo de España en varios proyectos de ámbito internacional, entre los que cabe destacar dos: AMERHIS y SMOS.

#### 1.3.4.1. AMERHIS

AMERHIS es uno de los programas de mayor relevancia de la ESA en el área de telecomunicaciones: es un nuevo concepto de carga útil de telecomunicaciones multimedia por satélite, que se lanzó a bordo del satélite AMAZONAS de HISPASAT en agosto de 2004. Se basa en un equipo digital embarcado que ofrece servicios multimedia interactivos en cualquier punto de Europa y América y representa una propuesta avanzada para manejar eficientemente las telecomunicaciones por satélite. Con la puesta en marcha de AMERHIS, la industria europea se ha posicionado al más alto nivel en el mercado multimedia de banda ancha por satélite, al mismo tiempo que se apoya la consolidación de los estándares avanzados de comunicaciones impulsados desde Europa.

AMERHIS posee una especial importancia para España, por los siguientes motivos:

- Liderazgo de la industria española. Este proyecto ha supuesto la primera oportunidad de liderazgo de la industria española (Alcatel Alenia Space España) de un sistema completo de telecomunicaciones en el seno de la ESA. AMERHIS ha sido desarrollado por un equipo industrial liderado por España, con participación de Francia, Noruega y Canadá. El coste total del proyecto ha sido de unos 55 M€, a los que España ha contribuido con más del 50% del presupuesto total.
- Modelo de internacionalización. AMERHIS tiene su origen en las actividades desarrolladas en el Plan Nacional del Espacio español, a raíz de las cuales, dado el alto potencial de comercialización que presentaba el sistema, se decidió incrementar y consolidar el equipo industrial implicado, mediante la cooperación con empresas europeas y canadienses. Esta europeización se llevó a cabo en el marco de la ESA, lo que ha llevado a AMERHIS a utilizarse como modelo para la internacionalización de las actividades nacionales.
- Modelo de colaboración con operadores de satélites. AMERHIS se define a través de un acuerdo de colaboración ESA-CDTI-HISPA-

SAT. Este acuerdo es un modelo piloto que sienta las bases para futuras colaboraciones con otros operadores en el seno de la ESA. La oportunidad de vuelo y los compromisos de comercialización posterior del sistema por parte del operador conforman el eje fundamental del acuerdo, que tiene como objetivo maximizar el beneficio de la industria implicada y, de esta forma, la inversión pública realizada.

#### 1.3.4.2. SMOS

Es una misión de observación de la Tierra de la ESA, en colaboración con el CDTI y la Agencia Espacial Francesa (CNES), que realizan aportaciones adicionales a su participación en el proyecto a través de sus respectivas cuotas a la ESA. Las actividades de fabricación e integración están actualmente en marcha con miras a lanzar el satélite en 2007.

SMOS proporcionará a la comunidad científica internacional datos claves para mejorar el conocimiento sobre la climatología y el medio ambiente de nuestro planeta, con una calidad y coberturas (geográfica y temporal) no alcanzadas hasta ahora. En concreto, permitirá medir la evolución de la humedad del terreno y de la salinidad de los océanos, variables que son fundamentales para los modelos del cambio climático y las predicciones meteorológicas a largo plazo.

Por otra parte, SMOS es un proyecto estratégico para Europa, ya que le situará en primera línea internacional. Prueba de ello es que también la NASA ha planteado dos misiones independientes (Aquarius e Hydros), que entre ambas cubrirían objetivos similares a los de SMOS. SMOS supone también una inversión de futuro para Europa, al existir diversas organizaciones internacionales que han expresado interés en estudiar la posibilidad de lanzar misiones operacionales que le den continuidad, aprovechando la tecnología desarrollada por la ESA. Entre éstas, pueden citarse: EUMETSAT, el Centro Europeo de Predicciones Meteorológicas (ECMWF) y el Comité Oceanográfico Internacional (IOC).



Fig. 40 Misión SMOS<sup>41</sup>



Además de su importancia en el contexto internacional, SMOS también representa, por muchos motivos, un hito sin precedentes en la historia de la participación española en la ESA:

- Liderazgo institucional. Para canalizar sus respectivas aportaciones nacionales, el CDTI y el CNES tienen firmados Acuerdos de Cooperación con la ESA. Es la primera vez que España asume un papel de tanta responsabilidad global en una misión espacial, lo que se traduce en una relevante aportación financiera: el presupuesto total del proyecto, desde sus fases iniciales hasta el final de la vida útil de la misión, superará holgadamente los 200 M€, de los que España contribuirá con cerca del 40%.
- Liderazgo industrial en el segmento vuelo. En SMOS, la industria francesa será responsable de la plataforma y la industria española será responsable del instrumento de la misión. Es la primera vez que España lidera un instrumento tan complejo de una misión espacial de la ESA (EADS-Casa Espacio coordina un consorcio de empresas de más de 10 países europeos).
- Liderazgo industrial en el segmento terreno. La industria francesa desarrollará el centro terreno de control de SMOS, mientras que el centro de recepción, procesamiento, archivo y diseminación de los datos científicos será desarrollado por un consorcio íntegramente español (liderado por Indra Espacio), hecho que tampoco tiene precedentes en la participación de España en la ESA.
- Liderazgo científico. En SMOS, hay un co-investigador francés y un co-investigador principal español, lo que supone la primera vez que un científico español desempeña este papel en una misión de observación de la Tierra de la ESA.
- Liderazgo en infraestructuras espaciales. SMOS potenciará también la presencia de la ESA en España a través de ESAC, donde se ubicará el centro de datos científicos que desarrollará la industria española. Por otra parte, y como consecuencia del liderazgo científico español, se promoverá la creación en España de un Centro Experto para el procesamiento de las imágenes del satélite, en colaboración con el centro espacial francés CNES. Esto permitirá situar a la comunidad científica española en primera línea de la ciencia espacial europea.

Finalmente, SMOS supone un ejemplo a seguir en futuros proyectos, en dos aspectos de especial relevancia. En primer lugar, demuestra que las inversiones en tecnología básica, bien canalizadas, generan una extraordinaria capacitación para abordar posteriormente proyectos de utilidad para el ciudadano (la mejora de los modelos climáticos, en este caso). Asimismo, en SMOS se ha producido, desde sus orígenes, una colaboración tremendamente productiva entre la comunidad científica y las empresas, lo que probablemente constituye una de las claves de los buenos resultados que para España está teniendo este proyecto.



Foto: ESA





## 2. SECTOR ESPACIAL ESPAÑOL: ANÁLISIS Y OBJETIVOS

El sector espacial español ha logrado en los últimos años un reconocimiento importante, que se ha traducido en una contribución creciente, en cantidad y calidad, a los proyectos espaciales más relevantes en el ámbito internacional. No obstante, todavía existe un importante trecho por recorrer para situar a nuestro sector espacial en el lugar que le corresponde de acuerdo al peso de nuestra economía en el contexto internacional, objetivo al que se debe aspirar, puesto que se dan las condiciones para conseguirlo.

### 2.1. Instituciones y usuarios del espacio

Como se ha indicado, las actividades espaciales contribuyen de manera fundamental a la autonomía e independencia de un país, lo que hace que el espacio requiera un tratamiento diferenciado en cualquier economía desarrollada. Las administraciones públicas invierten en este sector como principales usuarios de los servicios que generan las infraestructuras espaciales, en áreas tan importantes para la sociedad como son las investigaciones científicas o las aplicaciones destinadas a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos (telecomunicaciones y navegación por satélite, observación de la Tierra o seguridad, entre otras).

Es decir, que a diferencia de lo que sucede en otros sectores intensivos en tecnología, la inversión pública en espacio no se limita a partidas presupuestarias para promover las actividades de I+D+i, sino que las instituciones públicas son también los principales usuarios de sistemas espaciales. Lo que es más, los propios gobiernos gestionan directamente los principales programas espaciales, ya sea mediante programas nacionales o programas internacionales en cooperación, que generan innumerables servicios de utilidad para la sociedad.

Es decir, en materia espacial, el sector público actúa al mismo tiempo como gestor de los programas espaciales y como representante de los usuarios que se benefician de los mismos, además de proporcionar ayudas a las inversiones en I+D+i a las empresas, centros tecnológicos y universidades que participan en dichos programas.

#### 2.1.1. Instituciones y usuarios del espacio europeos

En Europa, las competencias en materia espacial residen en sus Estados Miembros<sup>42</sup>, que desarrollan iniciativas en este ámbito, bien a través de sus propias agencias nacionales, bien a través de organismos supranacionales. A continuación, se describen brevemente las actividades de las entidades más relevantes:

- La ESA es la agencia espacial de referencia en Europa. Es una organización intergubernamental creada en 1975 con el fin de fomentar, con fines pacíficos<sup>43</sup>, la cooperación entre países, a través de la ciencia espacial, la investigación, la tecnología y las aplicaciones espaciales. Sus proyectos permiten conocer más a fondo la Tierra, el entorno espacial que la rodea, el Sistema Solar y el Universo, así como desarrollar tecnologías y servicios para los ciudadanos basados en satélites. La coordinación de los recursos económicos e intelectuales de sus miembros (17 países, en la actualidad) permite llevar a cabo programas y actividades de mayor alcance que los que podría realizar cualquier país europeo individualmente.
- Además de la ESA, algunos países europeos tienen agencias espaciales nacionales. En el caso de los principales países europeos, ello les permite desarrollar programas propios tan ambiciosos como los que pueda abordar la ESA, lo que redundará muy favorablemente en los servicios que obtienen sus usuarios nacionales y en la favorable posición de partida que consiguen para participar luego en proyectos internacionales (a través de la ESA o en cooperación bilateral con terceros países).
- EUMETSAT es la agencia que explota los satélites meteorológicos europeos: los conocidos METEOSAT (en órbita geoestacionaria) y los nuevos satélites METOP (en órbita polar). Tiene un Acuerdo de Cooperación con la ESA, en virtud del cual la ESA gestiona el desarrollo de dichos satélites: el primer satélite de cada serie es cofinanciado por EUMETSAT y la ESA, mientras que los siguientes son financiados íntegramente por EUMETSAT, que también se responsabiliza del segmento terreno asociado.
- La Unión Europea (UE), inicialmente sin apenas actividad en espacio, está adquiriendo paulatinamente un peso creciente aunque todavía modesto en relación a su potencial económico. Actúa como coordinadora de los intereses de los usuarios europeos de sistemas espaciales civiles.

- La Agencia Europea de Defensa (EDA) actualmente apenas tiene actividad espacial, dado que los países europeos suelen dar respuesta con programas nacionales a sus necesidades en el ámbito de la defensa. No obstante, la EDA puede ser una organización a tener muy en cuenta en el futuro, ya que representa las necesidades de los usuarios europeos de sistemas espaciales militares.

Con objeto de lograr una gestión coordinada de todas las actividades espaciales en Europa, en 2000 se inició la elaboración de un Programa Espacial Europeo. Este proceso lo lideran la ESA y la UE, que en 2003 firmaron un Acuerdo Marco de cooperación en materia espacial, en virtud del cual la ESA se responsabiliza de desarrollar los programas espaciales de la UE, que en estos programas actúa como representante de los usuarios europeos y se encarga de definir sus necesidades. A raíz del Acuerdo Marco, se establece el Consejo Espacial: reunión informal conjunta del Consejo de la ESA y del Consejo de Competitividad de la UE.

El Programa Espacial Europeo tiene como objetivo último coordinar el conjunto de actividades y programas espaciales de la ESA, de las agencias nacionales y de la UE. Uno de los objetivos primordiales del Programa Espacial Europeo es utilizar la tecnología espacial en beneficio de las políticas europeas y acercar los beneficios del espacio y sus aplicaciones al ciudadano, a la vez que mantiene el liderazgo tecnológico de Europa y la competitividad de la industria espacial europea en ciertas áreas de espacio de interés común a todos sus estados miembros. Las áreas prioritarias que actualmente componen el Programa Espacial Europeo son las siguientes:

- Sistemas de navegación por satélite, como Galileo y sus aplicaciones.
- Sistemas de observación de la Tierra por satélite para aplicaciones de medio ambiente y seguridad, como GMES.
- Sistemas de telecomunicaciones por satélite.
- Desarrollos tecnológicos en el área espacial.

Desde un punto de vista cuantitativo, no todas las organizaciones europeas tienen recursos económicos similares para desarrollar sus actividades espaciales. Los proyectos más importantes, por su magnitud, generalmente quedan fuera del alcance de un solo país y suelen abordarse en colaboración. Por ello, aunque en Europa existen diversos actores relevantes en materia espacial, la mayor parte de la inversión pública en espacio se canaliza a través de la ESA.

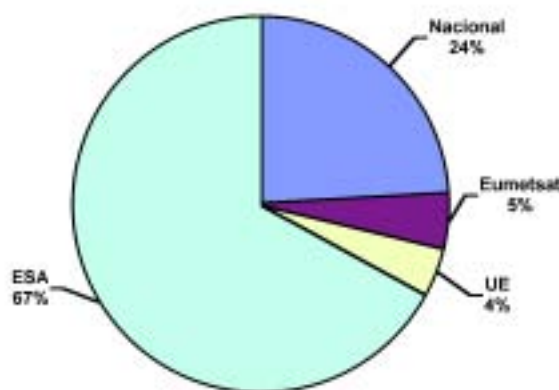


Fig. 41 Distribución del gasto en programas civiles espaciales en 2005<sup>44</sup>

De cara al futuro, está prevista una pequeña disminución de los presupuestos nacionales para espacio y un ligero incremento del presupuesto de la ESA que, de manera regular, generalmente cada 3 años, la ESA celebra reuniones con rango Ministerial de su Consejo, con el fin de adoptar las decisiones presupuestarias de mayor trascendencia, para asegurar la continuidad de sus programas estratégicos y la puesta en marcha de nuevas iniciativas espaciales. Las prioridades de la ESA para el trienio 2006-2008 vienen determinadas por las decisiones adoptadas en el Consejo Ministerial de diciembre de 2005.

España es una excepción en el contexto europeo, ya que es el único país con cierto peso específico que ha declarado explícitamente su firme intención de aumentar sus inversiones en I+D+i en materia espacial, lo que permitirá a nuestro país dar un salto cualitativo en su participación en los nuevos programas de la ESA.

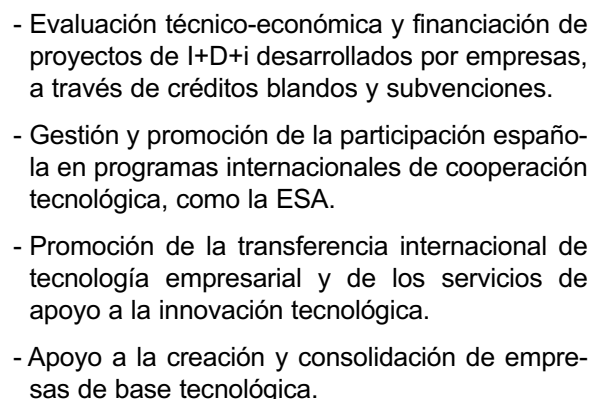
En cuanto a la dotación presupuestaria de la UE para espacio, durante los próximos años será todavía muy escasa en relación a sus aspiraciones y posibilidades: en las Perspectivas Financieras para el período 2007-2013, el presupuesto previsto para el espacio es de alrededor de 200 M€ anuales, varias veces inferior al presupuesto anual de la ESA (alrededor de 3.000 M€), muy por debajo del presupuesto de las principales agencias europeas (el CNES gestiona 700 M€ anuales) e incluso inferior a la inversión anual media prevista por España en espacio en dicho período (sólo el CDTI invertirá cerca de 250 M€ anuales durante el período 2007-2011).

Hasta la fecha, la financiación de la UE para espacio se ha canalizado a través de fondos estructurales europeos TEN y presupuestos de I+D a través del Programa Marco. De cara al futuro, no obstante, sería necesario que la UE dispusiese de presupues-

Hace veinte años, en el sector del espacio, existían muy pocas empresas y éstas tenían capacidad de realizar únicamente tareas de poco atractivo tecnológico. No obstante, en los últimos años, nuestra industria espacial ha ido capacitándose tecnológicamente a un ritmo superior a la tasa de incremento de la inversión institucional española en el área espacial. Un proceso similar ha tenido lugar con nuestra comunidad científica y de usuarios de sistemas espaciales, que en los últimos años se han consolidado y adquirido un elevado reconocimiento internacional. Como resultado, la inversión pública de España en espacio es hoy inferior a la que nuestro sector espacial podría absorber.

No obstante, existe un elevado grado de coordinación en la gestión de dichas inversiones, lo que ha venido proporcionando magníficos resultados. En concreto, ya sea de manera directa o mediante acuerdos con otras entidades públicas y privadas, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) participa en la gestión de la práctica totalidad de la inversión institucional de España en espacio, lo que favorece el posicionamiento científico e industrial del sector espacial español. A continuación, se describen brevemente sus competencias.

El CDTI es una Entidad Pública Empresarial, dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que promueve el desarrollo tecnológico y la innovación empresarial en España, para aumentar la competitividad de las empresas españolas en un mercado global. Para ello, desarrolla las siguientes actividades:



El CDTI tiene entre sus misiones fomentar las actividades espaciales realizadas en nuestro país, a fin de consolidar las capacidades adquiridas por la industria y los grupos científicos nacionales, promoviendo su presencia internacional. Para ello, gestiona de manera directa aproximadamente el 75% del volumen total del mercado espacial español. Entre sus responsabilidades en espacio, la más relevante consiste en representar oficialmente a España en la ESA, labor que desempeña desde 1986.

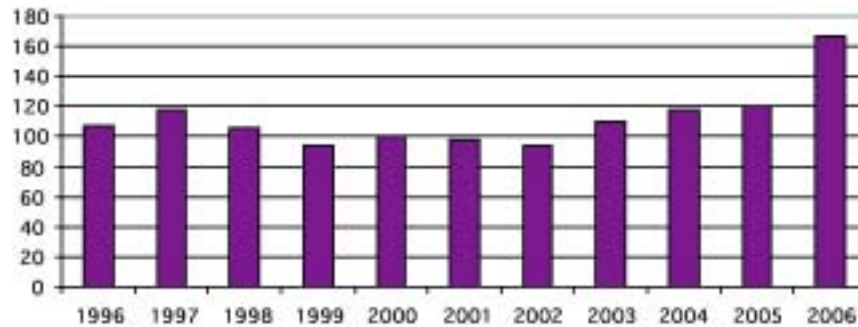


Fig. 43 Contribución española a la ESA (M€)<sup>46</sup>

Asimismo, el CDTI desempeña otras responsabilidades en el sector espacial, entre las que se pueden citar las siguientes:

- Representar a España en el Consejo Espacial conjunto entre la ESA y la UE.
- Gestionar los proyectos empresariales del Programa Nacional de Espacio.
- Gestionar programas de cooperación bilateral en el ámbito internacional, sobre los que establecer alianzas estables con otras agencias espaciales nacionales.

Además de las responsabilidades que se han asignado de manera directa al CDTI en espacio, otras entidades españolas delegan en el CDTI la gestión de la componente industrial de los proyectos espaciales que promueven. Cabe destacar la firma de numerosos Convenios de Colaboración entre el CDTI y otras instituciones y centros que realizan inversiones en espacio, entre las que se pueden citar:

- El INM, para la obtención de contratos industriales de la organización EUMETSAT.
- El ente público AENA, para la participación y financiación conjunta de la participación española en el programa de navegación por satélite EGNOS que lidera la ESA.
- El Ministerio de Defensa, para la gestión de los retornos indirectos derivados de su satélite de comunicaciones SPAINSAT/XTAR (acuerdo entre el CDTI y la Dirección General de Armamento y Material (DGAM)) y para la gestión de los retornos industriales asociados a la participación de España en el programa Pleiades (acuerdo con el INTA).

- La sociedad Hispasat S.A., para la gestión de los retornos indirectos derivados de sus satélites (HISPASAT 1A, 1B, 1C, 1D y AMAZONAS).

El hecho de que la gestión de prácticamente la totalidad de los fondos dedicados a espacio por España recaiga en el CDTI, bien sea de manera directa o en colaboración con otras entidades públicas y privadas, es una garantía de gestión coherente de los recursos públicos y favorece el posicionamiento tecnológico e industrial del sector espacial español.

Además del papel que desempeña el CDTI como gestor de los aspectos industriales de programas espaciales, su designación como Delegación de España en la ESA motiva que también deba defender los intereses de los usuarios españoles en los foros internacionales. Todos los miembros de la sociedad son usuarios directos o indirectos de las aplicaciones y servicios espaciales. Por esta razón, como beneficiarios de las inversiones públicas, los ciudadanos son los que verdaderamente obtienen las mayores ventajas de estos sistemas espaciales. La calidad de vida mejora cuando se poseen sistemas que proporcionan información meteorológica, telecomunicaciones vía satélite, posicionamiento preciso o datos para el análisis del cambio climático.

El acceso a estos beneficios que proporcionan los sistemas espaciales, se organiza a través de un importante número de organismos, dentro y fuera de la administración, que contribuyen a fomentar la demanda de aplicaciones y servicios espaciales en España. Esencialmente, se concentran en cuatro grandes áreas: Telecomunicaciones, Navegación, Observación de la Tierra y Comunidad Científica.

## TELECOMUNICACIONES

Las comunicaciones por satélite y sus servicios asociados representan el sector más maduro. Es en el que ya existen un mayor número de aplicaciones accesibles al ciudadano. Éstas se canalizan a través de diversos usuarios, ya sean institucionales, o no. A continuación se mencionan algunos, atendiendo al tipo de aplicación o servicio que utilizan:

- Las cadenas de televisión que utilizan los satélites como medio de difusión de sus programas y sus comunicaciones internas. Como ejemplo, RTVE, que emplea los satélites de HISPASAT para difundir la señal del canal internacional.
- El Ministerio de Defensa, cuyas necesidades de comunicación entre sus unidades operativas se han incrementado sustancialmente en los últimos años como consecuencia de los sucesivos despliegues internacionales en los que ha participado España. Inicialmente, estas necesidades han sido cubiertas mediante los satélites de HISPASAT. Más recientemente, tras la puesta en servicio de los satélites SPAINSAT y XTAR, este servicio es proporcionado por la empresa HISDESAT.
- Usuarios empresariales, como industrias o bancos, que posean redes o diversos centros que requieran transmisión de información, como redes corporativas bancarias u oficinas de correos, control de redes o de instalaciones que posean centros localizados en lugares remotos que utilizan la comunicación vía satélite para coordinar comandos y acciones o enviar datos seguros.
- Usuarios institucionales de la administración o del ámbito empresarial en áreas como la educación, medio ambiente o sistema sanitario de salud, para el uso de aplicaciones de tele-educación, telemedicina, o acceso a Internet en lugares remotos como terceros países, comunidades rurales o las comunicaciones móviles marítimas.



Fig. 44 Proyecto AMERHIS<sup>47</sup>

## NAVEGACIÓN

En segundo término en cuanto a madurez de los servicios proporcionados a la sociedad, se sitúa la navegación por satélite, de la que se espera un importante repunte de actividad como resultado de la puesta en funcionamiento del sistema europeo Galileo y sus servicios. El mercado de las aplicaciones de navegación está en desarrollo y se basa actualmente en los sistemas GPS americano y el GLONASS ruso. Además, Europa está desarrollando EGNOS, un sistema complementario que estará plenamente operativo en breve plazo y que amplifica las señales de los anteriores sistemas (y del futuro Galileo), con lo que proporciona mayor precisión y seguridad en dichas señales. Las comunidades de usuarios se diferencian teniendo en cuenta los distintos servicios.





Fig. 45 Sistema GALILEO<sup>48</sup>

#### - SERVICIO ABIERTO

Este servicio proporcionará datos de posicionamiento, navegación y tiempo, y se podrá acceder a ellos de forma libre y gratuita. Estarán destinados al mercado de masas en aplicaciones de navegación, como por ejemplo los usuarios del transporte por carretera o los usuarios de telefonía móvil para su posicionamiento.

#### - SERVICIOS COMERCIALES

Los servicios comerciales se orientan a usuarios que requieran mayor precisión en posicionamiento, tiempo e integridad así como garantías adicionales de servicio relacionados con sus áreas de negocio, y que estén dispuestos a pagar por ello. Por ejemplo, empresas de gestión de flotas que requieran datos adicionales a los datos de navegación, como garantías de servicio, avisos de integridad de GPS y GALILEO; o por ejemplo bancos o entidades financieras que requerirán servicios de tiempo preciso con garantía de servicio.

#### - SERVICIOS DE SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA

Orientado a usuarios que proporcionan servicios que si fallan pueden poner en riesgo la vida humana, estos servicios ofrecidos de forma global por Galileo y regional por EGNOS, mantendrán la misma estructura de señales que la de los servicios abiertos, con la particularidad de que en éstos se proporcionan valores añadidos de mayor calidad. Así, suministrarán servicios de elevada seguridad e integridad y susceptibles de ser certificados. Los usuarios

serán empresas y entidades relacionadas con la navegación aérea como las líneas aéreas, empresas transportistas de materiales peligrosos, empresas de transporte de personas por carretera o por ferrocarril, como RENFE. Este servicio será el adecuado para cualquier usuario que sea altamente dependiente de la precisión, la calidad de la señal, fiabilidad de las transmisiones e integridad.

#### - SERVICIOS PÚBLICOS REGULADOS

Destinado a usuarios gubernamentales como la policía y cuerpos de seguridad, servicios de protección civil y emergencias, bomberos, salvamento y rescate, así como fuerzas armadas. Los Servicios Públicos Regulados, utilizarán frecuencias dedicadas protegidas, y tendrán mayor precisión y disponibilidad, pero estarán limitados a aplicaciones públicas específicas.

#### - SERVICIO DE SALVAMENTO Y RESCATE<sup>49</sup>

Principalmente utilizado por usuarios marítimos y transportes, vehículos o individuos que transitan por áreas remotas y peligrosas, este servicio a través de Galileo proporcionará servicios de salvamento y rescate mejorado respecto al proporcionado por el COSPAS-SARSAT (sistema de captación de señales de socorro de radiobalizas situadas en buques, aviones o personas). Este servicio clásico de detección de alarmas, se mejora gracias a la capacidad de posicionamiento, recepción de confirmación y cobertura permanente de Galileo, a través de su constelación de 30 satélites y al segmento terreno asociado.

## OBSERVACIÓN DE LA TIERRA

La explotación de imágenes procedentes de satélites de observación de la Tierra para el desarrollo de aplicaciones es un sector que todavía está en sus inicios, pero que ya comienza a desarrollarse en un amplio abanico de campos, aunque todavía respaldado en su mayor parte a través de financiación pública. En España existe un importante número de organismos, a nivel nacional y autonómico, que utilizan de forma sistemática imágenes procedentes de satélites de observación de la Tierra para desarrollar aplicaciones. Los principales usuarios institucionales de aplicaciones basadas en imágenes de satélite son:

- El Ministerio de Medio Ambiente tiene al INM como máximo exponente: la meteorología, por su amplia difusión, es la aplicación más integrada en la forma de vida diaria de las personas. El INM es también el encargado de representar oficialmente a España en la organización europea EUMETSAT y mantiene un Convenio de Colaboración con el CDTI, que promueve la participación industrial de España en EUMETSAT.
- El Ministerio de Defensa, destina un volumen financiero considerable a la adquisición de datos de observación de la Tierra para sus fines operativos, a través del INTA y de diversos órganos productores y usuarios de información geográfica y de análisis de imágenes. El Ministerio de Defensa financia la participación de España en sistemas de observación de la Tierra liderados por Francia: Helios y Pléiades (en éste, el CDTI participa en los Comités de Seguimiento del programa, para colaborar con el Ministerio de Defensa en garantizar que las fuertes inversiones de España repercuten en nuestra industria y no se dedican a financiar compras extranjeras).
- El Ministerio de Fomento, ha firmado un protocolo con los ministerios de Medio Ambiente y Defensa, para obtener imágenes del territorio español por satélite. El protocolo pone en marcha el Plan Nacional de Teledetección (PNT), enmarcado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT). Este plan nace como un instrumento diseñado para coordinar y optimizar la obtención de la información del territorio nacional, así como para la difusión y utilización de datos. Uno de los aspectos más importantes de este Plan es que recoge como usuarios a gran parte de la Administración Pública y a la mayor parte de las Comunidades Autónomas.

- El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con diversos proyectos que gestionan proyectos de teledetección o usan datos provenientes de sistemas de Observación de la Tierra.
- El Ministerio de Educación y Ciencia, como usuario operativo y a través del papel que desempeñan los numerosos centros de investigación asociados a universidades o integrados en los centros del CSIC.
- Por otra parte, las Comunidades Autónomas y algunas Administraciones locales también son usuarios de los productos basados en imágenes de satélite para diferentes fines como por ejemplo:
  - tareas de reconocimiento territorial, gestión de las masas forestales y previsión de riesgos de incendios
  - tareas de política urbanística si la resolución de las imágenes es adecuada
  - cartografía, realización de mapas de ocupación del suelo, recopilación de información agrícola, y estimación de recursos hídricos



Fig. 46 Estrecho de Gibraltar visto desde el espacio<sup>50</sup>

## COMUNIDAD CIENTÍFICA

Está compuesta por el conjunto de investigadores que desarrollan su actividad en el campo del espacio. Los grupos de investigación españoles contribuyen activamente en la búsqueda del conocimiento científico espacial y están realizando en la actualidad una aportación significativa a diferentes proyectos de investigación espacial, principalmente en el campo de la Astrofísica, Biología, Observación de la Tierra, Física de Materiales o exploración del Sistema Solar. Se considera que estos usuarios son representados por el Ministerio de Educación y Ciencia.

### 2.1.3. Objetivos para instituciones y usuarios del espacio españoles

El presente Plan Estratégico debe facilitar que las instituciones y usuarios espaciales españoles desempeñen el papel que nos corresponde de acuerdo al peso económico de España en el entorno internacional. Asimismo, se debe conseguir que los usuarios españoles vean satisfechas sus necesidades de información mediante la puesta en marcha de los programas espaciales más adecuados para sus intereses. Finalmente, aunque el elevado grado de coordinación en la gestión del espacio en España garantiza una adecuada rentabilidad de las inversiones, todavía se pueden optimizar algo más las inversiones de España en espacio.

#### 2.1.3.1. Papel relevante de España en el entorno internacional

España debe jugar un papel relevante en los principales programas espaciales que se desarrollen en Europa. Hasta la fecha, nuestro país ha participado en las actividades espaciales europeas de manera relativamente modesta y, salvo excepciones, nuestro sector espacial está en disposición de realizar una contribución mucho mayor al desarrollo del espacio en Europa.

En este sentido, las instituciones públicas españolas deben contribuir a que Europa desarrolle programas espaciales ambiciosos, que respondan a las necesidades de los ciudadanos europeos y contribuyan a fomentar la inversión en I+D+i, en línea con los objetivos de la Agenda de Lisboa. Por su parte, los usuarios españoles, tanto los científicos como los que trabajan con aplicaciones operacionales, deben ser capaces de participar en primera línea en los programas espaciales europeos.

Un papel activo de España en materia espacial no sólo beneficiará a nuestro país, sino que también contribuirá a que Europa se consolide como uno de los principales actores del espacio en el entorno

internacional. No debe olvidarse que España es la octava potencia económica del mundo, por lo que una mayor participación por nuestra parte en las actividades espaciales será un elemento muy a tener en cuenta para fortalecer el sector espacial europeo en su conjunto.

Finalmente, España debe jugar un papel instrumental como vehículo de cooperación con aquellas áreas geográficas en las que tradicionalmente se ha gozado de un notable grado de influencia: en particular, Latinoamérica y el arco mediterráneo. En otros sectores económicos, España ya es muy activa en estas zonas y en el espacio debe aspirarse a conseguir una situación similar.

#### 2.1.3.2. Satisfacer las necesidades de los usuarios españoles

La participación de España en programas espaciales tiene como uno de sus principales objetivos la demanda de servicios públicos por parte de la sociedad, a los que el espacio puede y debe dar respuesta. Un mayor peso de España en los programas espaciales europeos debe contribuir también a que éstos consideren prioritario satisfacer las necesidades de los usuarios españoles.

En los programas científicos, nuestra comunidad debe estar adecuadamente representada, con objeto de tener acceso directo a los resultados que proporcionan dichos programas. De hecho, existe un adecuado caldo de cultivo para ello, a la vista de la favorable evolución que ha sufrido la comunidad científica espacial española en los pasados años.

De igual modo, en los programas espaciales orientados al ciudadano, las necesidades específicas de los usuarios españoles deben quedar recogidas con carácter prioritario. Ello adquiere una especial importancia en aquellas áreas más relevantes para nuestro país, como aquellas derivadas de su ubicación geográfica o de las peculiaridades de su orografía o de su clima.

#### 2.1.3.3. Optimizar las inversiones de España en espacio

Como se ha indicado, el CDTI gestiona de manera directa el 75% de las inversiones institucionales en España y mantiene Convenios de Colaboración con otros organismos españoles, públicos y privados, que también dedican un presupuesto significativo a actividades espaciales. Esto asegura un elevado nivel de coherencia en la canalización de estas inversiones, lo que beneficia a todas las partes implicadas. No obstante, todavía existe un cierto margen de mejora hacia el objetivo final en este ámbito: conseguir que la totalidad de las inversiones

de España en espacio, sean públicas o privadas, estén completamente coordinadas. Ello llevaría aparejado beneficios indudables:

- Maximizar el contenido industrial español de todos los sistemas espaciales en los que invierte España. Actualmente, existe un presupuesto significativo para inversiones en sistemas espaciales que se destina a compras de bienes o servicios a empresas extranjeras. En general, estas compras llevan aparejada una participación de la industria española pero existe un importante margen de mejora.
- Eliminar duplicidades e incoherencias en las inversiones. El CDTI, como parte fundamental de su gestión, analiza conjuntamente con las empresas espaciales españolas los planes tecnológicos de las mismas, para garantizar su coherencia en todos los programas espaciales en los que participan. Sería deseable extender esta práctica a todas las adquisiciones realizadas por España en materia espacial, para lograr la máxima eficiencia posible en dichas compras.

## 2.2. Industria espacial

### 2.2.1. Industria espacial europea

En Europa, la industria espacial ha sufrido, en los últimos años, un entorno internacional difícil con una reducción muy importante de la facturación. Por un lado, la inversión institucional ha sufrido un estancamiento y, por otro, la facturación del mercado comercial ha caído considerablemente. Las razones principales son una caída de la demanda comercial de los operadores de satélites, la correlativa reducción de

actividad en lanzadores comerciales, el estancamiento económico de los países mas importantes en la ESA y un desfavorable tipo de cambio frente a la industria norteamericana que perjudica la competitividad de la industria europea en el mercado comercial mundial. En los últimos meses parece que el mercado comercial empieza a repuntar.

Esta situación ha implicado una reducción significativa de la facturación, y por lo tanto las empresas europeas han tenido que realizar intensos procesos de reestructuración y de concentración que han llevado a una racionalización de centros de competencia, supresión de duplicidades y pérdida de puestos de trabajo cercana al 20%.

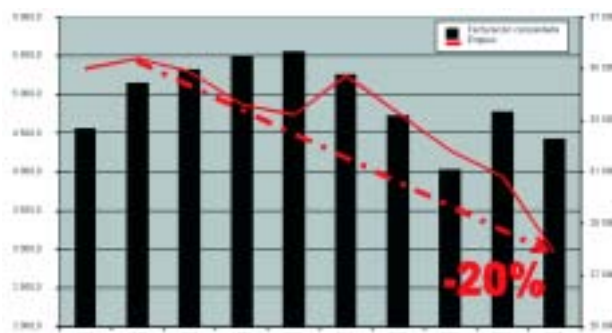


Fig. 48 Facturación y empleo de la industria espacial europea<sup>52</sup> (M€)

Un factor diferencial clave de la débil situación de la industria europea frente a la americana es el elevado esfuerzo inversor de la NASA y del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, en relación a la inversión institucional en Europa, lo cual explica la alta sensibilidad de la industria espacial europea ante los embates del mercado, tipos de cambio adversos o retrasos programáticos, factores que además han coincidido en los últimos años.

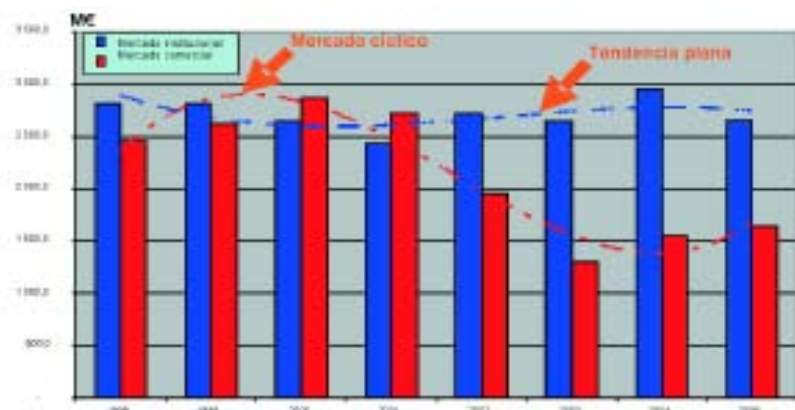


Fig. 47 Mercados institucional y comercial de la industria espacial europea<sup>51</sup> (M€)



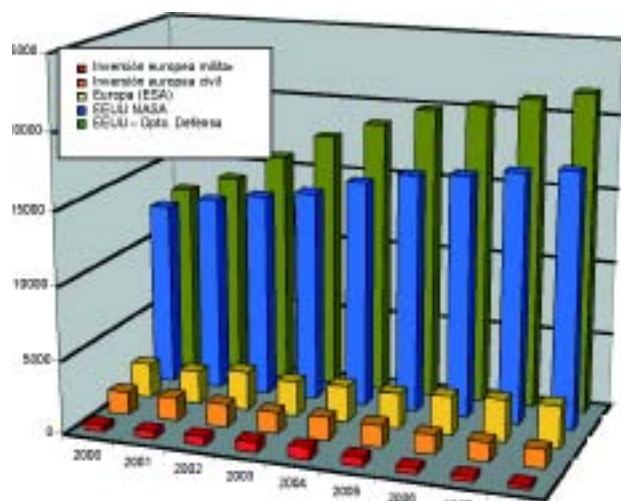


Fig. 49 Inversión institucional (M€) en el sector espacial en 2000-2005<sup>53</sup>

Como resultado de esta situación, la industria espacial europea ha sufrido un lógico proceso de consolidación, con el objetivo de aumentar su masa crítica y así lograr las consiguientes economías de escala. Esta reestructuración empresarial era relativamente predecible, dado que los procesos de privatización de empresas públicas (origen de gran parte de las principales compañías espaciales actuales) suelen llevar aparejados un gradual reajuste de recursos, en aras de lograr una mayor eficiencia. Precisamente por este motivo, es previsible que la consolidación de la industria espacial europea continúe en el futuro.

En este contexto, se han configurado dos grandes grupos europeos, que acaparan la responsabilidad de contratista principal e integrador de sistemas en la práctica totalidad de los proyectos espaciales que se abordan en Europa y, en particular, en los programas de la ESA. Estas empresas tienen capacidad para abordar un sistema espacial completo, incluyendo tanto el satélite (plataforma y carga útil) como el segmento terreno asociado (de control y de explotación de datos).

El resto del sector se divide entre: proveedores de subsistemas, que son responsables de subsistemas completos y que, o bien dependen funcionalmente de acuerdos con los integradores, o acometen en solitario proyectos de limitado alcance pero con total responsabilidad propia; proveedores de equipos que conviven en un ambiente de elevada competencia, inclusive con los centros de competencia de los propios integradores de sistemas; y los proveedores de servicios y de segmento terreno que disfrutan de

un mayor grado de especialización e independencia. Existe una clara correlación entre la naturaleza de las actividades que realizan las empresas en cada uno de los países y su nivel de contribución como país a las inversiones públicas. Así, las empresas de los principales integradores de sistemas están en manos de los países grandes como Francia, Alemania, Italia y Reino Unido; mientras que las empresas dedicadas a los suministradores de subsistemas y equipistas se ubican en países con una inversión institucional mediana o pequeña.

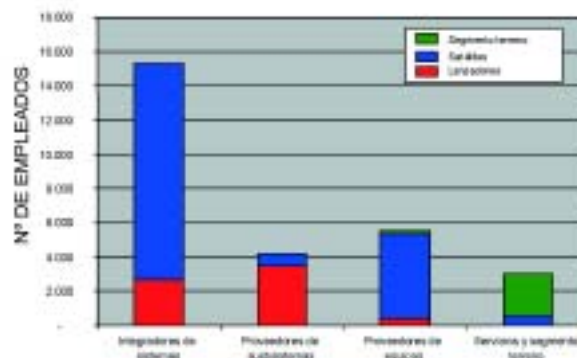


Fig. 50 Distribución del empleo en la industria espacial europea<sup>54</sup>

## 2.2.2. Industria espacial española

La industria espacial española, por su parte, ocupa un lugar modesto en Europa: en términos de facturación, el pasado año 2004 sólo logramos un 4%, frente al porcentaje cercano al 8% al que deberíamos aspirar, si nos atenemos al peso económico relativo de España. España se encuentra en un sexto puesto en porcentaje de facturación tras los principales países europeos y su facturación depende fundamentalmente del mercado institucional (que alcanza un 80%).



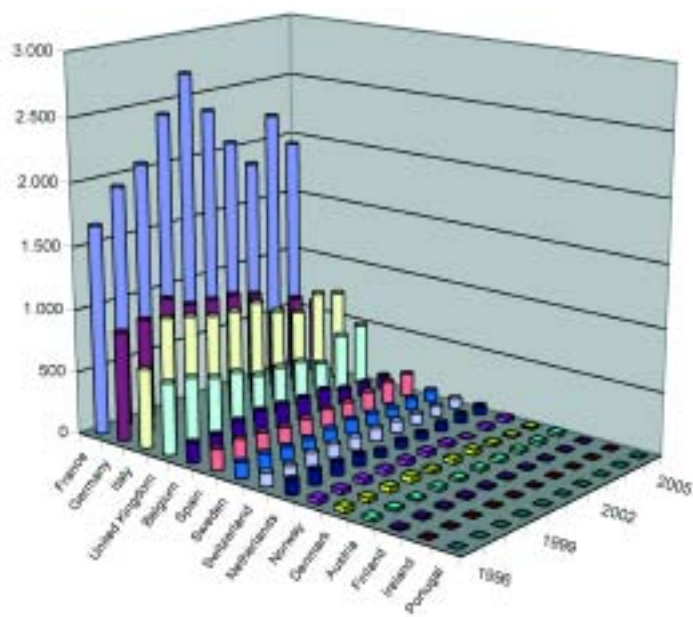


Fig. 51 Facturación de la industria espacial europea<sup>55</sup> (M€)

El relativamente bajo volumen de negocio de la industria española se debe, entre otras razones, a la reducida dimensión de sus empresas, lo que le dificulta lograr una participación elevada en los programas espaciales, situación especialmente relevante en momentos de crisis, en los que los grandes contratistas principales, con capacidad para desarrollar todas las tareas industriales, tienden a limitar la subcontratación a terceros. En España todavía no se ha producido un proceso de consolidación empresarial similar al acaecido en Europa, por lo que la facturación de nuestras empresas muestra un elevado grado de dispersión.

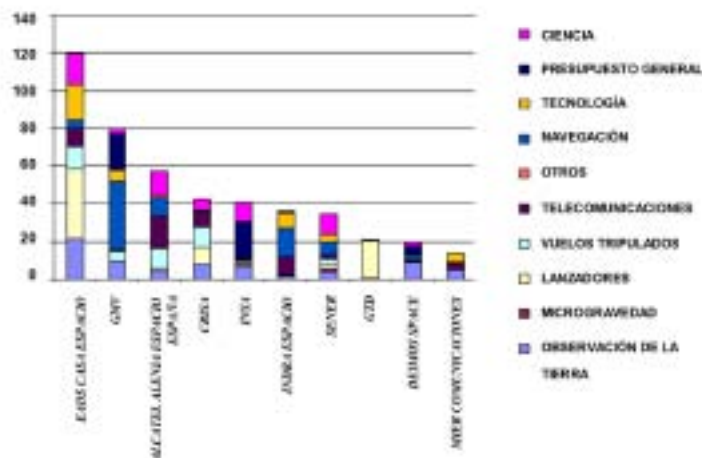


Fig. 52 Retorno ESA (M€ acumulados 2000-2005) de las 10 principales empresas españolas<sup>56</sup>

Con todo, la capacidad competitiva de las empresas españolas les ha permitido elevar su facturación y empleo en los últimos años, y escapar a la crisis que ha sufrido el sector espacial europeo, fundamentalmente debido al incremento de la inversión española en la ESA en un contexto europeo de congelación de presupuestos públicos en otros países. Esta situación está permitiendo a la industria española no sólo mantenerse sino prepararse para el futuro y así poder aumentar su limitada participación en el sector comercial.

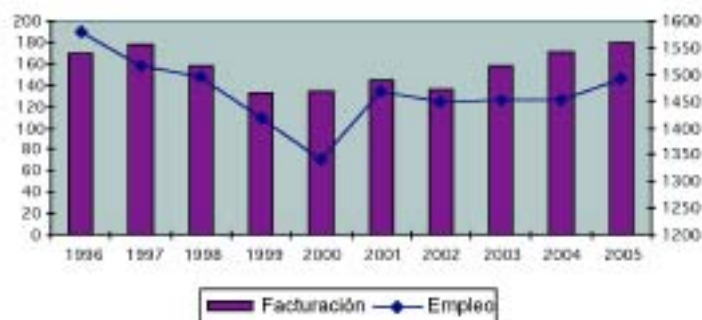


Fig. 53 Facturación (M€) y empleo en la industria espacial española<sup>57</sup>

La estructura de la industria espacial española muestra que las principales áreas de actividad y de empleo son el suministro de subsistemas, el suministro de equipos y el segmento terreno. En el primer lugar, las alianzas entre las empresas españolas participadas por los grandes grupos de integradores de sistemas juegan un papel clave para el posicionamiento de la industria española como sub-sistemistas con elevado nivel de responsabilidad. En segundo lugar, la buena salud de la industria española como suministradora de equipos demuestra su alto nivel de competitividad en un ambiente en el que incluso los contratistas principales compiten por cada equipo dentro de sus propias empresas. En tercer lugar, referente al segmento terreno, la industria española ha sabido desempeñar un papel relevante dentro del sector europeo por su calidad y experiencia. Ésta es también otra explicación de la estabilidad del sector español frente a reveses del mercado comercial, que fundamentalmente afectan al segmento vuelo de satélites y al de lanzadores.

Las empresas que participan regularmente en las actividades espaciales en España son tradicionalmente las mismas por su experiencia y conocimientos, así como por las altas barreras de entrada en un sector intensivo en tecnología. No obstante, el número aumenta lenta, pero progresivamente, con la incorporación de empresas que participan en nichos muy concretos de la actividad espacial. Recientemente, el interés por las aplicaciones espaciales en sentido amplio, y en particular en el ámbito de la navegación por satélite, las telecomunicaciones y la observación de la Tierra, ha incrementado considerablemente el número de empresas con interés en participar y aportar su valor añadido a las actividades espaciales.

Las empresas españolas cubren la mayoría de las áreas tecnológicas del espectro espacial salvo áreas muy específicas, lo que produce una natural complementariedad entre capacidades. Las propias empresas han evitado duplicidades, en lo posible, con el objetivo de aumentar sinergias entre empresas y así prepararse adecuadamente para competir en el mercado europeo y mundial. Esta complementariedad se da en la mayor parte de las actividades, salvo quizás en los sectores de la electrónica y el software, así como en segmento terreno, donde algunas empresas españolas compiten entre sí. La industria espacial española se concreta, en suma, en un conjunto de empresas muy tecnificadas, capaces de ofrecer equipos y servicios de alta calificación, pero condicionadas por su reducido tamaño.

Algunas de las principales empresas espaciales españolas están integradas dentro de los grandes consorcios europeos del campo espacial (EADS y ALCATEL-ALenia-SPACE). Estas filiales españolas están en pleno proceso de definición de su posición en la reestructuración de los grandes grupos, para consolidar definitivamente sus líneas de trabajo. En general, la pertenencia a grandes consorcios europeos facilita una participación de nuestras empresas en las misiones y programas liderados por dichos consorcios. No obstante, existe todavía una cierta duplicidad de actividades entre las distintas filiales europeas de los grandes grupos empresariales dedicados al espacio, lo que genera algunas ineficiencias que deben eliminarse en el futuro cercano. En el caso de las filiales españolas, ello redundará en su designación como centros de competencia para aquellas actividades en las que, claramente, ocupan un lugar de liderazgo en Europa. Se optimizará así la coordinación interna entre contratista principal y empresa subsidiaria dentro del mismo consorcio, que, en ocasiones, es mejorable.

Por otro lado, en España existe también un importante grupo de empresas totalmente independientes

que operan y participan satisfactoriamente en los proyectos espaciales. Estas empresas se benefician de su independencia en la adopción de decisiones y compiten con éxito, incluso contra los grandes contratistas, en áreas tecnológicas muy especializadas, en las que tienen una reconocida experiencia internacional. A pesar de ello, su falta de masa crítica para abordar iniciativas más ambiciosas induce a pensar en una posible consolidación de estas empresas, con fusiones o adquisiciones entre ellas. Otra posibilidad sería la adopción de alianzas estratégicas a largo plazo entre varias empresas españolas para desarrollar productos de manera conjunta, sin que ello lleve aparejado cambios en su estructura accionarial.

Esta dualidad de la estructura empresarial industrial espacial española resulta complementaria y supone un factor clave de independencia y flexibilidad para disponer de capacidades a todos los niveles, desde responsables de sistemas, hasta simples equipos. De hecho, en ocasiones, las empresas participadas por grandes consorcios europeos aprovechan su posición en el grupo para facilitar la incorporación de otros socios españoles junto a ellas en sus ofertas, aunque todavía existe un amplio margen de mejora en esta línea de cooperación.

Como ya se ha indicado previamente, nuestro país ha conseguido liderar algunas misiones importantes o sistemas espaciales de complejidad media, entre los que cabe destacar MINISAT, AMERHIS y SMOS. Además, nuestra industria espacial cubre prácticamente todo el espectro de las tecnologías que se pueden encontrar en los distintos programas espaciales, proporcionando una gran cantidad de sinergias y complementariedades que pueden servir como base para que la participación española dé un salto cualitativo en los próximos años, tanto en los programas comerciales como institucionales. En concreto, tomando como referencia el árbol de tecnologías de la ESA<sup>58</sup>, España tiene empresas con competencias en los veintiséis dominios tecnológicos de los que se compone el árbol contando con industrias con capacidad media, elevada o muy elevada, en la mayoría de los grupos tecnológicos definidos.

Tanto por las competencias descritas como por las iniciativas llevadas a cabo en el desarrollo completo de misiones y sistemas de complejidad media, queda patente la capacidad de la industria espacial española para abordar de forma conjunta al desarrollo de sistemas espaciales complejos, dando un salto cualitativo en la presencia española a escala internacional.

Por otra parte, la demanda de sistemas espaciales

a la industria española es el resultado de la agregación de varios mercados espaciales de muy distinta naturaleza. A grandes rasgos, podemos distinguir:

- El mercado institucional: que se compone fundamentalmente de los programas de la ESA, los contratos de la UE, los contratos de EUMETSAT, los programas nacionales dedicados al espacio, los programas multilaterales, y los programas militares europeos y nacionales.
- El mercado comercial: satélites comerciales y los contratos comerciales de lanzadores.

La gestión del CDTI puede apoyar la labor de la industria española en todos estos mercados en mayor o menor medida ya que el CDTI es el punto focal de la administración española para temas de espacio en relación con la industria.

### **2.2.3. Objetivos para la industria espacial española**

En términos industriales, el objetivo del presente Plan Estratégico es que la industria espacial española logre en el contexto internacional una posición acorde con el peso económico de nuestro país. Esto debe concretarse tanto en términos cuantitativos (cuota de mercado) como cualitativos (desarrollo de capacidad para integración de sistemas complejos y liderazgo tecnológico).

#### **2.2.3.1. Cuota de mercado proporcional a nuestro PIB relativo**

La industria espacial camina hacia un esquema cada vez más competitivo: los fondos para desarrollar sistemas espaciales caros y complejos tienden a proceder, en proporción creciente, de organismos diferentes a la ESA (por ejemplo, la UE o EUMETSAT), en los que no se aplican mecanismos que garanticen el retorno geográfico.

Asimismo, España debe afrontar la competencia de nuevos entrantes: los países del Este de Europa, que paulatinamente se van incorporando a la UE y a las organizaciones que gestionan los programas espaciales europeos (la ESA y EUMETSAT, principalmente). Estos países gozan de unos costes laborales muy inferiores a los españoles, por lo que suponen una extraordinaria competencia para el desarrollo de las actividades espaciales de menos valor añadido (más dependientes del coste de la mano de obra).

En este contexto, en las misiones espaciales que afronte Europa, nuestras empresas deben ser capaces de asumir regularmente tareas del nivel de responsabilidad y del contenido tecnológico que

corresponde al peso internacional de un país que se ha consolidado como la quinta potencia económica europea. En concreto, la industria espacial española debería ser capaz de lograr una facturación en línea con el peso económico de nuestro país, lo que supone aproximadamente el 8% del volumen de negocio mundial accesible a la industria europea.

#### **2.2.3.2. Integración de sistemas complejos**

Tradicionalmente, la industria espacial española ha mantenido un papel enfocado al desarrollo de equipos, cubriendo un campo relativamente amplio de capacidades. Estas áreas han servido para garantizar un retorno industrial del 100% de la contribución española a la ESA, ya que la ESA cuenta con garantías de retorno sobre las inversiones realizadas por sus Estados Miembros.

De cara al futuro, nuestra industria debe ser capaz de afrontar el desarrollo de sistemas complejos, que son los que aportan un mayor valor añadido y en los que el coste de la mano de obra no es el elemento decisivo. Sin esta capacidad, el papel de nuestra industria puede verse reducido a un nivel de segundo orden, como subcontratista de equipos en misiones lideradas por empresas extranjeras. En tal caso, un incremento de las inversiones públicas en espacio no llevaría aparejado una mejora tecnológica cualitativa de nuestra industria, sino simplemente la subcontratación a España de un mayor número de unidades de equipos de contenido tecnológico medio. A medio plazo, la incapacidad de desarrollar sistemas complejos probablemente haría inevitable una deslocalización de actividades desde España a países de un menor coste laboral.

El principal vector de crecimiento para la industria espacial española, por tanto, debe ser la capacitación para el desarrollo de sistemas espaciales complejos. En España, esta capacidad ya existe parcialmente (MINISAT, AMERHIS, SMOS), pero todavía debe completarse para abordar totalmente el diseño, la fabricación y la explotación de un satélite propio, algo a lo que puede y debe aspirar la industria española. Por otro lado, las empresas de un tamaño medio, que tradicionalmente han sido suministradores de equipos, aunque no puedan llegar a desarrollar sistemas espaciales completos, sí que poseen la capacidad y excelencia tecnológica para integrar subsistemas espaciales, lo que facilitará su supervivencia en un entorno cada vez más competitivo.

### 2.2.3.3. Liderazgo tecnológico

Otro vector de crecimiento de la industria espacial española es la consolidación de su excelencia en determinadas líneas de negocio y áreas tecnológicas, en las que España tiene un papel de liderazgo en el contexto europeo, así como la capacitación de la industria para abordar otras áreas en las que España todavía no tiene capacidad pero ofrecen un indiscutible potencial de futuro.

Como se ha indicado en anteriores epígrafes, la industria espacial europea ha sufrido un proceso de consolidación, que en España no ha tenido lugar. Como resultado, en Europa existe una tendencia hacia una mayor especialización entre las empresas, a fin de identificar nichos de mercado. En este proceso, la excelencia tecnológica y la selección y especialización en las áreas con mayor potencial de crecimiento son los elementos clave que determinarán la futura configuración del tejido industrial espacial europeo en España. Las empresas que carezcan de la adecuada excelencia o que no hayan modificado su estructura probablemente desaparecerán.

Se puede establecer una clasificación orientativa de las barreras de entrada para las distintas áreas tecnológicas del espacio:

#### - Barreras de entrada muy altas.

- Diseño e integración de sistemas.
- Hardware para plataformas (la principal dificultad es contar con productos ya calificados en vuelo porque el mercado tiende a utilizar equipos probados que presentan bajo riesgo).
- Equipos para cargas útiles y subsistemas para satélites de telecomunicación y navegación (proporcionan contratación recurrente en el mercado comercial).
- Equipos y subsistemas para lanzadores (consorcios industriales ya formados, inversiones económicas iniciales muy elevadas).

#### - Barreras de entrada altas.

- Instrumentos para observación de la Tierra en sistemas operacionales (son necesarios desarrollos de I+D previos, pero tienen menores presiones de precio, plazos y calidad que los satélites de telecomunicación).
- Terminales de usuario (las barreras de entrada están asociadas a las inversiones necesarias para la industrialización y la distribución necesarias).

#### - Barreras de entrada medias.

- Instrumentos científicos (también son necesarios desarrollos de I+D previos, pero tienen menores presiones de precio, plazos y calidad que los satélites de telecomunicación o satélites de observación).
- Equipos y subsistemas para vuelos tripulados (el principal problema es que el mercado es muy reducido y se prevé que permanezca así al menos a corto y medio plazo); experimentos para microgravedad (sistemas con un alto grado de integración); equipos y servicios para estaciones de segmento terreno (son necesarias inversiones de forma sostenida para mantener las capacidades).
- Productos, servicios, software e ingeniería para sistemas terrenos de valor añadido (la principal dificultad es el conocimiento de las necesidades del usuario final).
- Centros de misión para sistemas de observación de la Tierra, navegación y misiones científicas (es importante tener experiencia previa y ser capaz de desarrollar software de alta calidad).

#### - Barreras de entrada bajas.

- Equipos de apoyo en tierra y simuladores (las barreras de entrada son inferiores a las de los sectores anteriores, aunque en cualquier caso es necesario un conocimiento del funcionamiento del satélite o del instrumento asociado).
- Software e ingeniería para segmento terreno (la principal dificultad es la familiaridad con los requisitos específicos).
- Validación y verificación independiente de software (es necesaria cierta experiencia en arquitectura de sistemas espaciales, ingeniería de software y los procedimientos de la ESA).
- Software y servicios para análisis de misión (es necesario cierto conocimiento de sistemas espaciales y mecánica orbital).
- Software de control para segmento terreno (es necesario un conocimiento de operaciones de satélite).
- Componentes electrónicos.

Las empresas españolas poseen competencias en 26 dominios tecnológicos y en 175 grupos tecnológicos dentro del árbol de tecnologías definido por la ESA, con un núcleo de unas 15 compañías con participación estable en estas actividades. Entre estas capacidades están las de desarrollo de sistemas y

actividades de capacidad tecnológica media y soporte tecnológico en campos como la electrónica, las telecomunicaciones, la instrumentación, análisis de misión y sistemas de navegación por satélite. La industria española deberá desarrollar capacidades en líneas en las que tradicionalmente no ha tenido competencias. Esto ayudará a desarrollar e integrar sistemas completos en nuestro país.

Teniendo en cuenta los factores descritos y los intereses y capacidades de la industria española, el objetivo de España debe ser, en primer lugar, el mantenimiento de las líneas tecnológicas de liderazgo existentes. De este modo, se podrá fortalecer la posición ganada por la industria española frente a sus competidores, mediante la mejora continua de la tecnología y la incorporación de los últimos avances del estado del arte en el diseño y proceso de producción, en áreas como:

- Ingeniería: en el análisis de misión; y en simulación.
- Segmento vuelo: en elementos estructurales en fibra de carbono para lanzadores y satélites; en antenas y reflectores; en mecanismos; y, en equipos electrónicos.
- Segmento Terreno: en sistemas de control y dinámica de vuelo; en procesamiento de datos; y en sistemas de navegación por satélite.



Fig. 54 Estructura en fibra de carbono de ARIANE 5<sup>59</sup>

Además, un segundo objetivo debe ser la adquisición y consolidación de nuevas capacidades de alto valor añadido que puedan capacitar a la industria española para competir tecnológicamente, tanto en áreas en las que tradicionalmente la industria española no ha tenido presencia, como en nichos emergentes de mercado que puedan suponer un área de crecimiento con perspectivas de producción recurrente y de alto valor tecnológico, en campos como:

- Ingeniería: en entorno espacial.

- Segmento Vuelo: en elementos activos de control térmico; y, en sistemas de guiado, navegación y control.
- Segmento Terreno: en centros terrenos complejos de control y explotación de datos; y, en el desarrollo de aplicaciones.

#### 2.2.3.4. Racionalización de capacidades industriales

Para conseguir un crecimiento ordenado y canalizar adecuadamente el incremento de inversiones públicas en espacio en España, parece necesario que la industria lleve a cabo un proceso de racionalización y ordenación. Este proceso se produciría de forma natural, de acuerdo a la lógica del mercado, tal y como ya ha sucedido en otros países europeos con un mayor grado de madurez en su actividad espacial. En primer término, tendría lugar una especialización de las empresas que, con objeto de incrementar su competitividad y capacitación tecnológica, descartarían aquellas líneas de negocio en la que resultan menos fuertes y se centrarían en las que les ofrezcan una mayor garantía de crecimiento a medio y largo plazo. Como resultado, es probable que se produzcan los resultados siguientes:

- En lo que a segmento vuelo se refiere:
  - Una única empresa con capacidad de integración de satélites completos, ya que no existe mercado nacional suficiente para mantener dos empresas en España que puedan asumir la responsabilidad de contratista principal.
  - En lo que se refiere a cargas útiles completas, un número reducido de empresas capacitadas para responsabilizarse de estas actividades, cada una de ellas orientada a un tipo diferente de misiones: telecomunicaciones, sistemas de observación ópticos o sistemas de observación radar.
  - Finalmente, un número reducido (quizá de dos a cuatro) de empresas que puedan desarrollar e integrar subsistemas de complejidad media en el segmento de vuelo, sin llegar a tener la capacidad de integrar satélites completos.
- Para el segmento terreno (donde ya existe una notable capacidad de integración de sistemas complejos):
  - Una única empresa española que cuente con la capacidad para responsabilizarse de la integración de segmentos terrenos completos.
  - Tres o cuatro empresas con un elevado grado de especialización en el segmento



terreno y con una capacitación tecnológica media que les permitirá responsabilizarse de distintos elementos del segmento terreno.

- Tanto en el segmento vuelo como en el segmento terreno, un grupo de empresas que trabajen como auxiliares, dando soporte a las empresas de mayor capacidad.

En todos los casos anteriores, parece claro que las empresas espaciales, además de especializarse en ciertas actividades y tecnologías para tener éxito, deberán buscar una adecuada cooperación y la complementariedad entre ellas. En particular, las empresas que ejerzan la función de contratista principal del segmento vuelo y del segmento terreno desarrollarán un efecto tractor sobre el resto de la industria espacial española, estableciendo alianzas estables con pequeñas y medianas empresas, que serían sus suministradores estables para determinados subsistemas y equipos. Este mismo papel, en menor escala, lo desempeñarían las empresas medianas con compañías de dimensión más reducida pero con excelencia tecnológica en determinados nichos de mercado. En cuanto a las pequeñas empresas, buscarían sus nichos de mercado como colaboradoras de aquellas con mayor capacidad tecnológica.

Esta cooperación y complementariedad entre la industria espacial española aprovecharía sinergias potenciales que, en la actualidad, no son plenamente explotadas.

Un comentario específico merecen las filiales españolas de grandes grupos internacionales. Sus centros de decisión no se encuentran en España y, por tanto, sus estrategias de negocio no son totalmente autónomas, sino que deben complementarse con las de otras filiales de dichos consorcios. Su ventaja radica en la posibilidad de acceder, en condiciones ventajosas, a los programas espaciales que se adjudican sus casas matrices. No obstante, para garantizar su supervivencia a largo plazo deben asegurarse de encontrar una función concreta en un entorno cada vez más competitivo:

- Dentro de su grupo, es deseable obtener el reconocimiento como centro de competencia exclusivo para aquellas áreas en las que tengan una mayor excelencia tecnológica.
- Los consorcios a los que pertenecen deberán realizar inversiones sustanciales en España (las instalaciones y recursos humanos) si aspiran a liderar el proceso de crecimiento que acometerá la industria espacial española al calor del aumento de inversión pública.

## 2.3. Infraestructuras espaciales

La ubicación en un país de centros e infraestructuras espaciales proporciona beneficios económicos directos e indirectos, en términos de creación de empleo y de generación y transferencia de conocimiento. Las instalaciones espaciales son también un elemento de estabilidad industrial, dado que garantizan un volumen de actividad sostenible en el tiempo y poco expuesta a eventuales crisis del mercado. Además, los países que disponen de infraestructuras espaciales están en mejor situación para promover la existencia de comunidades científicas y de usuarios en todos los campos de utilización del espacio, lo que es un atractivo adicional.

### 2.3.1. Infraestructuras espaciales en Europa

La evolución de las actividades espaciales en el entorno europeo ha producido una distribución atomizada de las distintas infraestructuras espaciales, tanto de las estaciones de seguimiento como de los centros de ensayos o de I+D. Muchas de estas infraestructuras tienen un origen anterior a la existencia de la propia ESA, como es el caso en España del INTA, así como de las estaciones de seguimiento de Maspalomas o Robledo de Chavela. Otras se construyeron y ampliaron después de la existencia de la ESA, con objeto de sostener actividades nacionales y de dar soporte a la industria espacial local, en su participación en programas espaciales de diversa índole.

En la actualidad, se observa que la disparidad de emplazamientos de infraestructuras espaciales en Europa resulta, en muchos casos, redundante y excesiva para la carga de trabajo que puede generar la actividad espacial europea, tanto en lo que se refiere a las estaciones de seguimiento espacial como a las de explotación de datos. Ello ha sido ocasionado, entre otras razones, por el proceso seguido para decidir la ubicación de estos centros: no siempre se eligieron por estrictas razones de eficacia, sino que también se intentó satisfacer los intereses nacionales, mediante una distribución de los centros entre los países que participaban en un determinado programa.

No obstante, la tendencia actual apunta a una racionalización, que lleve a concentrar medios en los emplazamientos que presenten mayores ventajas, técnicas o de otro tipo, a lo largo de la geografía europea. Los intereses nacionales se seguirán teniendo en cuenta, aunque su peso será muy inferior al que tenía en el pasado, frente a los aspectos de competitividad que primarán en las decisiones. Como resultado del proceso, se producirá una especialización de los centros, al tiempo que se explotarán al máximo las sinergias y ventajas que

les pueden otorgar su situación geográfica o la disponibilidad de infraestructuras ya desarrolladas. Es posible que algunos emplazamientos no sobrevivan a este proceso, pero los que lo hagan habrán ganado una posición más sólida en el panorama espacial europeo.

### 2.3.2. Infraestructuras espaciales en España

En España se ubican diversos centros e infraestructuras espaciales, que tienen bazas importantes por desempeñar en el escenario descrito, puesto que ya participan con éxito en distintos programas, tanto nacionales como de la ESA, EUMETSAT o la UE.

En primer lugar, se describen brevemente las principales infraestructuras espaciales de organismos internacionales que se ubican en España:

- Instalaciones de la ESA: ESAC y Cebreros.
  - El Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC) es una instalación operativa de la ESA situada en Villafranca del Castillo (Madrid). Tradicionalmente, ha venido realizando funciones de estación de seguimiento de satélites y, en los pasados años, sus funciones se han incrementado sustancialmente hasta convertirse en el centro de la ESA especializado en astronomía y ciencia del espacio. Actualmente, alberga los centros de las operaciones científicas de las misiones astronómicas y planetarias de la ESA, así como sus archivos científicos. Además, en un futuro próximo será también el centro científico de la ESA para la explotación de la misión SMOS.



Fig. 55 Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC)<sup>60</sup>

- La estación de Cebreros (Ávila), perteneciente a la red de espacio profundo de la ESA, es la segunda instalación de la ESA con capacidad para comunicarse con naves destinadas a otros planetas o en órbitas muy lejanas.

- Instalaciones de otros organismos internacionales con actividad espacial:

- El Centro de Satélites de la Unión Europea (EUSC), situado en Torrejón de Ardoz (Madrid), tiene como misión analizar imágenes de satélite y otros datos auxiliares, con objeto de facilitar la toma de decisiones de la UE para prevenir conflictos y proporcionar ayuda humanitaria eficaz durante catástrofes.
- La estación de Robledo de Chavela (Madrid) pertenece a la Red del Espacio Profundo de NASA y ha participado en todas las misiones norteamericanas de exploración del Sistema Solar.

Igualmente, en España también hay infraestructuras e instalaciones pertenecientes a organismos españoles, entre los que los más importantes son:

- Instalaciones del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA):

El INTA es un organismo público de investigación, fundado en 1942 y dependiente del Ministerio de Defensa, cuyas instalaciones principales se encuentran en Torrejón de Ardoz (Madrid). Su plantilla está formada por más de 1.200 personas, de las cuales aproximadamente un millar se dedica a actividades de I+D. Está especializado en actividades de investigación y desarrollo tecnológico del sector aeroespacial y realiza labores de experimentación, investigación, certificación y ensayo en materiales, componentes, equipos, subsistemas y sistemas, al tiempo que actúa como laboratorio, centro tecnológico y servicio técnico para numerosos organismos públicos y empresas. Tiene programas propios en áreas como los microsátélites, los nanosatélites o el radar de apertura sintética (SAR), entre otros campos.

A continuación, se enumeran sus centros e instalaciones más relevantes: el Space Solar Cell Test Laboratory (SPASOLAB), el Centro de Ensayos del Programa Ariane (CEPA), el Centro Espacial de Canarias en Maspalomas, el Centro de Experimentación de el Arenosillo (CEDEA), el Centro de Astrobiología (CAB), el Centro de procesamiento y archivo de Envisat

(EPAC) y el Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF).

- Instalaciones de institutos, universidades y otros centros:

- En España existen grupos de investigación especializados en la actividad espacial, que realizan su actividad en institutos y universidades. Entre ellos cabe destacar los siguientes: Observatorio Astronómico Nacional (OAN), Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), Instituto de Ciencias del Mar (ICM), Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña (IEEC), Instituto de Física de Cantabria (IFCA), Centro de aplicaciones para predicción inmediata (SAFNWC) del Instituto Nacional de Meteorología (INM), Grupo de Astronomía y Ciencias del Espacio (GACE) y universidades como las de Madrid, Barcelona, Alcalá de Henares y Granada.
- Además, existen otros centros españoles con actividad espacial: el CESAEROB (Ministerio de Defensa), el Centro de EGNOS en Torrejón (AENA) o el Centro de Control de Arganda (HISPASAT).

### 2.3.3 Objetivos para las infraestructuras espaciales en España

La potenciación de las infraestructuras espaciales ubicadas en España requiere:

- Definir responsabilidades y áreas de competencia claras para cada centro, sin duplicación de actividades y fomentando la interacción entre centros.
- Incrementar las capacidades existentes de cada centro, de manera sostenible en el tiempo.
- Asegurar una carga estable de trabajo para cada centro, que garantice la plena utilización de sus capacidades.

Las instalaciones deben concentrar su actividad en aquellas áreas donde presenten una mayor ventaja y donde se estime que existe mayor capacidad de crecimiento, de forma que puedan ganar la masa crítica necesaria para incrementar su competitividad en el marco espacial europeo.

Sobre esta base, se han identificado tres objetivos más concretos: lograr que ESAC adquiriera la categoría de establecimiento de la ESA, potenciar el uso de infraestructuras españolas en programas inter-

nacionales y explotar las sinergias potenciales entre los centros técnicos y las empresas.

#### 2.3.3.1. ESAC como establecimiento ESA

El peso creciente de España en la ESA justifica que ESAC sea designado establecimiento de la ESA, al mismo nivel que las instalaciones en Francia (ESA-HQ), Alemania (ESOC), Italia (ESRIN) y Holanda (ESTEC). La consecución de este objetivo implicará una definición clara de las competencias de ESAC, con el consiguiente aumento de responsabilidades, infraestructura y personal.

Se han identificado responsabilidades concretas que puede asumir ESAC, entre las que cabe destacar las siguientes:

- ESAC debe ser el centro de referencia para las actividades de ciencia de la ESA.
  - ESAC tiene que centralizar las actividades de ciencia de la ESA y, por consiguiente, debe ubicar los centros de operaciones científicos (SOCs) de todas las misiones científicas, así como aumentar su protagonismo en los futuros programas de exploración. En la misma línea, se debe realizar el traslado paulatino a ESAC de las actividades de ciencia de la ESA, empezando por aquellas con mayor contenido en el desarrollo de misiones, lo que generaría indudables sinergias.
- ESAC debe asumir responsabilidades complementarias.
  - Actividades de TT&C. Debe mantenerse, y si es posible potenciarse, la actividad que ESAC desarrolla tradicionalmente en este ámbito.
  - Programas de Seguridad. Si se confirmase el desarrollo por parte de la ESA de un programa de seguridad ambicioso, ESAC debería ser el establecimiento de la ESA asociado a dichas actividades. En esta línea, a corto plazo, se pueden iniciar en ESAC actividades de vigilancia espacial (Space Surveillance), enfocadas a evitar los potenciales efectos negativos de desechos y objetos espaciales.
  - Coordinación con programas nacionales. En SMOS, ESAC albergará al mismo tiempo un centro científico de la ESA para explotación de datos (datos procesados hasta nivel 2) y un centro científico nacional para

explotación de datos (niveles 3 y 4 de procesamiento de datos). Ello arrojará sinergias indudables, que también podrían explotarse en el futuro en otros proyectos similares, como germen de un mayor aprovechamiento de ESAC por parte de la comunidad científica.

### **2.3.3.2. Utilización de infraestructuras españolas en programas internacionales**

Existen diferentes infraestructuras espaciales en España que ya juegan un papel relevante en programas internacionales. No obstante, algunas ofrecen las características adecuadas para realizar una contribución aún mayor a programas internacionales:

- Estaciones de Torrejón y Maspalomas.

Se debe mantener y potenciar el papel que juegan las instalaciones terrenas del INTA en la recepción y explotación de datos de misiones de observación de la Tierra. En este campo, las infraestructuras del INTA ya participan en actividades nacionales, lo que les permite obtener importantes sinergias que favorecerán su atractivo para formar parte de la red de estaciones de la ESA y proporcionar servicio a EUMETSAT.

- Centros españoles para el programa Galileo.

El programa Galileo ofrece a España la oportunidad de albergar dos importantes instalaciones: el centro de control, a cargo de Hispasat; y el centro de seguridad para la vida ("safety of life"), de AENA.

- EUSC.

El EUSC se puede convertir, con alta probabilidad, en el brazo operativo de Europa en la utilización de imágenes por satélite en distintas áreas, pero muy especialmente en aplicaciones de seguridad, donde existe un importante margen de crecimiento para el centro en el actual escenario internacional, en actividades como el control de fronteras, el apoyo a misiones internacionales para el mantenimiento de la paz, terrorismo o crimen organizado.

- Actividades de TT&C de la ESA en España.

Se deben mantener, y ampliar si es posible, las actividades de TT&C de la ESA en España, en las que se posee una elevada tradición y un reconocimiento internacional indudable.

### **2.3.3.3. Sinergias entre los centros técnicos y las empresas**

Se debe fortalecer el papel del INTA en capacidades tecnológicas, tanto de I+D+i como de certificación y ensayo de este Instituto y sus centros asociados, y conseguir así que tenga una función más relevante en los desarrollos y en las operaciones de proyectos espaciales. En este sentido, las empresas espaciales españolas deben aumentar el uso que hace de las capacidades del INTA en I+D, tecnología y ensayos.

Igualmente, se debería conseguir una total coordinación de actividades entre todos centros técnicos españoles, lo que fortalecería la consecución de objetivos comunes.





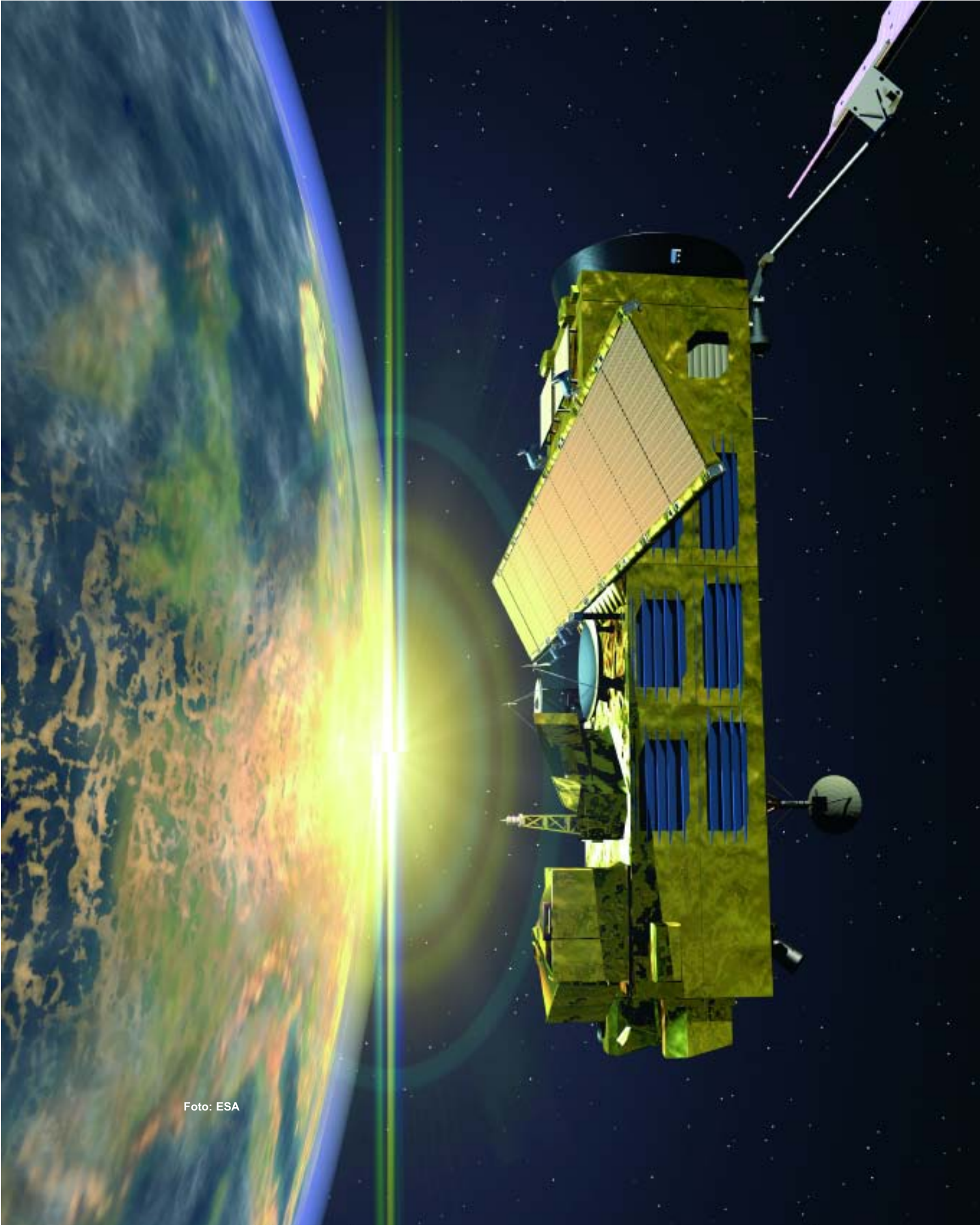


Foto: ESA



### 3. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Propuestas de actuación

A fin de alcanzar los objetivos planteados en el anterior capítulo, el presente Plan Estratégico propone cuatro líneas de actuación: potenciación de los recursos públicos, selección de prioridades, desarrollo de un sistema espacial completo y coordinación entre todos los actores españoles del sector espacial.

Cada una de dichas propuestas favorecerá la consecución de los objetivos planteados en anteriores epígrafes, tanto para las instituciones y usuarios, como para la industria y para las infraestructuras espaciales situadas en España.

##### 3.1.1. Potenciación de los recursos públicos

La potenciación de los recursos públicos es la primera línea de actuación del presente Plan Estratégico. En concreto, se propone incrementar sustancialmente el volumen general de recursos públicos destinados al espacio y acometer una diversificación de los mismos que permita optimizar los resultados. Adicionalmente, se proponen también nuevas herramientas financieras para que el CDTI de respuesta a todas las demandas del sector. Esta línea de actuación se desglosa en los elementos que se describen a continuación:

- Aumento de la inversión hasta el nivel correspondiente a nuestro PIB relativo. Como se ha indicado, el espacio ofrece un gran potencial como elemento de mejora de la productividad de la economía y como vía para proporcionar importantes servicios a la sociedad. Por ello,

teniendo en cuenta la marcada componente institucional del mercado espacial, los países líderes destinan al mismo un elevado volumen de inversiones públicas. En la misma línea, se propone que el gobierno español dedique al espacio un esfuerzo presupuestario equilibrado con nuestro peso económico a escala europea y mundial. En concreto, se propone que las inversiones totales de España en espacio aumenten progresivamente hasta alcanzar el 8% de las inversiones públicas en Europa en espacio, en línea con nuestro PIB relativo.

- Diversificación de la inversión. Dicho aumento de inversiones públicas no debe focalizarse en un único marco, por el elevado riesgo de dependencia que conlleva. En este sentido, se realizará un incremento paulatino de la inversión en materia espacial, de acuerdo a los siguientes criterios:

- La ESA sigue siendo el marco idóneo para mantener el nivel de excelencia tecnológica de nuestra industria espacial en un elevado número de áreas tecnológicas y para canalizar nuestra contribución a los principales programas espaciales europeos. Por ello, se realizará un aumento de nuestra participación en la ESA hasta alcanzar en 2008 tasas equivalentes a nuestro PIB relativo y, posteriormente, se mantendrán presupuestos planos en términos reales (con crecimientos nominales que compensen la inflación). En concreto, la envolvente financiera para el período 2007-2011, aprobada por el Consejo de Ministros el 19 de mayo de 2006, ya contempla una contribución media a la ESA de 215 M€ anuales, frente a los 135 M€ anuales del período 2002-2006.

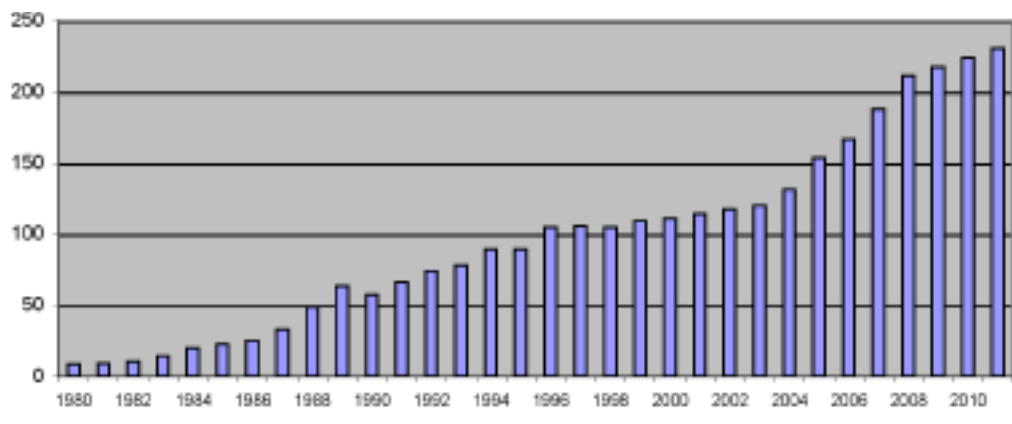


Fig. 56 Contribución anual de España a la ESA<sup>61</sup> (M€)

- La inversión española en espacio externa a la ESA, idealmente, debería crecer sustancialmente a largo plazo. Hasta 2005, esta inversión era prácticamente inexistente y la cifra actual es inferior al 10% de la dotación presupuestaria de España a la ESA, lo cual crea una dependencia excesiva de los programas de la ESA. Existen varias alternativas atractivas para canalizar estas inversiones: el desarrollo de programas nacionales para satisfacer los requisitos de los usuarios españoles que no son atendidos por los programas internacionales y las cooperaciones bilaterales con terceros países. Al respecto, cabe recordar que las principales potencias espaciales europeas diversifican sus inversiones entre los programas de la ESA y sus propios programas. De hecho, muchos programas nacionales tienen un volumen económico similar o incluso superior al de las inversiones de los países respectivos en la ESA.

- Ampliación del abanico de ayudas financieras del CDTI.

- La inversión en la ESA permite una enorme flexibilidad, en virtud de las numerosas posibilidades programáticas que ofrece su Convenio Fundacional. Por ello, se considera que no son necesarias herramientas de financiación adicionales para que España rentabilice sus inversiones en la ESA.
- Para la inversión externa a la ESA, tanto en programas estrictamente nacionales como en cooperaciones bilaterales, se proponen herramientas de financiación adicionales a aquellas de las que tradicionalmente venía haciendo uso el CDTI, con objeto de responder adecuadamente a las demandas del sector espacial español en línea con las posibilidades de otras agencias espaciales. En concreto, a partir de 2006 el CDTI tiene la capacidad de contratar directamente, con objeto de poder acometer sus propios proyectos, tal y como lo hacen los países líderes en Europa en espacio. Asimismo, el CDTI podrá ofrecer créditos a riesgo, cuya devolución estará condicionada al éxito, técnico o comercial según el caso, del proyecto objeto de dicha ayuda financiera.

### 3.1.2. Selección de prioridades

El segundo grupo de propuestas de actuación se refiere a la selección de prioridades. En primer lugar, se propone identificar aquellas áreas programáticas de mayor potencial, con objeto de canalizar hacia ellas el grueso de las inversiones y, de este modo, rentabilizarlas al máximo. Asimismo, este análisis tiene también en cuenta las capacidades tecnológicas existentes en España y aquellas que, aunque no se poseen, se consideran de interés y accesibles a la industria española, de acuerdo con lo descrito en anteriores capítulos.

En lo referente a la ESA, se ha realizado un estudio comparativo entre sus diferentes programas espaciales, con objeto de determinar el grado de adecuación de cada uno de ellos a los intereses de España y, sobre esta base, establecer prioridades de inversión. En particular, se han analizado los programas del Plan a Largo Plazo que la ESA ha elaborado para el período 2006-2015.

La ESA desarrolla dos tipos de programas: programas opcionales, donde cada país es libre de decidir su contribución; y programas obligatorios, donde el nivel de participación viene predeterminado por el peso relativo de nuestro PIB sobre el PIB de todos los Estados Miembros de la ESA.

- Programas opcionales. Prácticamente la totalidad de los programas opcionales de la ESA son de un indudable interés científico y/o tecnológico. Desde este punto de vista, todos estos programas justificarían una contribución porcentual de España superior a la histórica puesto que, como se ha visto anteriormente, las actividades espaciales son de las más intensivas en I+D+i y, en consecuencia, constituyen una herramienta idónea para incrementar la competitividad de nuestra economía. No obstante, la contribución española a la ESA tradicionalmente ha sido muy inferior y, de hecho, todavía está por debajo de la que nos correspondería conforme a nuestro PIB. Además, como resultado de las reglas de retorno de la ESA, la industria española se ha dimensionado para el nivel de inversión de España en la ESA en ejercicios anteriores y, en consecuencia, no es evidente que esté en disposición de absorber bruscamente una contribución de España a la ESA superior a nuestro PIB relativo. Las razones anteriores obligan a realizar un análisis exhaustivo del grado de adecuación de cada uno de los programas opcionales a los intereses españoles, con objeto de obtener la máxima rentabilidad de las inversiones.

- Programas obligatorios. En estos programas, dado que nuestra contribución porcentual depende de factores externos (el peso relativo del PIB de cada Estado Miembro de la ESA), las decisiones de los países se reducen a la aprobación de un presupuesto global de mayor o menor cuantía. En cualquier caso, también resulta conveniente evaluar el grado de adecuación de los programas obligatorios a los intereses españoles, con objeto de determinar si es adecuado el nivel de recursos que la ESA destina a estos programas o, por el contrario, convendría reducirlo o aumentarlo.

Para realizar el análisis de los diferentes programas de la ESA, obligatorios y opcionales, se han definido criterios con los que establecer la valoración de cada programa en relación con los intereses españoles. El objeto es determinar cuáles son más adecuados para canalizar las inversiones públicas españolas y en cuáles no resulta conveniente invertir. En este análisis se tienen en cuenta únicamente aspectos demostrables y, en la medida de lo posible, que sean cuantificables.

En concreto, se utilizan los siguientes criterios:

- Interés tecnológico. Este criterio otorga una mayor prioridad a aquellas áreas programáticas que son más interesantes para la industria espacial española desde un punto de vista tecnológico. Es decir, se plantea un análisis cualitativo y no se cuantifica el valor económico de las actividades asociadas. En particular, se analizan los siguientes aspectos: oportunidad de vuelo, adecuación a nuestras capacidades tecnológicas, potencial de capacitación tecnológica y promoción de transferencias de tecnología.
- Oportunidad de liderazgo. Este criterio otorga una mayor prioridad a aquellas áreas programáticas que favorecen que la industria espacial española adquiera un mayor protagonismo en Europa y en especial, aquellas que ofrecen más oportunidades de dar un salto cualitativo en el nivel de responsabilidad asumido. En particular, se analiza la posibilidad de liderazgo de sistemas complejos, como por ejemplo en el desarrollo de misiones completas, instrumentos, estaciones terrenas o subsistemas. Asimismo se estudia la posibilidad de liderazgo en líneas prioritarias y la potenciación de los centros o infraestructuras ubicados en España.

- Efecto multiplicador de las inversiones. Este criterio otorga una mayor prioridad a aquellas áreas programáticas que permiten obtener una rentabilidad económica adicional a la que estrictamente generan las contrapartidas industriales a las contribuciones de España a la ESA. A diferencia de los anteriores, es un criterio cuantitativo. En particular, se analiza la posibilidad de co-financiación de terceros: por parte de la industria, lo que supone un objetivo específico de la política de I+D+i del gobierno; o, por parte de inversores externos, que realizan una contribución al programa adicional a la de los Estados Miembros de la ESA. Asimismo, se estudia la posibilidad de contratación recurrente fuera de la ESA: a través de organizaciones externas a la ESA, a cuyos presupuestos, por regla general, España debe contribuir de manera obligatoria; o, a través de contratos en el mercado comercial.

- Riesgo asumido. Este criterio otorga una mayor prioridad a aquellas áreas programáticas en las que existe una razonable garantía de recuperar las inversiones financieras realizadas por el CDTI mediante contratos industriales para empresas españolas. Toda inversión en I+D, y las actividades espaciales quizás en mayor medida, llevan aparejadas un riesgo intrínseco elevado. No obstante, se trata de asumir riesgos controlados. En particular, se analizan las reglas de retorno industrial y la influencia de las Delegaciones en el programa.

- Beneficios no industriales. Este criterio otorga una mayor prioridad a aquellas áreas programáticas que también proporcionan beneficios no industriales. En particular, se analizan los posibles beneficios para la comunidad científica y para el ciudadano, así como el fortalecimiento de las relaciones institucionales.



A continuación, se presentan los resultados del análisis realizado, con base en los anteriores criterios, sobre los programas del Plan a largo Plazo de la ESA para el periodo 2006-2015:

En los programas que componen el denominado “nivel de recursos”:

PROGRAMAS OBLIGATORIOS	VALORACIÓN GLOBAL	INTERÉS TECNOLÓGICO	OPORTUNIDAD DE LIDERAZGO	EFFECTO MULTIPLICADOR	RIESGO ASUMIDO	BENEFICIOS NO INDUSTRIALES
Científico						
Actividades básicas						

En los programas de exploración, vuelos tripulados y microgravedad:

EXPLORACIÓN, MICROGRAVEDAD Y VUELOS TRIPULADOS	VALORACIÓN GLOBAL	INTERÉS TECNOLÓGICO	OPORTUNIDAD DE LIDERAZGO	EFFECTO MULTIPLICADOR	RIESGO ASUMIDO	BENEFICIOS NO INDUSTRIALES
ISS						
ELIPS						
Clipper						
Aurora/Core						
Exomars						
Futuras misiones						

En los programas de lanzadores:

LANZADORES	VALORACIÓN GLOBAL	INTERÉS TECNOLÓGICO	OPORTUNIDAD DE LIDERAZGO	EFFECTO MULTIPLICADOR	RIESGO ASUMIDO	BENEFICIOS NO INDUSTRIALES
ACEP						
ARTA						
VERTA						
FLPP						

- ALTA
- MEDIA
- BAJA

En los programas de tecnología:

TECNOLOGÍA	VALORACIÓN GLOBAL	INTERÉS TECNOLÓGICO	OPORTUNIDAD DE LIDERAZGO	EFFECTO MULTIPLICADOR	RIESGO ASUMIDO	BENEFICIOS NO INDUSTRIALES
GSTP						
NewPro						
Formation Flying						
Prodex						
Tecnología básica						

En los programas de navegación y telecomunicaciones:

NAVEGACIÓN Y TELECOMUNICACIONES	VALORACIÓN GLOBAL	INTERÉS TECNOLÓGICO	OPORTUNIDAD DE LIDERAZGO	EFFECTO MULTIPLICADOR	RIESGO ASUMIDO	BENEFICIOS NO INDUSTRIALES
EGNOS Accompaniment						
Galileo Accompaniment						
GNSS Support Programme						
GNSS Application Support						
Galileo 2nd Generation						
ARTES 1						
ARTES 3						
ARTES 4						
ARTES 5						
ARTES 8						
ARTES 11						
TOTAL ARTES						
Future ARTES Elements						

ALTA  
MEDIA  
BAJA

En los programas de observación de la Tierra:

OBSERVACIÓN DE LA TIERRA	VALORACIÓN GLOBAL	INTERÉS TECNOLÓGICO	OPORTUNIDAD DE LIDERAZGO	EFEECTO MULTIPLICADOR	RIESGO ASUMIDO	BENEFICIOS NO INDUSTRIALES
EOEP						
GMES						
EUMESAT						

En los programas de seguridad (a falta de conocer su contenido en detalle):

OBSERVACIÓN DE LA TIERRA	VALORACIÓN GLOBAL	INTERÉS TECNOLÓGICO	OPORTUNIDAD DE LIDERAZGO	EFEECTO MULTIPLICADOR	RIESGO ASUMIDO	BENEFICIOS NO INDUSTRIALES
TBD						

Fig. 57 Prioridades en los programas de la ESA<sup>62</sup>



Como conclusión a la información contenida en las tablas anteriores, se puede establecer un orden de prioridades en los programas de la ESA, con el fin de determinar el porcentaje de participación de España en cada programa. En concreto, se recomienda una contribución superior a la media en:

- Actividades orientadas al desarrollo de aplicaciones de interés para el ciudadano: telecomunicaciones, navegación y observación de la Tierra.
- Ciencia y exploración del espacio.
- Desarrollo de tecnología espacial.
- En el futuro, en los programas de seguridad.

Asimismo, se ha completado la selección de prioridades descrita mediante un análisis adicional destinado a identificar oportunidades industriales concretas, bien sea liderando pequeñas misiones o instrumentos desempeñando un papel relevante en desarrollos prioritarios para nuestro país desde un punto de vista tecnológico. En este sentido, se recomienda:

- Promover el liderazgo español en misiones o sistemas de complejidad media, donde se han identificado las siguientes posibilidades:
  - Desarrollo de un instrumento para observación de la Tierra.

- Desarrollo de una carga útil para satélites de telecomunicaciones.
- Desarrollo de una misión de demostración en órbita de nuevas tecnologías.

- Potenciar la participación de la industria española en aquellas áreas tecnológicas de mayor futuro y en las que se haya demostrado nuestra experiencia y capacitación. Entre ellas, cabe identificar las siguientes:

- Subsistemas de las futuras misiones de ciencia y exploración planetaria.
- Subsistemas de lanzadores, en los que España es líder, y actividades de nuevos lanzadores en desarrollo.
- Subsistemas de las futuras misiones de observación de la Tierra.
- Desarrollos para nuevos programas de navegación por satélite.
- Subsistemas de las plataformas de satélites de telecomunicaciones y participación en alguna de las misiones de oportunidad asociadas.

Como ya se ha indicado, existen alternativas de inversión que permiten complementar los objetivos alcanzados por España a través de su participación en la ESA. Tanto para las inversiones externas a la ESA que se materialicen íntegramente en España, como para las que lleven a cabo en cooperación bilateral, también es necesario identificar las áreas programáticas de mayor potencial. Por ello, en paralelo a la selección de prioridades de los programas de la ESA, también se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de las posibles prioridades de inversión para las actividades espaciales desarrolladas por España a través de programas nacionales (Programa Nacional de Espacio) y en los programas de cooperación bilateral con terceros países. A la hora de analizar las posibles áreas programáticas hacia las que canalizar la inversión de España en espacio mediante programas externos a la ESA, se ha empleado la misma metodología que para los programas ESA, para facilitar los estudios comparativos y la realización de cálculos estadísticos. En

concreto, se considera que deben priorizarse las siguientes áreas:

- Programas espaciales orientados al desarrollo de aplicaciones para interés del ciudadano: telecomunicaciones y navegación por satélite; y, observación de la Tierra por satélite. Cabe señalar, además, que éstas son precisamente las áreas clave del Programa Espacial Europeo.
- Programas espaciales orientados al desarrollo de tecnología espacial, que sentarán las bases para que la industria española pueda asumir mayores niveles de responsabilidad en las misiones espaciales.

Una descripción más detallada del análisis realizado se muestra en la tabla siguiente:

ÁREA PROGRAMÁTICA	VALORACIÓN GLOBAL	INTERÉS TECNOLÓGICO	OPORTUNIDAD DE LIDERAZGO	EFFECTO MULTIPLICADOR	RIESGO ASUMIDO	BENEFICIOS NO INDUSTRIALES
CIENCIA						
OBSERVACIÓN DE LA TIERRA						
TECNOLOGÍA						
NAVEGACIÓN						
TELECOMUNICACIÓN						
MIGROGRAVEDAD						
EXPLORACIÓN						
LANZADORES						
SEGURIDAD						

Fig. 58 Prioridades en programas nacionales<sup>63</sup>



Finalmente, tanto en lo que se refiere a la participación de España en la ESA como a los programas desarrollados en el marco de programas nacionales, se destinará un pequeño porcentaje del presupuesto a iniciativas de futuro con cierto grado de incertidumbre pero con gran potencial tecnológico o comercial. Se considera que merece la pena explorar esta línea de acción, por su capacidad para fomentar las actividades e iniciativas de pequeñas y medianas empresas, que a pesar de tener alto riesgo tecnológico o comercial, pueden tener una elevada rentabilidad potencial recurrente en mercados comerciales o un elevado interés tecnológico. Algunas de estas iniciativas identificadas son:

- El estudio y desarrollo en España de instrumentos de observación de la Tierra y de cargas útiles avanzadas de telecomunicaciones.
- El estudio y desarrollo de conceptos innovadores para misiones científicas o tecnológicas de complejidad media.
- El estudio y desarrollo de tecnologías de futuro para su aplicación a equipos o subsistemas espaciales.

### 3.1.3. Desarrollo de un sistema espacial completo

La tercera línea de actuación propuesta es el desarrollo en España de un sistema espacial completo, como proyecto integrador de todas las capacidades existentes. Ello ofrecerá beneficios a todos los actores españoles del espacio: el sector público y las comunidades de usuarios (científicos y de aplicaciones operacionales); las empresas fabricantes de satélites y equipos, así como las que desarrollan software y aplicaciones; además, potenciará los centros e infraestructuras ubicados en España. Por todos estos motivos, este proyecto sentará las bases sobre los que lograr una gestión integrada de las inversiones españolas en espacio.

El desarrollo de este sistema espacial, a priori, podría haberse dirigido hacia distintos campos capaces de proporcionar los datos necesarios para generar aplicaciones orientadas al ciudadano (telecomunicaciones, navegación u observación de la Tierra por satélite) o, también, a un proyecto con fines exclusivamente científicos. Por ello, antes de la puesta en marcha de esta iniciativa se realizó un análisis para determinar el tipo de satélite que generaría los mayores beneficios globales posibles de esta inversión pública.

- El área de las telecomunicaciones por satélite se caracteriza, desde hace algún tiempo, por la sobrecapacidad de la que disponen gran parte

de los operadores del sector, ya que en muchos casos la oferta supera a la demanda. El hecho de que los satélites actualmente en servicio dispongan de una vida útil mayor de la inicialmente prevista ha contribuido a acentuar este hecho. Como resultado, no se aprecia una falta de capacidad que condicione los servicios a los usuarios, españoles o europeos y, por estos motivos, en Europa la inversión institucional en satélites de telecomunicaciones se orienta a demostraciones tecnológicas y cada vez existen menos iniciativas públicas destinadas a la obtención de servicios de telecomunicaciones. Una excepción la representan los satélites con fines militares, pero en el caso español estas necesidades están plenamente cubiertas (satélites Spainsat y XTAR). Tecnológicamente el sector espacial español necesitaría fortísimas inversiones previas en tecnología para situarse a corto plazo en condiciones de desarrollar íntegramente un sistema de telecomunicaciones completo. Finalmente, no parece que un nuevo satélite de telecomunicaciones promovido con fondos públicos fuese a provocar un aumento significativo en la actividad económica generada por los servicios derivados.

- En cuanto a la navegación por satélite, la demanda que existe en este campo está cubierta por el sistema GPS (iniciativa americana), el sistema ruso GLONASS y la futura constelación Galileo<sup>64</sup>, iniciativa europea en la que España ya participa con un 10%, sólo por detrás de Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. En este escenario, no se vislumbra ninguna posibilidad de que España aporte un sistema espacial de navegación por satélite completo con alguna ventaja específica en términos comerciales y operativos, o de mejora de los servicios a los usuarios. De hecho, ningún país europeo se plantea, de manera aislada, un sistema de este tipo, sino que encauzan sus esfuerzos inversores a través de Galileo.
- En el terreno científico, existen posibilidades muy variadas que cumplen con el objetivo de incrementar el nivel científico y tecnológico del sector espacial español. Sin embargo, un satélite exclusivamente científico posee una capacidad limitada de proporcionar un incremento de actividad económica en el desarrollo de aplicaciones y servicios. Por otro lado, en el Consejo Ministerial de la ESA de 2005, España ya ha aumentado de forma muy importante su contribución a los programas científicos de la ESA, en todas sus ramas: ciencias del espacio, ciencias de la Tierra y exploración espacial. Con ello, se garantizan sobradamente las oportunidades



para nuestra comunidad científica, que se podrán complementar mediante iniciativas en cooperación bilateral con terceros países.

- Finalmente, el área de observación de la Tierra ha sido tradicionalmente objetivo de fuertes inversiones institucionales en todo el mundo, por su utilidad incuestionable en diversos campos como la gestión del medio ambiente, el control de riesgos naturales o en aplicaciones de seguridad y defensa, entre otros. La infraestructura y medios disponibles en la actualidad han sido desarrollados principalmente mediante fondos públicos y así seguirá sucediendo en los próximos años, ya que la iniciativa privada, por sí sola, no puede cubrir todas las necesidades en este campo, por las altas inversiones que son necesarias para acceder a un mercado aún inmaduro, pero con un enorme potencial. Por otro lado, desde un punto de vista tecnológico, el sector espacial español tiene los elementos necesarios para acometer un sistema espacial de observación de la Tierra con garantías de éxito, sobre la base de las capacidades desarrolladas en los últimos años.

El análisis anterior permite concluir que el desarrollo de un sistema espacial completo de observación de la Tierra es el que presenta los mayores beneficios globales: incide en un área tecnológica que tiene fuertes previsiones de crecimiento en los próximos años y donde tiene sentido realizar inversiones públicas, dadas las enormes oportunidades para dar servicio al ciudadano en un amplio número de campos.

Una vez definido el tipo de sistema espacial (observación de la Tierra) más adecuado a los intereses y capacidades de nuestro sector espacial, el siguiente paso ha sido seleccionar las aplicaciones que debe cubrir este sistema, para determinar la configuración que pueda cumplir mejor con los objetivos propuestos. Para ello, se han analizado los siguientes aspectos: las necesidades de los usuarios nacionales, el escenario internacional y los recursos y capacidades disponibles en España.

- En primer lugar, en relación con las necesidades de los usuarios nacionales, en los últimos años el CDTI y el INTA han financiado varios estudios de viabilidad, que han sido llevados a cabo por la industria española, y que han proporcionado un análisis de las necesidades de los usuarios españoles. Este análisis ha sido completado con varias consultas a la comunidad científica y a usuarios operacionales, y con la información disponible a nivel europeo a través de similares trabajos realizados por la Comisión Europea en el programa GMES. Un

aspecto relevante en relación con todos estos estudios es la confirmación de que, aunque existe una fuerte demanda por parte de la comunidad científica y de usuarios operacionales para disponer de un satélite propio de observación de la Tierra, por el momento estos usuarios no disponen de financiación para abordar este proyecto, por lo que una iniciativa de este tipo debe ser puesta en marcha por un organismo público.

- Con relación al escenario internacional, la ESA y la UE han puesto en marcha el proyecto GMES<sup>65</sup> con el fin de dotar a Europa de un sistema de obtención de imágenes de satélite para cubrir aplicaciones de medioambiente y seguridad. En el marco de este proyecto, por el que España ha apostado fuertemente con una participación del 12%, está previsto que la ESA y la UE se encarguen del desarrollo de satélites de resolución media-baja. Ello deja un hueco en el escenario europeo para el desarrollo de satélites de alta resolución, que está previsto que sea cubierto por desarrollos nacionales. Los países que realizarán estas aportaciones serán Alemania, Francia e Italia: en el caso de Alemania e Italia, se trata de satélites basados en tecnología radar, mientras que los satélites franceses cubrirán el rango de satélites ópticos de muy alta resolución (mejores que 1m). En este escenario, España podría aportar a GMES un desarrollo nacional mediante un satélite óptico de una alta resolución, entre 2m y 5m.
- Por último, en cuanto a las capacidades existentes en España, uno de los criterios más importantes a tener en cuenta es la necesidad de utilizar al máximo y potenciar las capacidades tanto de la industria espacial española como de las infraestructuras existentes en España, con el fin de que en un futuro próximo puedan asumir mayores responsabilidades en programas internacionales. Igualmente, a la hora de definir el tipo de satélite a desarrollar, deben tenerse presentes el presupuesto y plazo de cada alternativa, así como otras inversiones públicas que se hayan realizado en el área de la observación de la Tierra, con el fin de que las diferentes iniciativas sean complementarias.

A la luz del análisis descrito, el CDTI ha comenzado el desarrollo de un sistema español de observación de la Tierra consistente en un satélite óptico de alta resolución, área en la que se ha identificado un nicho de mercado accesible a España. A continuación, se describen los efectos beneficiosos de este programa para España:

- Beneficios para las instituciones y usuarios del sector espacial.

Con el desarrollo de un sistema español de observación de la Tierra por satélite se obtendrán beneficios tanto institucionales como para los usuarios del sector espacial español. Por un lado, ayudará a fortalecer el peso de España en el escenario internacional y, por otro, será una fuente de datos para ministerios, institutos, organismos públicos y centros de investigación, lo que permitirá satisfacer en gran medida las necesidades de usuarios científicos y operacionales. A continuación se comentan más en detalle los beneficios esperados.

- Beneficios en el ámbito internacional.

El sistema español de observación de la Tierra por satélite situará a España en términos de igualdad con las grandes potencias espaciales. De hecho, este proyecto constituye una inversión sin precedentes en nuestro país en un proyecto espacial en el marco de una cooperación internacional. Como antecedentes, aunque de una entidad muy inferior, se podría citar Galileo<sup>64</sup>, en el que España ya logró una mejora cualitativa con respecto a anteriores programas de la ESA, al ser el quinto país con mayor participación en el proyecto (un 10%, sólo por detrás de Alemania, Francia, Italia y Reino Unido, los cuatro países que tradicionalmente han liderado las actividades de espacio en Europa). En GMES<sup>65</sup>, España ha realizado una nueva apuesta estratégica para avanzar en el objetivo de aumentar nuestro peso en programas espaciales: nuestro nivel de contribución financiera está muy por delante del Reino Unido, lo que nos sitúa como el cuarto mayor socio del programa. El paso final, el desarrollo de un sistema íntegramente español, supondrá consolidar a España como miembro del club de los países con mayor influencia en la actividad espacial en Europa.

En particular, con el sistema español de observación de la Tierra por satélite, España dará un nuevo paso en GMES, siendo uno de los pocos países que aportarán su propio satélite (como contribución adicional a la indi-

cada anteriormente). Con el objetivo de asegurar la coherencia técnica y la integración del sistema español en GMES, se ha llegado a un acuerdo con la ESA para que este organismo, junto con el INTA, lleven a cabo la dirección técnica del mismo. La integración en GMES abre también la posibilidad de que el satélite español se incorpore a la iniciativa mundial GEOSS, donde existirán enormes oportunidades de cooperación con Hispanoamérica. Esto permitiría el desarrollo de las empresas de servicios españolas y su posicionamiento de cara al mercado iberoamericano, que de otro modo sería cubierto por terceros.

Asimismo, sería posible la incorporación de España al *Committee on Earth Observation Satellites* (CEOS), Comité Internacional que reúne a todos los países que disponen de su propio sistema de observación de la Tierra por satélite y que, por tanto, desempeña un papel clave en la adopción de decisiones en este campo.

Finalmente, el sistema español dotará a España de la posibilidad de llegar a acuerdos con terceros países mediante el intercambio de imágenes, como es el caso, por ejemplo, de Francia y Alemania que tienen acuerdos para el intercambio de imágenes procedentes de satélites ópticos y radar.

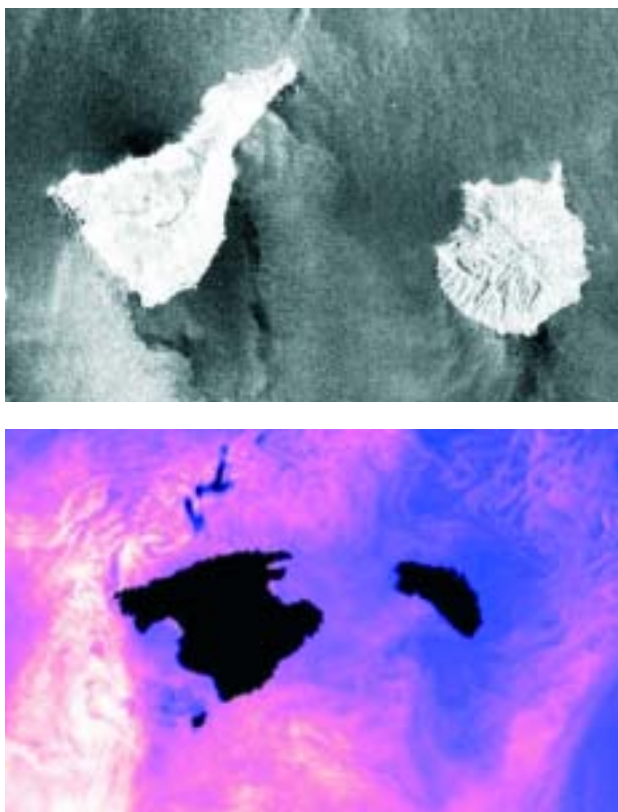
- Beneficios en el ámbito nacional.

El sistema español potenciará las comunidades científicas y de usuarios operativos, al existir garantía de disponibilidad de datos y prioridad en el uso de los mismos por parte de los usuarios españoles.

En concreto, el satélite podría ser una fuente de datos para el Plan Nacional de Observación del Territorio, proyecto que coordina el Ministerio de Fomento. Entre los objetivos del PNOT cabe destacar la obtención de coberturas completas del territorio nacional con imágenes aeroespaciales, y la extracción de información topográfica y temática. Además, está previsto llegar a un acuerdo entre el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y el Ministerio de Educación y Ciencia, para embarcar una carga útil complementaria en el sistema español de observación de la Tierra por satélite, con el fin de incorporar una carga útil científica que cubra parte de las necesidades de esta comunidad.

Por otro lado, el satélite español podrá complementar las imágenes y datos procedentes de otros sistemas espaciales de uso militar a disposición del Ministerio de Defensa, ya que proporcionará imágenes de alta resolución con total autonomía e independencia de uso, algo esencial en aplicaciones relacionadas con la seguridad y defensa.

Finalmente, promoverá el desarrollo de proyectos de I+D+i por parte de los Institutos y centros públicos relacionados con esta área (CSIC, Universidades, Organismos autónomos,...). En este sentido, la implicación de los centros públicos será la base para el desarrollo de aplicaciones industriales operativas.



**Fig. 59 Islas españolas desde el espacio para distintos estudios: parte de las Islas Canarias e Islas Baleares (estudio de la temperatura del agua)<sup>66</sup>**

- Beneficios para España en términos industriales:

Se hará especial hincapié en los elementos diferenciales, es decir, aquéllos que no sería posible conseguir invirtiendo en otros programas una cantidad equivalente al coste de este proyecto.

- Capacitación tecnológica para la industria.

El beneficio industrial más importante de esta propuesta es el capacitar tecnológicamente a la industria espacial española para desarrollar una misión espacial completa.

Los principales países en términos de su contribución a la ESA son Alemania y Francia (cuya contribución histórica ha venido siendo cuatro veces superior a la de España) y, en menor medida, Italia y Reino Unido. Esta situación, tradicionalmente, ha originado que la ESA asigne a la industria de estos países las actividades de mayor contenido tecnológico en sus programas: contratista principal del satélite y del segmento terreno; contratista principal de los instrumentos; e, incluso, en muchas ocasiones, contratista principal de los principales subsistemas de los satélites.

Por ello, en el marco de la ESA, resulta muy complicado para países de contribución media (España y Bélgica, principalmente) acceder a las actividades de mayor responsabilidad de las misiones espaciales. Por otra parte, el carácter conservador del espacio, motivado por la imposibilidad de acometer reparaciones en vuelo, conlleva que, a la hora de definir la estructura industrial de las misiones que se adjudican en competición, prácticamente se descarten de entrada las ofertas de aquellas empresas que carecen de experiencia previa en vuelo (caso de España para muchas de las actividades de mayor responsabilidad e interés tecnológico).

El desarrollo de un sistema español de observación de la Tierra por satélite proporcionará a las empresas españolas la capacidad de integrar sistemas completos y adquirir experiencia en vuelo, en las siguientes actividades industriales:

- Contratista principal de una misión espacial completa

En los programas de la ESA esta responsabilidad no ha sido nunca accesible a España. Lo máximo que ha conseguido la industria española ha sido ser el contratista principal de un instrumento complejo (EADS CASA Espacio en la misión SMOS de observación de la Tierra de la ESA). Con el desarrollo del sistema español se conseguirá acceder a la máxima responsabilidad en una misión espacial. Como resultado, la industria española podrá ofertar como contratista principal a futuras misiones de la ESA. En estos momentos, esto no es posible, dado que sus ofertas se descartarían de entrada al no disponer de experiencia previa en vuelo.

Además, estas actividades tendrán un efecto de arrastre a otros sectores económicos dado que, normalmente, es de la interacción entre los diversos sistemas de un satélite de donde surgen las mejores ideas respecto a spin-off tecnológicos (aplicaciones de tecnología espacial a otros sectores de actividad).

- Contratista principal de un instrumento complejo

Como se ha indicado en el apartado anterior, hasta la fecha sólo ha habido una ocasión en la que una empresa española ha asumido esta responsabilidad en un instrumento complejo de observación de la Tierra. El desarrollo del sistema español permitirá adquirir mayor experiencia en este tipo de desarrollos.

- Contratista principal de subsistemas completos del satélite

Habitualmente, en los programas de la ESA, las empresas españolas no son responsables de subsistemas, sino subcontratistas de las empresas extranjeras que asumen esta labor. En el sistema español de observación de la Tierra por satélite, todos los subsistemas serán desarrollados por empresas españolas, lo que permitirá que nuestra industria oferte a futuros programas de la ESA en igualdad de condiciones que sus competidores extranjeros.

- Contratista principal del centro terreno de control del satélite

Esta capacidad sí está disponible en nuestra industria. En particular, se ha asumido esta responsabilidad en programas multilaterales (Helios es el ejemplo más representativo).

- Contratista principal del centro terreno de explotación de datos del satélite

Esta capacidad también está disponible en nuestra industria. En particular, Indra Espacio ya ha asumido esta responsabilidad en la misión SMOS y en programas multilaterales (Helios es el ejemplo más representativo).

- Desarrollo de aplicaciones de alto valor añadido

El sector de la teledetección por satélite ha tenido un desarrollo espectacular en los últimos años. Sin embargo, aunque el número de usuarios es cada vez mayor, todavía se trata de un sector incipiente. En España existen varias empresas dedicadas a desarrollar aplicaciones y a proporcionar productos basados en imágenes procedentes de satélites de observación de la Tierra. La utilidad de los mismos se extiende a muchos sectores como son: cartografía, agricultura, medio ambiente, gestión de recursos naturales, seguridad y defensa, ordenación del territorio, prevención y gestión de catástrofes naturales, entre otros.

Este sector recibirá un impacto muy positivo como consecuencia del desarrollo de un satélite español, ya que proporcionará garantía de servicio: la falta de datos disponibles sobre el territorio, así como el retraso que se produce en la entrega de las imágenes por parte de los distribuidores que existen en la actualidad impiden en gran parte el desarrollo del sector. Por último, se dispondría también de prioridad de uso: una mayor disponibilidad de imágenes para uso nacional, tanto en tiempo como en cantidad, facilitaría la asignación de mayores recursos a este sector. Por último, un satélite español también ofrece la garantía de independencia, aspecto especialmente importante en aplicaciones de seguridad y defensa.

Cabe señalar que España es, como se ha señalado anteriormente, el único país con un cierto peso específico en Europa con posibilidades financieras para aumentar sustancialmente sus inversiones en I+D+i. Los principales países europeos mantienen sus presupuestos de espacio congelados, debido a su difícil situación económica. En este marco, debe aprovecharse nuestra favorable situación financiera para lograr que un incremento de nuestras inversiones en espacio tenga, como contrapartida, una significativa mejora cualitativa en el nivel de responsabilidad que nuestro país asume en las misiones espaciales europeas. Esta oportunidad es muy difícil

que vuelva a aparecer en el futuro. Una vez que nuestros socios europeos hayan solventado sus actuales dificultades presupuestarias, probablemente no permitan que haya países de menor presupuesto (caso de España, por ejemplo) que lideren una misión completa.

- Impacto a medio-largo plazo.

La inversión realizada en el sistema español de observación de la Tierra por satélite tendrá un efecto multiplicador en dos vertientes: la industria que desarrolla misiones espaciales (satélites y segmento terreno asociado) y la industria que desarrolla aplicaciones.

- Industria de diseño y fabricación

En el período 2000-2004, la inversión de España en la ESA ha generado una facturación anual media de 92 M€ para nuestra industria espacial, lo que equivale aproximadamente al 4,5% de los contratos que ha adjudicado la ESA en dicho período. Estos contratos han repercutido prácticamente en su totalidad en la industria española responsable del desarrollo de misiones espaciales (satélite y segmento terreno asociado), así como de sus operaciones.

El sistema español de observación de la Tierra por satélite contribuirá de manera decisiva a que España alcance una facturación anual media en la ESA de alrededor del 8%. Es decir, el sistema español generará un incremento del 70% en la facturación anual de las actividades espaciales españolas en la ESA. En términos de generación de empleo, se espera un incremento porcentual de al menos el 30% con respecto a 2005.

Asimismo, la capacitación tecnológica que se generará en nuestra industria gracias al desarrollo del satélite aumentará de manera sustancial la competitividad de la industria para adjudicarse contratos en otras misiones de la ESA. Como resultado, la facturación anual media de la industria española se mantendrá, de manera sostenible, en un porcentaje aproximado del 8% en los años posteriores y, en consecuencia, se mantendrá también el empleo generado, que corresponde a personal de muy alta cualificación, con bajo riesgo de verse afectado por una deslocalización en una eventual crisis europea del espacio. Estos resultados, que se pueden resumir en un incremento sustancial y sostenible de facturación y empleo, permitirán garantizar a

medio y largo plazo la posición de la industria española, en un entorno cada vez más competitivo, con un mercado comercial estancado y un mercado institucional con nuevos entrantes que disfrutan de costes laborales muy inferiores a los de España.

- Industria de aplicaciones

La industria espacial española responsable del desarrollo de aplicaciones obtiene una facturación muy reducida a través de los presupuestos de la ESA, dado que estos se centran más en el desarrollo de satélites que en la explotación de los mismos.

No obstante, el desarrollo de aplicaciones basadas en datos de satélite es un sector de enorme pujanza, tanto en el mercado comercial (televisión por satélite o aplicaciones basadas en señales GPS, por citar los ejemplos más representativos) como en el mercado institucional (la UE está prestando una importancia creciente a estas actividades, a las que proporciona financiación a través del Programa Marco). De hecho, las inversiones en el sector de aplicaciones espaciales generan un mercado de servicios de una dimensión 10 veces superior a la inversión inicial<sup>67</sup>. A continuación, se presenta la cadena de valor asociada, en la que se aprecia que cada eslabón de dicha cadena tiene un importe económico muy superior al precedente:

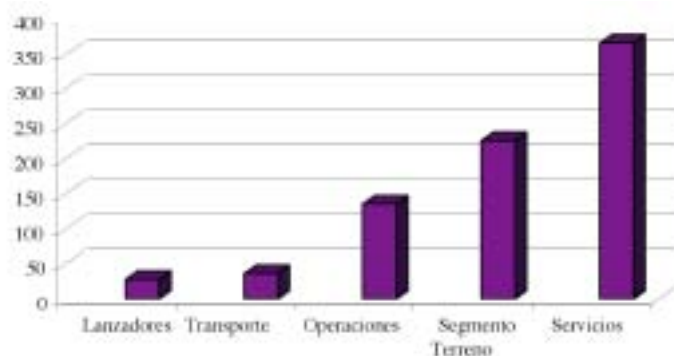


Fig. 60 Inversiones en la cadena de valor (M€)<sup>68</sup>



Este efecto multiplicador ya está consolidado en los sistemas de telecomunicaciones y navegación, que han alcanzado un nivel de madurez considerable, lo que permite que las empresas de aplicaciones puedan invertir con garantías de disponibilidad de datos. Sin embargo, el sector de aplicaciones basado en datos procedentes de sistemas de observación de la Tierra se encuentra actualmente en un estado más preliminar, debido a la poca disponibilidad de imágenes y al elevado coste actual de las mismas.

Todas las previsiones apuntan a que el desarrollo de este tipo de aplicaciones, debido a su enorme campo de interés, experimentará un crecimiento exponencial. En todo caso, el análisis anterior aconseja, sin la menor duda, invertir en este sector, para aprovechar su crecimiento desde los inicios. Cabe señalar al respecto que, el sector español de aplicaciones basadas en datos de sistemas de observación de la Tierra supone únicamente un 1% del volumen mundial del sector, muy por debajo del porcentaje de participación de España en el PIB mundial (2%). En este contexto podemos pensar que el dotar a este sector español con una nueva fuente de materia prima, con más y mejor información, y más centrada en España, debe ser un factor de estímulo para que la industria asociada al desarrollo de aplicaciones de teledetección experimente un fuerte crecimiento.

- Beneficios para centros e infraestructuras espaciales ubicadas en España.

El desarrollo de un sistema español de observación de la Tierra por satélite es un factor clave a la hora de alcanzar los objetivos establecidos en este Plan Estratégico para potenciar los centros e infraestructuras espaciales ubicadas en España. Con el desarrollo de este proyecto se asegura un volumen de trabajo estable, garantizado por la actividad que se creará tanto en la industria de diseño y fabricación, como en los centros que se harán cargo del control de misión, procesado y explotación de datos. Ello ayudará a potenciar y aumentar las capacidades existentes en los centros e infraestructuras involucradas en el desarrollo y explotación del sistema.

Además, se contribuirá así a definir responsabilidades y áreas de competencia claras para cada uno de los centros, favoreciendo la continuidad de las actividades de cara a futuras misiones. En este sentido, se evitará la duplicación de actividades y se fomentará la interac-

ción entre los centros, así como la utilización de las instalaciones ubicadas en territorio español.

Por otro lado, el desarrollo del sistema español potenciará el papel del INTA en capacidades tecnológicas, tanto de I+D+i como de certificación y ensayos de este Instituto y sus centros asociados, con el objetivo de conseguir que tenga un papel más relevante en los desarrollos y en las operaciones de proyectos espaciales.

Finalmente, se logrará un aumento de capacidades de desarrollo de aplicaciones en centros públicos de I+D (CSIC, Universidades, Organismos Autonómicos). Actualmente, estos centros ya hacen uso de imágenes de observación de la Tierra, pero tienen grandes dificultades por el hecho de verse obligados a adquirir estas imágenes a proveedores extranjeros, con las limitaciones presupuestarias y de disponibilidad que ello implica.

### **3.1.4. Coordinación entre todos los actores del sector**

Como se ha indicado anteriormente, el CDTI gestiona de manera directa aproximadamente el 75% de la inversión pública en espacio, además de participar en la gestión de prácticamente la totalidad de las actividades espaciales internacionales con participación española, en virtud de sus Convenios de Colaboración con otros centros. No obstante se considera que todavía existe margen para explotar al máximo sinergias en la gestión de los programas espaciales que acomete España.

Para ello, se proponen actuaciones en las siguientes áreas:

- Coordinación entre centros de la Administración Pública para la representación de España en foros internacionales.

La Administración Española, habitualmente, designa únicamente a uno de sus centros como su representante oficial en los foros internacionales en los que participa España. Ello implica que dicho organismo es responsable de la defensa de todos los intereses españoles en los programas que se lleven a cabo en dicho foro, lo cual es de difícil puesta en práctica ya que, por razones obvias, no existe ningún organismo que conjugue el máximo nivel de experiencia y conocimientos en todas las áreas de discusión (fundamentalmente, aspectos de usuario y aspectos de política industrial). Además, el hecho de que sean diferentes centros públicos los que representan a España en comités inter-

nacionales en los que se debaten aspectos con implicaciones cruzadas, hace necesario garantizar que la posición española sea coherente en todos los foros.

Por ello, se propone una adecuada coordinación interna de la Administración Española a la hora de participar en foros internacionales, con objeto de aprovechar al máximo el potencial de los centros expertos existentes en España en materia espacial.

Un reparto de papeles adecuado podría ser el siguiente:

- El CDTI, en línea con su mandato de promover el desarrollo tecnológico e industrial en España, así como la internacionalización de las empresas españolas, sería responsable de los asuntos industriales de los programas internacionales con participación española, con objeto de asegurar una política industrial coherente y así optimizar la rentabilidad de las inversiones públicas de España en espacio.
- Otro centro de la administración pública sería responsable de los aspectos de usuario, con objeto de asegurar que los programas espaciales en los que participa España responden a las necesidades operativas de nuestros usuarios, ya sean públicos o privados. En cada programa espacial concreto, sería un ministerio diferente (el Ministerio de Defensa, el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Educación o el Ministerio de Fomento) el que desempeñaría este papel que, en algunos casos, podría compartirse entre varios ministerios (sería el caso de ciertos programas multidisciplinarios, como los de observación de la Tierra).

En particular, dado que está previsto que las actividades espaciales tengan un peso creciente en los programas de defensa, parte de los cuales se gestionarán a través de la Agencia Europea de Defensa, parece conveniente explotar las grandes sinergias potenciales que podrían existir entre estas actividades y las que desarrolla la ESA, mediante una adecuada coordinación entre los representantes españoles en ambas organizaciones.

Esta colaboración debe formalizarse mediante Convenios de Cooperación entre los centros implicados, con objeto de concretar los términos de la cooperación. A título de ejemplo, se podría pensar en medidas tales como reuniones periódicas para el seguimiento de programas o asistencia conjunta a comités internacionales.

- Financiación por parte del CDTI para tecnologías espaciales aplicables a programas espaciales en los que invierten otros organismos españoles, públicos y privados.

Las inversiones en tecnología deben tener en cuenta todo el mercado potencial al que permitirán acceder los productos desarrollados al amparo de dichas tecnologías y, en particular, el mercado español. Esta línea de actuación ya la viene realizando el CDTI. En concreto, a través de los programas de observación de la Tierra de la ESA, la industria española se capacita para competir en mejores condiciones en los programas de EUMETSAT, en los que España está representada por el INM, del Ministerio de Medio Ambiente. Igualmente, también a través de la ESA, el CDTI tiene una muy importante financiación en Galileo, que permite a nuestras empresas acceder en condiciones muy favorables a contratos que, posteriormente, financia la UE (el Ministerio de Fomento representa a España en lo que se refiere a Galileo en el Consejo de Transportes de la UE).

De cara al futuro, se propone extender esta labor coordinada a todos los programas en los que sea posible. De manera preliminar, los programas de defensa y las compras por parte de los operadores españoles de satélites de telecomunicaciones deben explotarse debidamente. Al igual que en el caso anterior, se considera que esta colaboración debe formalizarse mediante Convenios de Cooperación entre los centros implicados. Será necesario disponer con antelación de los planes de aprovisionamiento de sistemas espaciales, para seleccionar las tecnologías en las que debe invertirse.

- Coordinación sistemática entre todos los actores.

En apartados anteriores, ya se han propuesto líneas de actuación para garantizar la coordinación sistemática entre los centros expertos de la Administración Pública Española que poseen competencias en materia espacial. No obstante, debe garantizarse también una adecuada colaboración entre la Administración Pública y los demás actores, así como entre las universidades y las empresas. El CDTI ya lleva a cabo una coordinación sistemática con las principales empresas del espacio, como Delegación Española en la ESA y gestor de los retornos industriales de prácticamente la totalidad de los programas espaciales con participación española. En todo caso, se considera que esta coordinación puede fortalecerse mediante las siguientes acciones:

- Evaluación y seguimiento conjunto de los planes tecnológicos de las empresas del sector, con carácter anual.
- Visitas del CDTI a las instalaciones de las empresas, con carácter anual y cuando se estén abordando proyectos de especial relevancia.
- Análisis conjunto, entre el CDTI y las empresas, de la coherencia entre las tareas realizadas por la industria española en todos los programas espaciales gestionados por el CDTI:
  - Sistema español de observación de la Tierra por satélite.
  - Programas de la ESA.
  - Otros programas espaciales institucionales.
  - Programas espaciales comerciales.
  - Programa Marco de la UE.
  - Plan Nacional del Espacio.
- Seminarios industriales dedicados a programas concretos de especial relevancia o actualidad. Por ejemplo: Galileo y GMES.

Por otra parte, también puede ser muy positivo fomentar la coordinación entre el CDTI y las comunidades de usuarios, que pueden clasificarse en tres grupos: el usuario más general de aplicaciones espaciales, el usuario científico y el usuario institucional. En concreto, se propone la creación de foros, que inicialmente podrían abarcar los campos de ciencias del espacio, exploración planetaria y observación de la Tierra, con objeto de que el CDTI pueda defender los intereses de estos usuarios en los programas espaciales que gestiona.

El papel del CDTI se limitaría a asesorar en la organización y funcionamiento de los mismos, vigilar su desarrollo y a asegurar que estos foros proporcionan conclusiones útiles. Con objeto de no duplicar esfuerzos en la Administración, será necesario alcanzar la mayor coordinación posible con otras organizaciones similares a escala nacional e internacional.

A continuación se detallan las líneas de actuación para cada comunidad en particular:

#### - Usuarios de aplicaciones

Como se ha detallado en capítulos precedentes, las comunidades de usuarios de las aplicaciones derivadas de la tecnología espacial son numerosas y en general poco organizadas, si bien existen algunas asociaciones en campos específicos como por ejemplo la Asociación Española de Teledetección. De manera frecuente se convocan conferencias y “workshops” organizadas por diversas entidades públicas y privadas en temas específicos, pero sus conclusiones no siempre llegan a los puntos de decisión donde se planifican las inversiones públicas en espacio.

Por ello, será necesario sistematizar este proceso con el fin de obtener una visión del mercado del espacio desde el punto de vista de sus usuarios y mejorar la coherencia de las inversiones públicas invirtiendo en aquellos campos con mayor potencial de satisfacer sus necesidades y por lo tanto mayor potencial de crecimiento. Para mejorar esta coordinación, se recomienda, de manera general, la asistencia y organización conjunta de reuniones y seminarios regulares para la puesta en común de información y el establecimiento de objetivos comunes.

#### - Comunidad científica

La coordinación entre el CDTI y la comunidad científica nacional es importante para promover y facilitar el acceso de esta última al entorno internacional (ESA), promoviendo la influencia y el acceso a la información para España. De esta manera, se incrementaría el número de científicos que proponen misiones en la ESA, aumentando las posibilidades de que un proyecto español de misión sea seleccionado, lo que favorece la presencia científica en el escenario internacional y la involucración de la industria española desde el principio. Además, se contribuye a mejorar los resultados industriales en los programas internacionales debido a que los científicos facilitarán las necesidades tecnológicas en campos específicos.

Como mecanismos para mejorar la coordinación entre el CDTI y la comunidad científica, se propone mejorar el conocimiento de la comunidad científica por parte del CDTI por medio de reuniones periódicas, además de las mejoras en la coordinación con el Ministerio de Educación y Ciencia anteriormente propuestas.

Por otra parte se podría mejorar el flujo de información entre los distintos agentes: CDTI, Ministerio de Educación y Ciencia, científicos y empresas. Este punto puede contemplar la asistencia de científicos de prestigio, en calidad de asesores, a las reuniones de los comités ESA de carácter científico y el establecimiento de un esquema de colaboración con los distintos miembros de los grupos consultivos de la ESA.

#### - Usuarios institucionales

En el campo más general de los usuarios institucionales de sistemas espaciales, es importante establecer los mecanismos que permitan coordinar la labor del CDTI y otras instituciones, de tal manera que el CDTI sirva de punto de información para la comunidad de usuarios institucionales para el conocimiento de otras entidades, tanto de sus actividades como de sus requisitos. Esto facilitará la interacción entre ellas y la divulgación y fomento de las actividades espaciales en España.

### 3.2. Evaluación de los resultados

El presente Plan Estratégico plantea objetivos a medio y largo plazo, que se evaluarán mediante indicadores que permitan cuantificar la evolución en el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, con el fin de verificar la efectividad de las líneas de actuación propuestas.

Dichos indicadores se analizarán con carácter anual, con objeto de realizar un análisis comparativo de:

- La evolución histórica de los indicadores.
- La evolución de España en relación con las principales potencias espaciales y, en particular, nuestros socios europeos.

#### 3.2.1. Hitos parciales

El primer periodo de evaluación de las líneas de actuación propuestas será 2007-2011, que coincide con el plazo para el que ya ha sido aprobada en el Consejo de Ministros la envolvente de la contribución de España a la ESA.

Asimismo, se establecen también hitos intermedios, para analizar la evolución de los indicadores sin necesidad de esperar a la finalización del plazo completo. De este modo, si los resultados en dichos hitos parciales son satisfactorios, se puede seguir

adelante con las recomendaciones planteadas y, en caso contrario, se podrán adoptar medidas correctoras con una mayor rapidez. En concreto, para el periodo de vigencia de este Plan Estratégico (2007-2011), se propone establecer un hito parcial en el año 2008, fecha que coincide con el próximo Consejo Ministerial de la ESA y en el que se adoptarán decisiones de un elevado impacto económico. En 2009 se elaborará una revisión del Plan Estratégico, que tendrá validez para el periodo 2010-2014, y que tendrá en cuenta la evolución de los indicadores hasta 2008. Para el periodo 2010-2014, se plantea de nuevo un hito parcial: en 2011, fecha que también se hace coincidir con un Consejo Ministerial de la ESA.

Sobre el calendario anterior, hay que tener en cuenta dos aspectos:

- La celebración de los Consejos Ministeriales puede sufrir ciertas alteraciones temporales, lo que a su vez supondría variación en las fechas de los hitos parciales establecidos inicialmente.
- A la hora de establecer fechas en las que alcanzar los objetivos planteados, no hay que olvidar el inevitable lapso temporal existente entre la materialización de las propuestas de actuación planteadas y la consecución de los objetivos asociados a las mismas.

A título ilustrativo, un aumento de inversión institucional no genera un incremento de contratación de la industria de manera inmediata, por diversos factores. Por ejemplo, en lo que se refiere a la asunción de mayores responsabilidades, la industria necesita un cierto tiempo para adquirir la capacitación tecnológica adecuada. Igualmente, a la hora de adquirir una mayor cuota de mercado en actividades que no lleven aparejadas un salto tecnológico, la industria requiere también un periodo de tiempo para adaptar su capacidad a unas mayores necesidades de producción.

### 3.2.2. Instituciones y usuarios del espacio espaciales

La Administración Pública, a través de la ejecución del presente Plan Estratégico, puede influir en los niveles de empleo, facturación y beneficios de manera indirecta, mediante una adecuada canalización de sus inversiones.

Por ello, es necesario establecer indicadores adicionales, que se correspondan con la evolución de aquellos parámetros que la Administración Pública sí puede modificar de manera directa. De este modo, se pueden realizar análisis estadísticos para determinar la correlación entre la evolución de los indicadores relativos al espacio y el seguimiento de los parámetros sobre los que puede influir la administración, con objeto de valorar la influencia de éstos. En particular, se analizarán de manera integrada los siguientes aspectos:

- Inversión institucional de España en espacio:
- Inversión pública total, en valor absoluto y por habitante. El objetivo es converger con Europa.

- Inversión pública en la ESA, en valor absoluto, con relación al PIB y por habitante. El objetivo es también converger con Europa, aunque todavía queda camino por recorrer, ya que históricamente España ha realizado una contribución a la ESA muy por debajo de nuestro peso específico en Europa (nuestro PIB con relación al de todos los países miembros de la ESA).
- Porcentaje de la inversión pública en I+D a través de programas nacionales con relación al total; el objetivo es que aumenten significativamente a medio y largo plazo, para reducir riesgos y aumentar la independencia en la toma de decisiones estratégicas.
- Porcentaje de la inversión pública en I+D en actividades espaciales sobre la inversión total en I+D; el objetivo es que la inversión empresarial tenga un peso cada vez mayor.

#### - Resultados de la inversión en la ESA

- Evolución de la contratación de la industria española, en valor absoluto, como porcentaje de la contribución de España a la ESA y como porcentaje del PIB relativo de España en la ESA.

En el gráfico siguiente se puede apreciar que la contratación de la industria española en la ESA ha venido superando sistemáticamente nuestro nivel de contribución: es decir,

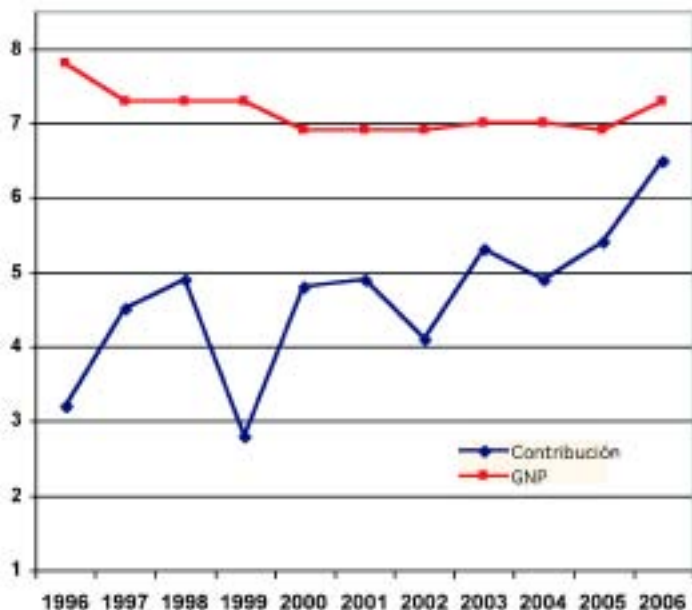
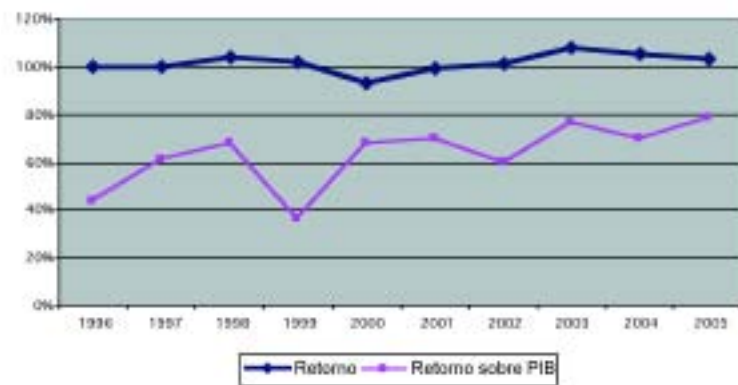


Fig. 61 Contribución española en la ESA frente al PIB relativo<sup>69</sup>



España ha logrado un retorno superior al 100% con respecto a sus inversiones en la ESA, lo que es un aspecto positivo. Sin embargo, cuando se analiza la contratación española en la ESA en relación a nuestro peso específico en Europa, se aprecia que estamos en niveles que no alcanzan el 80%: es decir, como resultado de la baja contribución de España a la ESA, la industria española sólo puede acceder a un nivel de contratación que está por debajo del peso económico relativo de nuestro país.



**Fig. 62 Contratación española en la ESA, en relación con su contribución y con su PIB relativo<sup>70</sup>**

- Evolución del factor multiplicador de las inversiones en la ESA, expresado como cociente de la contratación generada por la inversión en la ESA (ESA + Ariane comercial + EUMETSAT recurrente + Galileo recurrente + otros) sobre el importe de la inversión española en la ESA que se destina a contratos.
- Resultados de la inversión en programas externos a la ESA:
- Porcentaje de contratos para la industria española en el satélite español de observación de la Tierra.
  - Porcentaje de contratos para la industria española en relación con la inversión de España en programas bilaterales (Pleiades, otros).

- Resultados de los Acuerdos de Cooperación gestionados por el CDTI:

- Evolución de la contratación de la industria española en EUMETSAT, en valor absoluto y en porcentaje sobre el total de contratación de la organización.
- Evolución de la contratación absoluta (en millones de euros anuales) de la industria española en programas comerciales, en virtud de los acuerdos con HISPASAT.
- Variación de la contratación relativa (en porcentaje del valor total de un satélite) de la industria española en los satélites comerciales de Astrium y Alcatel Alenia Space, en virtud de los acuerdos con HISPASAT.

Otros indicadores a tener en cuenta regularmente y que han de ser estudiados mediante hitos parciales son:

- Porcentaje de la inversión de España en programas espaciales que gestiona, directamente o indirectamente, el CDTI.
- Número de representantes españoles en Comités de Asesoramiento y Grupos de Trabajo, tanto de carácter científico como orientados a los usuarios, de organizaciones que gestionan programas espaciales (ESA, UE, EUMETSAT, etc).
- Porcentaje de la facturación como resultado de los Convenios de Colaboración del CDTI con otros centros del sector público.
- Número de proyectos con participación de varios ministerios españoles.
- Personal español y cargos directivos en organizaciones que gestionan programas espaciales (ESA, UE, EUMETSAT, etc).

### 3.2.3. Industria espacial española

El objetivo principal del Plan Estratégico es situar al sector espacial en el lugar que le corresponde, tanto a escala europea como mundial, en función del peso económico de España.

Para valorar la evolución global es necesario analizar de manera individual la gestión de las principales empresas de espacio con objeto de realizar un adecuado seguimiento de las mismas para:

- Determinar qué empresas registran una mejor evolución y cuáles no están aumentando su competitividad.
- Evaluar la influencia en cada empresa del esfuerzo inversor de la Administración Pública.
- Detectar las áreas tecnológicas de mayor futuro y aquellas en las que no es posible rentabilizar las inversiones.

Para ello se propone utilizar los siguientes indicadores: empleo y facturación. Estos indicadores proporcionan los datos más representativos para analizar la favorable o desfavorable evolución de la industria espacial española y de sus principales empresas, así como para estudiar la convergencia con nuestros socios europeos.

- Facturación:

- Variación de la facturación total. Después de un periodo de recesión, en 2005 comienza un periodo de recuperación del sector, que mejora la posición relativa de España en su entorno.

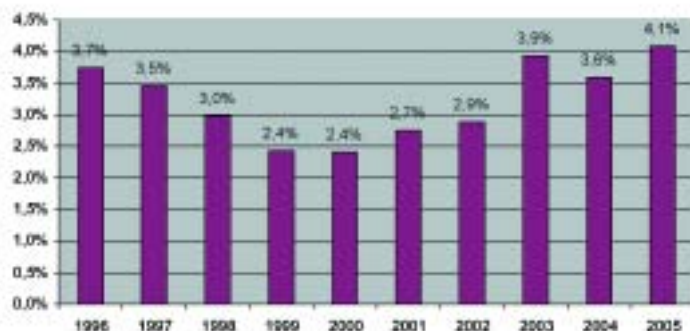


Fig. 63 Contratación de la industria española con relación al total europeo<sup>71</sup>

- Variación de la facturación por empleado. En los últimos años, se ha elevado la facturación por empleado de la industria espacial española, lo que muestra una positiva tendencia en términos de productividad.

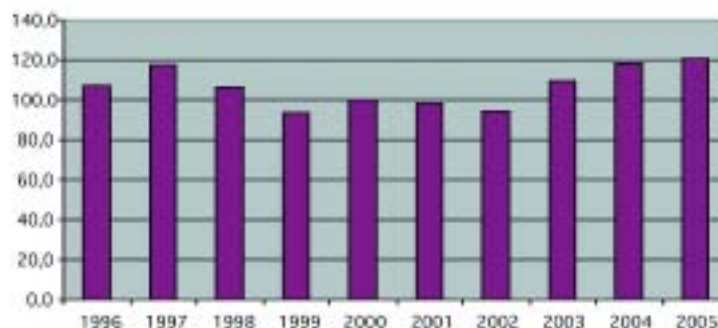
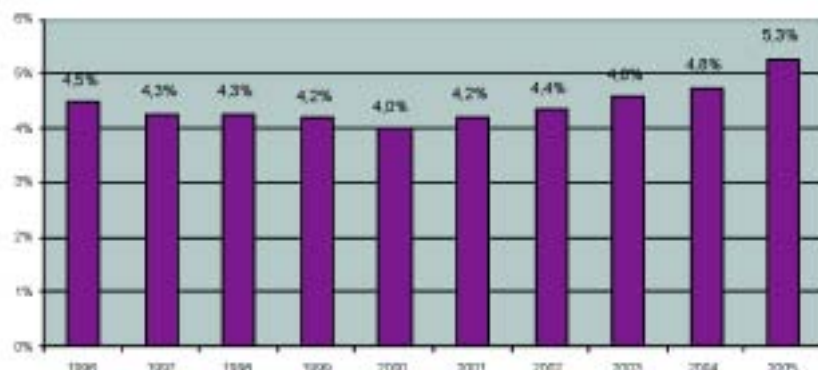


Fig. 64 Facturación por empleado (K€) de la industria espacial española<sup>72</sup>

- Variación porcentual de la facturación en actividades de alto valor añadido, que son más atractivas a medio y largo plazo, al tener un riesgo menor de sufrir una deslocalización de actividades. En particular, para filiales de grandes grupos europeos, el porcentaje de facturación que corresponde a actividades de diseño y el que corresponde a actividades de fabricación.
- Variación porcentual de la facturación en los mercados comerciales, que son menos dependientes de la capacidad de inversión de la Administración Pública en espacio.
- Diversificación, es decir, peso relativo de cada línea de negocio en la facturación total.
- Cambios en la distribución geográfica de la evolución de la facturación (España, UE, y resto de países).

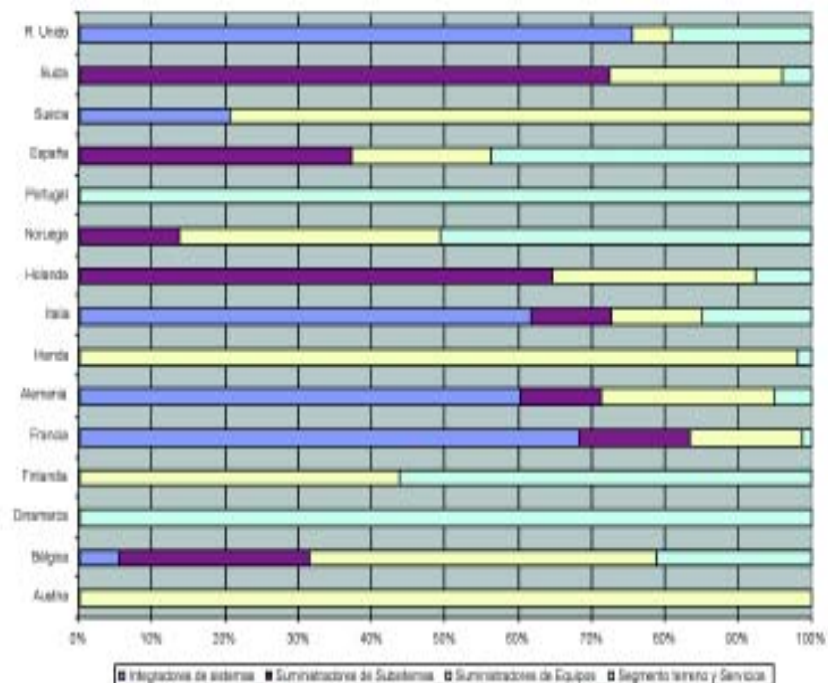
- Empleo:

- Variación del número de empleados. Como se apreciaba en anteriores indicadores, a través del número de empleados también se observa que el peso de la industria espacial española es inferior a nuestra importancia económica relativa.



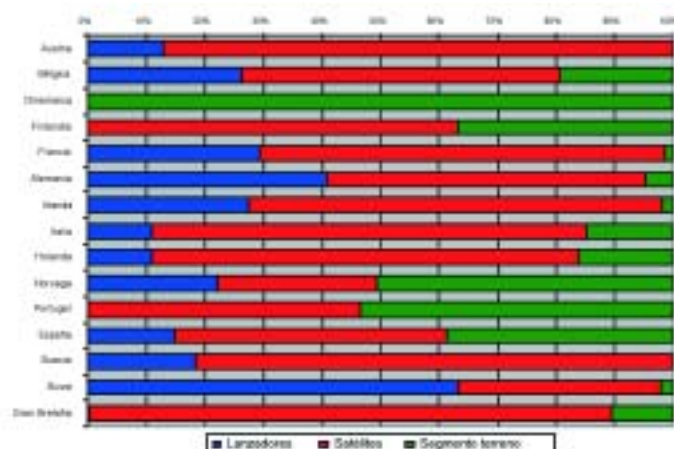
**Fig. 65 Empleo en la industria española sobre el total europeo<sup>73</sup>**

En particular, cabe señalar que España no dispone de compañías en el segmento de grandes integradores.



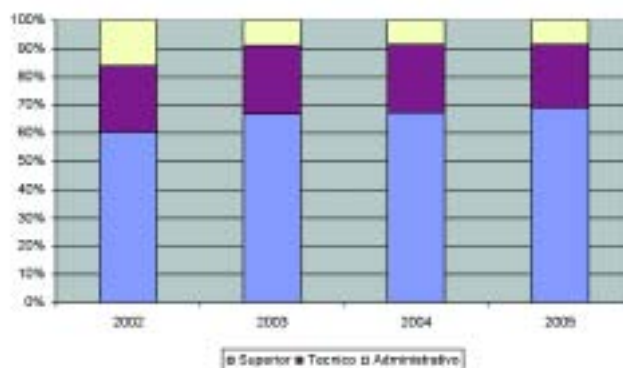
**Fig. 66 Distribución del empleo, por tipo de compañía<sup>74</sup>**

Igualmente, hay que tener en cuenta que la industria española tiene una polarización elevada hacia las actividades en el segmento terreno.



**Fig. 67 Distribución del empleo, por segmento de actividad**

- Variación porcentual del empleo en mano de obra cualificada: porcentaje de titulados superiores e ingenieros sobre el total. El sector espacial español muestra una distribución de categorías profesionales con un alto porcentaje de titulados superiores, lo que supone un excelente punto de partida para incrementar las actividades de alto valor añadido e ingeniería avanzada.



**Fig. 68 Empleo en la industria espacial española, por categorías<sup>75</sup>**

- Variación porcentual de empleados dedicados a I+D y a actividades de alto valor añadido. Específicamente para filiales de grandes grupos europeos, el porcentaje de empleo que corresponde a actividades de diseño y el que corresponde a actividades de fabricación.

Para realizar una evaluación por empresa más precisa también se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- Número de patentes frente a subvenciones públicas recibidas
- Número de artículos en revistas de prestigio frente a subvenciones públicas recibidas
- Número de ponencias en congresos de prestigio frente a subvenciones públicas recibidas
- Transferencia de tecnología a otros sectores
- Uso de la tecnología desarrollada en otros proyectos, aplicaciones o productos
- Continuación de los desarrollos y evolución del grado de madurez de la tecnología
- Grado de satisfacción del cliente: ESA, operadores comerciales, EUMETSAT, UE, grandes integradores (a través de cuestionarios periódicos).

### 3.2.4. Infraestructuras espaciales en España

Además del impacto del plan en la industria, existe el objetivo de mejorar la gestión y optimizar el rendimiento y capacidad de los centros e infraestructuras. Para controlar la evolución se establecen las siguientes ratios:

- Volumen de negocio de cada infraestructura o centro
- Volumen de negocio indirecto generado por cada infraestructura o centro
- Personal de cada centro: total y porcentaje de personal vs. subcontratados
- Ratios sobre contratación generada como resultado de la existencia de estas infraestructuras en España: retornos de satélites comerciales (HISPASAT), utilización de las infraestructuras por la UE o EUMETSAT, etc.

Dichos indicadores se analizarán regularmente y se estudiará su evolución mediante hitos parciales, para evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos relativos a las infraestructuras y centros espaciales ubicados en territorio español.



Foto: ESA





# ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Porcentaje de la cifra de negocio invertida en I+D y en innovación (2004)	7
Fig. 2 Imagen de MSG-1	7
Fig. 3 Porcentaje de inversión espacial institucional con respecto al PIB en 2003	8
Fig. 4 Satélite MINISAT	8
Fig. 5 Misión SMOS	8
Fig. 6 Distribución del gasto en programas civiles espaciales en 2005	9
Fig. 7 Presupuesto civil como porcentaje del PIB y per cápita en Europa	9
Fig. 8 Contribución española a la ESA	10
Fig. 9 Facturación (M€) y empleo de la industria espacial europea	11
Fig. 10 Distribución del empleo en la industria espacial europea	11
Fig. 11 Distribución por países de la facturación de la industria espacial europea	11
Fig. 12 Retorno ESA (M€ acumulados 2000-2005) de las 10 principales empresas españolas	12
Fig. 13 Facturación (M€) y empleo de la industria espacial española	12
Fig. 14 Estructura en fibra de carbono de ARIANE 5	13
Fig. 15 Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC)	14
Fig. 16 Centro espacial de Maspaloma	14
Fig. 17 Contribución anual de España a la ESA (M€)	14
Fig. 18 Robot para exploración planetaria ExoMars	15
Fig. 19 Satélite español de observación de la Tierra	15
Fig. 20 Influencia de las propuestas de actuación en la gestión institucional	16
Fig. 21 Influencia de las propuestas de actuación en la industria espacial	16
Fig. 22 Influencia de las propuestas de actuación en las infraestructuras espaciales	17
Fig. 23 Contratación española en la ESA, en relación con su contribución y su PIB relativo	17
Fig. 24 Contratación de la industria española en relación con el total europeo	18
Fig. 25 Convergencia del PIB per cápita (M€/hab.) de España con la UE-15	21
Fig. 26 Porcentaje de empresas, valor añadido y empleo en los sectores de alta tecnología	22
Fig. 27 Cifra media de negocio de las empresas en los sectores de alta tecnología (M€)	23
Fig. 28 Tasas medias de crecimiento anual en los sectores de alta tecnología	23
Fig. 29 Valor añadido y empleo, en % del total, en los sectores de alta tecnología	23
Fig. 30 Productividad aparente del trabajo (€ de valor añadido por ocupado)	24
Fig. 31 Gastos internos, personal e investigadores en I+D en los sectores de alta tecnología	24
Fig. 32 Porcentaje de la cifra de negocio invertida en I+D y en innovación	24
Fig. 33 Primera imagen del satélite MSG-2	25
Fig. 34 Cifra de negocio del sector espacial global en 2000-2005 (miles de M€)	26
Fig. 35 Distribución de la cifra de negocio del sector espacial en 2000-2005	26
Fig. 36 Inversión institucional en el sector espacial en 2000-2005 (M€)	26
Fig. 37 Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC)	28
Fig. 38 Satélite MINISAT	29
Fig. 39 Satélite NANOSAT	30
Fig. 40 Misión SMOS	31
Fig. 41 Distribución del gasto en programas civiles espaciales en 2005	36
Fig. 42 Presupuesto civil como % del PIB y per cápita en Europa	37
Fig. 43 Contribución Española a la ESA	38
Fig. 44 Proyecto AMERHIS	39
Fig. 45 Sistema GALILEO	40
Fig. 46 Estrecho de Gibraltar visto desde el espacio	41
Fig. 47 Mercados institucional y comercial de la industria espacial europea	43
Fig. 48 Facturación y empleo de la industria espacial europea (M€)	43
Fig. 49 Inversión institucional en el sector espacial en 2000-2005 (M€)	44
Fig. 50 Distribución del empleo en la industria espacial europea	45

Fig. 51 Facturación de la industria espacial europea (M€)	45
Fig. 52 Retorno ESA (M€ acumulados 2000-2005) de las 10 principales empresas españolas	45
Fig. 53 Facturación (M€) y empleo de la industria espacial española	45
Fig. 54 Estructura en fibra de carbono de ARIANE 5	49
Fig. 55 Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC)	51
Fig. 56 Contribución anual de España a la ESA (M€)	57
Fig. 57 Prioridades en los programas de la ESA	62
Fig. 58 Prioridades en programas nacionales	63
Fig. 59 Islas españolas desde el espacio para distintos estudios: parte de las Islas Canarias e Islas Baleares (estudio de la temperatura del agua)	67
Fig. 60 Inversiones en la cadena de valor (M€)	69
Fig. 61 Contribución española en la ESA frente al PIB relativo	74
Fig. 62 Contratación española en la ESA, en relación con su contribución y con su PIB relativo	75
Fig. 63 Contratación de la industria española en relación con el total europeo	76
Fig. 64 Facturación por empleado (k€) de la industria espacial española	76
Fig. 65 Empleo en la industria española sobre el total europeo	77
Fig. 66 Distribución del empleo, por tipo de compañía	77
Fig. 67 Distribución del empleo, por segmento de actividad	77
Fig. 68 Empleo en la industria espacial española, por categorías	77
Fig. 69 Distribución de la contribución española a los programas ESA en 2006	90
Fig. 70 Presupuestos del Programa Nacional de Espacio (M€)	91
Fig. 71 Contratación industrial española en adjudicaciones de Eumetsat (M€)	92
Fig. 72 Contratación industrial de España derivada del programa Spainsat/Xtar (M€)	93
Fig. 73 Presupuestos del Programa Nacional de Espacio (M€)	94
Fig. 74 Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC)	105
Fig. 75 Antena de 35 metros en la estación de espacio profundo de Cebreros	106
Fig. 76 Centro espacial de Maspalomas	107



Foto: ESA

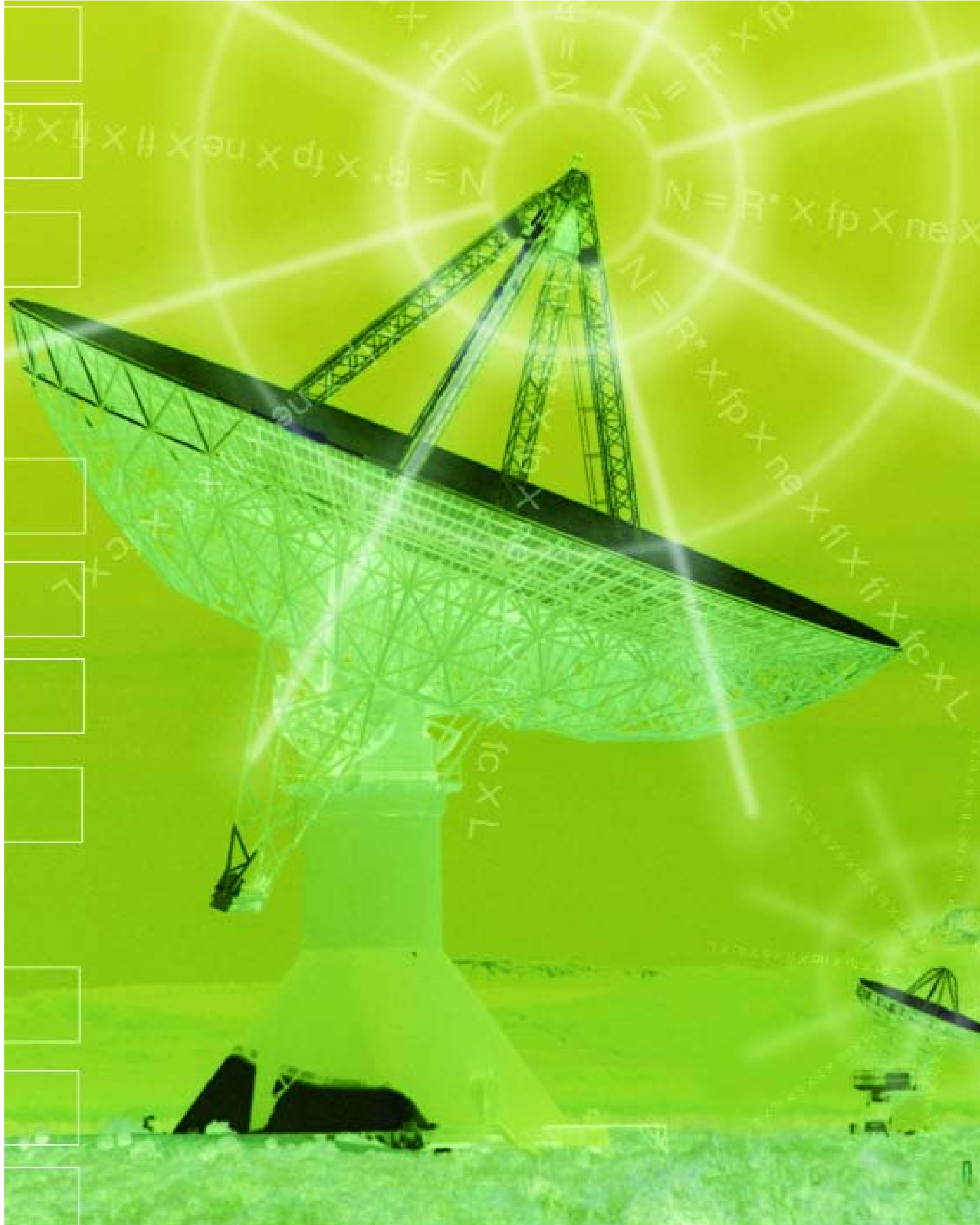


## GLOSARIO

AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AOCS	Attitude and Orbit Control System Sistemas de control de actitud
ARTES	Advanced Research in Telecommunications Systems
ASQF	Application-Specific Qualification Facility Centro de Experimentación y Calificación de Sistema
CAB	Centro de Astrobiología
CCM	Centro de Control de Misión
CDEA	Centro de Experimentación de el Arenosillo
CDTI	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
CEOS	Committee on Earth Observation Satellites Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra
CEPA	Centro de Ensayos del Programa Ariane
CESAEROB	Centro de Sistemas Aeroespaciales de Observación
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CNES	Centre National de Etudes Spatiales
COC	Centro de Operaciones Científicas
COPERS	European Preparation Commission for Space Research
CREPAD	Centro de Recepción, Proceso y Archivo de Datos de Observación de la Tierra
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
DoD	Departamento de Defensa
E.T.S.I.	Escuela Técnica Superior de Ingenieros
EC	European Commission Comisión Europea
ECMWF	European Center for Medium range Weather Forecasting Centro Europeo de Predicciones Meteorológicas
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay System
EOEP	Earth Observation Envelope Programme
EPAC	Centro de procesado y archivo de Envisat
ESA	European Space Agency Agencia Espacial Europea
ESAC	European Space Astronomy Centre Centro Europeo de Astronomía Espacial
ESA-HQ	Headquarters Cuartel general de la ESA
ESOC	European Space Operations Centre Centro Europeo de Operaciones Espaciales
ESP	European Space Programme Programa Espacial Europeo
ESRIN	European Space Research Institute Instituto Europeo de Investigación Espacial
ESRO	European Space Research Organisation Organización Europea de Investigación Espacial
ESTEC	European Space Research and Technology Centre Centro de Investigación y Tecnología Espacial de la ESA
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites Organización Europea para la explotación de satélites meteorológicos
EUSC	European Union Satellite Centre Centro de Satélites de la Unión Europea
GACE	Grupo de Astronomía y Ciencias del Espacio
GEOSS	Global Earth Observation System of Systems
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GPS	Global Positioning System
I+D+i	Investigación y Desarrollo e innovación

IAA	Instituto de Astrofísica de Andalucía
IAC	Instituto de Astrofísica de Canarias
ICM	Instituto de Ciencias del Mar
ICMUV	Instituto de Ciencia de los Materiales
IEEC	Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña
IFCA	Instituto de Física de Cantabria
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INE	Instituto Nacional de Estadística
INM	Instituto Nacional de Meteorología
INTA	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
IOC	International Oceanographic Committee Comité Oceanográfico Internacional
ISS	International Space Station Estación Espacial Internacional
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
LAEFF	Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental
MCC	Master Control Centre Centro de Control Maestro
MMIC	Monolithic Millimetre-wave Integrated Circuits Circuitos Integrados de Microondas
MOC	Mission Operations Centre Centro de Operaciones de Misión
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OAN	Observatorio Astronómico Nacional
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo
OPI	Organismo Público de Investigación
OSN	Observatorio de Sierra Nevada
PIB	Producto Interior Bruto
PNOT	Plan Nacional de Observación del Territorio
PNT	Plan Nacional de Teledetección
RENFE	Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles
ROSKOSMOS	Agencia Federal Espacial Rusa
RTVE	Radio Televisión Española
S.A.	Sociedad Anónima
SAFNWC	Satellite Application Facility on support to Nowcasting Centro de aplicaciones para predicción inmediata
SAR	Synthetic Aperture Radar Radar de Apertura Sintética
SMOS	Soil Moisture and Ocean Salinity
SOC	Science Operations Centre Centro de Operaciones Científicas
SPASOLAB	Space Solar Cell Test Laboratory Laboratorio para pruebas de células solares
TT&C	Telemetry and TeleControl
UE	Unión Europea
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
USOC	User Support Operation Centres Centros de Soporte a usuarios
UTE	Unión Temporal de Empresas
UVEG	Universidad de Valencia
WEUSC	Western European Union Satellite Centre Centro de Satélites de la Unión Europea Occidental







## ANEXO I. EL CDTI

El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) es una Entidad Pública Empresarial, dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que promueve la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas, para mejorar su competitividad en un mercado global. Su objetivo es contribuir a la mejora del nivel tecnológico de la industria española mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

- Evaluación técnico-económica y financiación de proyectos de I+D+i desarrollados por empresas.
- Gestión y promoción de la participación española en programas internacionales de cooperación tecnológica.
- Promoción de la transferencia internacional de tecnología empresarial y de los servicios de apoyo a la innovación tecnológica.
- Apoyo a la creación y consolidación de empresas de base tecnológica.

El CDTI tiene entre sus misiones fomentar las actividades espaciales realizadas en nuestro país, a fin de consolidar las capacidades adquiridas por la industria y los grupos científicos nacionales, promoviendo su presencia internacional. La actividad espacial comporta especial interés estratégico para España debido a su marcado carácter institucional y al amplio conjunto de sectores sobre los que ejerce un evidente efecto de arrastre.

El CDTI gestiona, de manera directa, aproximadamente el 75% del volumen total del mercado espacial español. A continuación, se describen brevemente las principales responsabilidades del CDTI en espacio:

- Representar oficialmente a España en los Comités de la ESA desde 1986 y gestionar la participación de la industria española en los programas desarrollados en esta organización.
- Representar oficialmente a España en el Space Council, comité conjunto y concomitante de la ESA y de la UE para definir el programa espacial europeo.
- Gestionar los proyectos industriales del Programa Nacional de Espacio del Plan Nacional de I+D+i, que ha sido diseñado para impulsar la I+D espacial en España y para dar respuesta a las necesidades de la industria

espacial española, reforzando su posición tecnológica y favoreciendo su internacionalización.

- Gestionar diversos programas de cooperación bilateral en el ámbito internacional, sobre las que establecer alianzas estables con otras agencias espaciales nacionales.

Por otra parte, además de las responsabilidades que se han asignado de manera directa al CDTI en espacio, dado su conocimiento de las actividades espaciales, su experiencia acumulada como Delegación Española ante la ESA y su papel como interlocutor español de las principales agencias espaciales internacionales, otras entidades españolas delegan en el CDTI la gestión de la componente industrial de los proyectos espaciales que promueven. En esta línea, cabe destacar la firma de Convenios de Colaboración entre el CDTI y otras instituciones y centros de la administración pública que realizan inversiones en espacio, entre las que se pueden citar:

- El INM, para la obtención de contratos industriales de la organización EUMETSAT.
- El ente público AENA, para la participación y financiación conjunta de la participación española en el programa de navegación por satélite EGNOS que lidera la ESA.
- El Ministerio de Defensa, para la gestión de los retornos indirectos derivados de su satélite de comunicaciones SPAINSAT/XTAR (acuerdo entre el CDTI y la DGAM) y para la gestión de los retornos industriales asociados a la participación de España en el programa Pleiades (acuerdo con el INTA).
- La sociedad Hispasat S.A., para la gestión de los retornos indirectos derivados de sus satélites (HISPASAT 1A, 1B, 1C, 1D y AMAZONAS).

Con estas actividades, el CDTI se consolida como el punto focal y centro de referencia de la Administración Española para la gestión de todas las actividades espaciales con componente industrial y tecnológica, de manera directa o en cooperación con otros organismos públicos españoles.

A continuación, se detallan algo más cada una de las responsabilidades gestionadas por el CDTI:

#### REPRESENTACIÓN DE ESPAÑA EN LA ESA.

El CDTI, como representante español en la ESA, potencia la industria espacial de nuestro país, de manera que esté en condiciones de operar en un mercado de libre competencia, actuar como proveedor tecnológico para los proyectos de la ESA y satisfacer la demanda espacial, tanto nacional como internacional. En este sentido, el CDTI tiene como objetivo prioritario obtener la máxima rentabilidad de la contribución española a la ESA, tanto en lo que se refiere al valor económico de los trabajos industriales contratados a empresas españolas, como a nivel tecnológico de los mismos.

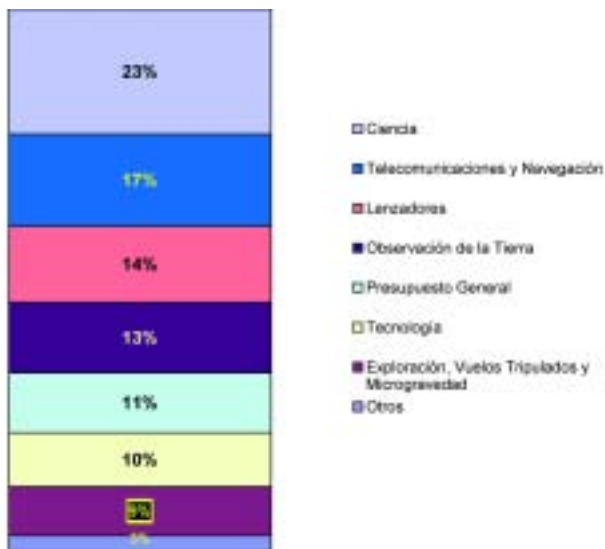


Fig. 69 Distribución de la contribución española a los programas ESA en 2006

La evolución de la contribución española en la ESA ha seguido una tendencia creciente desde su inicio, y en el año 2006 la contribución española ha alcanzado los 167 M€ lo que supone un 6% de la contribuciones de los Estados Miembros de la ESA, lo que ha supuesto un aumento del 12% respecto al año anterior. A continuación, se muestra la distribución de la contribución española prevista en los programas de la ESA para el año 2006.

#### REPRESENTACIÓN DE ESPAÑA EN LA UE.

El CDTI es el representante oficial de España en el Space Council, el órgano de encuentro conjunto y concomitante de los Consejos de la ESA y de Competitividad de la UE, en el que se define y ratifica la política espacial europea, en virtud del Acuerdo Marco entre la EC y la ESA, aprobado el 25 de noviembre de 2003.

A través del Space Council, se coordina el punto de vista de los países europeos sobre cuestiones espaciales y, con ello, se contribuye a armonizar el proceso de adopción de decisiones entre la ESA, la UE y los Estados Miembros de ambas organizaciones. Hasta la fecha, la aportación de la UE a las actividades espaciales se ha venido financiando a través del Programa Marco. Dentro del área prioritaria de Aeronáutica y Espacio, este programa tiene como objetivo fortalecer, mediante la integración de los esfuerzos de investigación, las bases científicas y tecnológicas de la industria aeronáutica y espacial europea y favorecer el desarrollo de su competitividad internacional, ayudando a explotar el potencial europeo de investigación en este sector para mejorar la seguridad y la protección del medio ambiente. El CDTI, además de representar oficialmente a España en el Space Council, también participa en los comités del Programa Marco, por delegación del Ministerio de Educación y Ciencia. Su labor es fomentar la participación española en este programa, mediante acciones de promoción realizadas en coordinación con otras entidades. Durante la fase de preparación de las propuestas, el CDTI también facilita apoyo financiero a los posibles participantes españoles.

En las Perspectivas Financieras de la UE para el período 2007-2013, se espera un aumento significativo de los fondos dedicados a actividades espaciales. En concreto, en lo que a espacio se refiere, el 7º Programa Marco (2007-2013) tendrá como principal prioridad la iniciativa GMES, que están llevando a cabo conjuntamente la ESA y la UE y que constituye una de las apuestas de futuro de España en espacio, como continuación de nuestra destacada participación en Galileo (también cofinanciado por la ESA y la UE).

### PROGRAMA NACIONAL DEL ESPACIO.

El Plan Nacional de I+D+i se estableció en 1996 y se revisa por periodos cuatrienales. El PN actualmente vigente cubre el periodo 2004–2007 y define una serie de objetivos sobre los que se vertebran las diferentes actuaciones que, a su vez, se articulan en:

- Áreas temáticas, que se refieren a un dominio científico-tecnológico concreto.
- Áreas horizontales, cuyos objetivos y actuaciones afectan horizontalmente a las áreas temáticas.

La puesta en marcha de las actuaciones previstas en cada una de las áreas prioritarias se realiza por medio de programas nacionales, dentro de los cuales se encuentra el Programa Nacional de Espacio, uno de cuyos objetivos consiste en potenciar la participación española en el desarrollo de misiones espaciales y, prioritariamente, en los programas de la ESA y de otras agencias espaciales nacionales de otros países.

Para ello, las áreas cubiertas por el Programa Nacional de Espacio se articulan en torno a cuatro prioridades temáticas básicas que son:

- Instrumentación científica para satélites y vehículos espaciales.
- Desarrollo de plataformas, cargas útiles y subsistemas.
- Navegación por satélite y sus aplicaciones, y aplicaciones en telecomunicaciones y teledetección.
- Acción estratégica para el diseño y desarrollo de un sistema de observación de la Tierra.

La gestión del Programa Nacional de Espacio está compartida entre el Ministerio de Educación y Ciencia y el CDTI. El primero gestiona aquellos proyectos que se encuadran en la prioridad temática de instrumentación científica para satélites y vehículos espaciales y, en general, los proyectos dirigidos al diseño de misiones espaciales con contenido científico y a la explotación de sus datos. El CDTI gestiona los proyectos encuadrados en las otras tres prioridades temáticas, en las que el contenido industrial y de desarrollo tecnológico prevalece sobre el científico. Como ejemplo, se puede citar: aplicaciones de navegación (sistema GALILEO), telecomunicaciones y teledetección. Estas actividades se realizan en coordinación con los programas ESA.

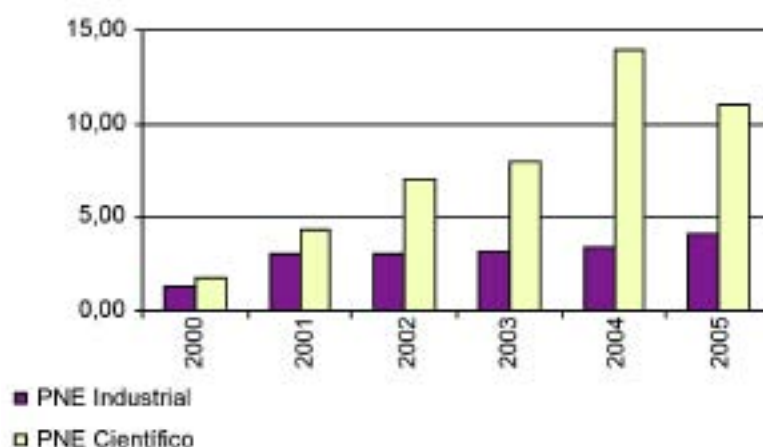


Fig. 70 Presupuestos del Programa Nacional de Espacio (M€)

## PROGRAMAS BILATERALES CON OTRAS AGENCIAS ESPACIALES.

A partir de 2006, el CDTI gestiona una línea presupuestaria dedicada al desarrollo de proyectos espaciales en cooperación con otras agencias espaciales. Los criterios para seleccionar dichos proyectos son similares a los utilizados para establecer prioridades entre los diferentes programas que se desarrollan en el marco de la ESA. No obstante, esta nueva línea de actividad permite que España disponga de una nueva herramienta para incentivar la actividad espacial que, además, ofrece unas condiciones particularmente atractivas en cuanto a la flexibilidad y rapidez en la toma de decisiones, frente a los proyectos desarrollados en el marco de la ESA, que para su aprobación requieren consenso entre un elevado número de países.

En particular, a fecha 30 de junio de 2006, el CDTI ya ha firmado Convenios de Colaboración para el desarrollo de programas bilaterales con las tres principales potencias mundiales en el sector espacial: la NASA, la agencia espacial rusa (Roskosmos) y la agencia espacial francesa (CNES). Asimismo, se ha firmado un acuerdo con la Agencia Espacial Canadiense y está prevista la firma de acuerdos similares con otras agencias espaciales.

La dotación presupuestaria inicial para esta nueva línea de actividad asciende a 6 M€ y, a la vista de las atractivas oportunidades de colaboración identificadas de manera preliminar, en futuros ejercicios está previsto un aumento sustancial de dicho presupuesto, a medida que se vayan concretando las actividades correspondientes.

En este sentido, hay que destacar a Canadá, como país de enorme potencial en espacio, y a China e India, que están aumentando su papel día a día y a medio plazo se convertirán en alternativas muy competitivas para la construcción de sistemas espaciales (su coste es dos tercios inferior al de Europa o Estados Unidos). Para desarrollar estas actividades, se contará con el apoyo que proporcione la red exterior del CDTI.

### Colaboración institucional en espacio.

Además del CDTI que, como se ha indicado, gestiona de manera directa aproximadamente el 75% de las inversiones públicas de España en espacio, existen otros organismos públicos que también financian actividades espaciales y con los que el CDTI mantiene una estrecha cooperación ya que, en general, delegan en el CDTI la gestión de la componente industrial de sus programas espaciales.

### - Ministerio de Medio Ambiente

Dentro del marco de colaboración entre el CDTI y el Ministerio de Medio Ambiente, cabe destacar la colaboración entre el CDTI y el INM, la Delegación Española en la organización EUMETSAT. En 1998, se firmó un convenio entre el CDTI y el INM, con el objetivo de establecer las bases de la colaboración y principios generales que guíasen las actuaciones conjuntas frente a la ESA (responsabilidad del CDTI) y frente a EUMETSAT (responsabilidad del INM), a fin de obtener desde el punto de vista global la máxima rentabilidad nacional del conjunto de las inversiones públicas en ambas organizaciones.

Igualmente, a nivel nacional, el INM lidera el grupo de usuarios institucionales de satélites de observación de la Tierra para aplicaciones medioambientales, en el que el CDTI también participa. El CDTI y el INM comparten la representación española en los foros internacionales asociados (GEOSS, a nivel internacional, y GMES Advisory Council, a nivel europeo).

El siguiente gráfico muestra la contratación industrial de España en los contratos que adjudica directamente Eumetsat (los grandes contratos de Eumetsat para el desarrollo de satélites los gestiona la ESA, por delegación de Eumetsat), en los que la participación de nuestras empresas era prácticamente inexistente con anterioridad a 1998, fecha de la firma del Convenio de Colaboración entre el CDTI y el INM.

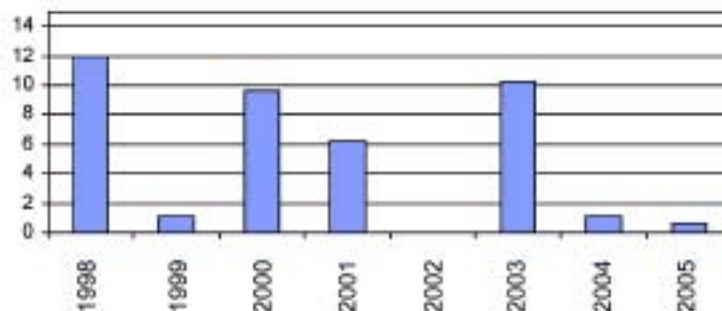


Fig. 71 Contratación industrial española en adjudicaciones de Eumetsat (M€)



- Ministerio de Fomento

El CDTI y el Ministerio de Fomento colaboran estrechamente en los programas de navegación por satélite EGNOS y GALILEO.

En concreto, en 1996, el CDTI firmó un Convenio de Colaboración con AENA, entidad pública empresarial perteneciente al Ministerio de Fomento. AENA fue el primer proveedor de Navegación Aérea Europeo interesado en participar en el programa EGNOS, lo que facilitó la posterior aportación de otros proveedores. España tiene un excelente posicionamiento en EGNOS ya que, a pesar de que la contribución total de España al programa está en torno al 12%, es el país que más elementos del sistema opera y tiene instalados en su territorio. El CDTI, Delegación de España ante la ESA, y AENA, han venido colaborando intensamente, además de coordinando sus actividades, para negociar con la ESA la forma de participación en EGNOS más beneficiosa para los intereses españoles. A tal fin, ambas entidades han acordado intercambiar información técnica, participar conjuntamente en reuniones internacionales y consultarse para sus decisiones respectivas, que suelen adoptarse por consenso.

Por otra parte, en programa GALILEO, el Ministerio de Fomento y el CDTI comparten información y coordinan posturas de cara a sus responsabilidades como representantes españoles en la gestión del programa (en el Consejo de Transportes de la UE y en el comité de navegación por satélite de la ESA, respectivamente). Del mismo modo, y a nivel nacional, el Ministerio de Fomento lidera el grupo interministerial de coordinación del programa GALILEO, donde el CDTI colabora activamente.

- Ministerio de Defensa

El CDTI coopera estrechamente con el Ministerio de Defensa en muchas actividades, entre las que cabe destacar:

- El programa de comunicaciones militares por satélite SPAINSAT/XTAR, que ha dotado a España de un sistema propio de telecomunicaciones, con la importancia estratégica que ello conlleva. El CDTI es responsable de la gestión de los retornos industriales indirectos asociados, lo que ha permitido a nuestra industria acceder al competitivo mercado norteamericano.
- El programa de observación de la Tierra Pleiades, programa militar francés en el que la participación de España nos proporciona imágenes ópticas de alta resolución. El CDTI ha colaborado con el Ministerio de Defensa en la negociación de los retornos industriales asociados con la fase de desarrollo de los satélites, que superan el 100% de la contribución financiera de España a dicha fase. Este es un hito sin precedentes en otros programas militares con participación española, en los que el CDTI no tomó parte en la gestión de los retornos industriales.
- Los estudios de viabilidad para un Sistema Español de Observación de la Tierra por Satélite, para aplicaciones civiles y militares, que fueron cofinanciados por el CDTI y por el INTA.

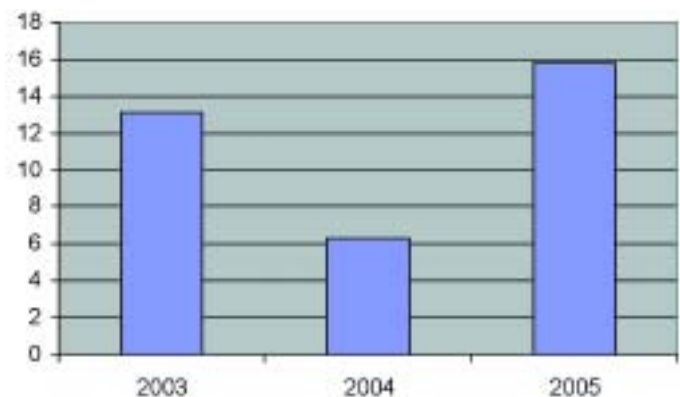


Fig. 72 Contratación industrial de España derivada del programa Spainsat/Xtar (M€)

- Ministerio de Educación y Ciencia

Este Ministerio comparte con el CDTI la gestión del Programa Nacional de Espacio. Mientras que el CDTI es el gestor de los aspectos industriales del Programa Nacional de Espacio, el Ministerio de Educación y Ciencia se centra principalmente en la vertiente relacionada con el desarrollo de instrumentación, subsistemas y de experimentos para misiones espaciales científicas. La concesión de ayudas se realiza mediante el procedimiento de concurrencia competitiva, conforme a los principios de publicidad, transparencia, igualdad y no discriminación.

A través de esta iniciativa se pretende fortalecer la capacidad investigadora en espacio, promoviendo la creación de grupos universitarios especializados en toda España, algunos de los cuales tienen una participación muy activa no sólo en los programas nacionales sino también en los distintos Programas Marco de la UE y en la ESA, lo cual garantiza su grado de desarrollo y excelencia. El CDTI, como representante de España en la ESA, debe conocer y hacer un seguimiento de estos grupos y sus actividades, siempre en coordinación con el Ministerio de Educación y Ciencia.

Los grupos de investigación españoles que están realizando en la actualidad una contribución significativa a diferentes proyectos de investigación espacial, pertenecen a diversos campos como la Astronomía y Astrofísica, las Ciencias de la Vida, la Observación de la Tierra, la Física Fundamental o la Exploración

del Sistema Solar. Estos grupos desarrollan su actividad en los centros, institutos y universidades descritos en párrafos anteriores.

- Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación

En relación con la protección de la información en el seno de la ESA y sus programas, el CDTI y la Autoridad Nacional de Seguridad, dependiente del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, colaboran estrechamente y coordinan sus acciones y posturas en sus respectivos papeles para establecer una adecuada estructura de protección de la información.

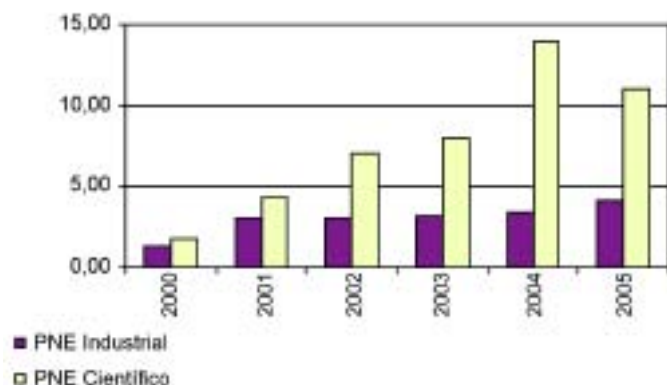


Fig. 73 Presupuestos del Programa Nacional de Espacio (M€)



Foto: ESA



## ANEXO II. LA INDUSTRIA ESPACIAL ESPAÑOLA

A continuación se mencionan, por orden alfabético, las empresas españolas con mayor volumen de negocio en espacio, de las que se indica su naturaleza jurídica, el origen del capital social y sus principales accionistas, así como las líneas de negocio en las que poseen un elevado reconocimiento internacional.

### **ALCATEL ALENIA SPACE ESPAÑA**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – gran empresa

- **Origen del capital social:** 100% capital extranjero (UE)

- **Relación de principales accionistas:**

ALCATEL (Francia) – 67 %

Finmeccanica (Italia) – 33 %

- **Principales capacidades:**

Radiofrecuencia

Transpondedores TT&C

Transmisores

Moduladores/ Multiplexadores

Filtros

Electrónica embarcada

Componentes

Gestión de datos

Procesado a bordo

### **DEIMOS SPACE, S.L.**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – gran empresa

- **Origen del capital social:** 100 % capital nacional

- **Relación de principales accionistas:**

Elecnor S.A. (España) – 50,50 %

Inversores privados (España) – 49,50 %

- **Principales capacidades:**

Análisis de misión

Mecánica de vuelo

Desarrollo de software de segmento terreno

### **EADS-ASTRIUM CRISA (COMPUTADORAS, REDES E INGENIERÍA, S.A.)**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – mediana empresa

- **Origen del capital social:** 100% capital extranjero (UE)

- **Relación de principales accionistas:**

Astrium SAS FRANCE (GRUPO EADS) (Francia) – 100%

- **Principales capacidades:**

Electrónica de potencia

Electrónica de control embarcada

### **EADS CASA ESPACIO**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – gran empresa

- **Origen del capital social:** 100% capital extranjero (UE)

- **Relación de principales accionistas:** 100% Astrium NV (Países Bajos)

- **Principales capacidades:**

Integración de satélites y cargas útiles

Ingeniería de sistemas

Diseño y fabricación de estructuras espaciales

Moldeado en fibra de vidrio y de carbono

Conformado superplástico y soldadura por difusión

Sistemas de control térmico

Antenas pasivas y activas

Cableado

### **GMV, S.A.**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – gran empresa

- **Origen del capital social:** 100% capital nacional

- **Relación de principales accionistas:**

Grupo Tecnológico e Industrial GMV, S.A. (España) – 99,9 %

Otros (España) – 0,1%

- **Principales capacidades:**

Análisis de misiones

Mecánica de vuelo

Sistemas de control

Sistemas de navegación

Desarrollo de sistemas de segmento terreno



#### **GTD, SISTEMAS DE INFORMACIÓN, S.A.**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – mediana empresa
- **Origen del capital social:** 100% capital nacional
- **Relación de principales accionistas:**
  - GTD, Ingeniería de Sistemas y de Software (España) – 87 %
  - Otros (España) – 13 %
- **Principales capacidades:**
  - Desarrollo de sistemas de software terreno
  - Software embarcado

#### **IBERESPACIO (IBÉRICA DEL ESPACIO, S.A.)**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – mediana empresa
- **Origen del capital social:** 50 % capital extranjero (UE); 50 % capital nacional
- **Relación de principales accionistas:**
  - SNECMA, S.A. (Francia) – 50 %
  - GHESA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA, S.A. (España) – 17,19 %
  - TÉCNICAS REUNIDAS, S.A. (España) – 17,19 %
  - IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSULTORÍA (España) – 5,65 %
  - SOLUZIONA, S.A. (España) – 5,65 %
  - TÉCNICAS REUNIDAS P. INTERNACIONALES, S.A. (España) – 4,32 %
- **Principales capacidades:**
  - Ingeniería y modelado de sistemas
  - Modelado y desarrollo de sistemas propulsivos
  - Análisis de datos
  - Control térmico

#### **INASMET-TECNALIA**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Centro tecnológico
- **Origen del capital social:** N/A. Fundación sin ánimo de lucro
- **Relación de principales accionistas:** Fundación sin ánimo de lucro
- **Principales capacidades:**
  - Ciencias de materiales
  - Ensayos de materiales
  - Desarrollos de materiales y recubrimientos para altas temperaturas
  - Transferencia de tecnologías

### **INDRA ESPACIO, S.A**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – gran empresa
- **Origen del capital social:** 51 % capital nacional; 49 % capital extranjero (UE)
- **Relación de principales accionistas:**
  - INDRA SISTEMAS, S.A. (España) – 51 %
  - Alcatel Alenia Space (Francia) – 49 %
- **Principales capacidades:**
  - Integración de estaciones terrenas
  - Desarrollo de sistemas de software terreno
  - Equipos para segmento terreno
  - Procesamiento terreno de datos
  - Sistemas de control

### **INSA (INGENIERÍA, Y SERVICIOS AEROESPACIALES, S.A.)**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa pública
- **Origen del capital social:** 100% capital nacional
- **Relación de principales accionistas:**
  - INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) – 100 %
- **Principales capacidades:**
  - Mantenimiento y operación de estaciones terrenas
  - Equipos terrenos de comunicaciones por satélite

### **MIER COMUNICACIONES, S.A.**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – mediana empresa
- **Origen del capital social:** 100 % capital nacional
- **Relación de principales accionistas:**
  - FAMILIA MIER (España) – 100 %
- **Principales capacidades:**
  - Equipos de radiofrecuencia y microondas
  - Amplificadores de estado sólido
  - Circuitos Monolíticos de microondas MMIC
  - Receptores de banda Ku

### **NTE, S.A.**

- **Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – gran empresa
- **Origen del capital social:** 100 % capital nacional
- **Relación de principales accionistas:**
  - BIOKIT, S.A. (España) – 96,6 %
  - IZASA (España) – 2,7 %
  - Otros (España) – 0,7 %

**- Principales capacidades:**

Equipos de sistemas de soporte a la vida  
Sistemas de refrigeración embarcada

**RYMSA (RADIACIÓN Y MICROONDAS, S.A.)**

**- Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – gran empresa

**- Origen del capital social:** 100 % capital nacional

**- Relación de principales accionistas:**

CORPORACIÓN IBV SERVICIOS Y TECNOLOGÍAS (España) – 66 %  
BURGESS, S.A. (España) – 33 %  
Otros (España) – 1 %

**- Principales capacidades:**

Antenas  
Equipos de Radiofrecuencia pasiva  
Filtros, guías de onda

**SENER INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.**

**- Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – gran empresa

**- Origen del capital social:** 100% capital nacional

**- Relación de principales accionistas:**

Familia Sendagorta (España) – 99.25 %  
Otros (España) – 0.75 %

**- Principales capacidades:**

Mecanismos  
Sistemas de control de actitud (AOCS)  
Instrumentos ópticos  
Cargas útiles e instrumentación de experimentos

**TECNOLÓGICA, COMPONENTES ELECTRÓNICOS, S.A.**

**- Naturaleza jurídica de la empresa:** Empresa privada – mediana empresa

**- Origen del capital social:** 92 % capital nacional; 8 % capital extranjero (UE)

**- Relación de principales accionistas:**

Grupo Tecnológica Cartera de Innovación, S.A. (España) – 92 %  
Alcatel Alenia Space (Francia) – 8 %

**- Principales capacidades:**

Caracterización de componentes electrónicos espaciales  
Análisis de fallos y ensayos ambientales de componentes  
Ensayos de radiación





Foto: HISPASAT





## ANEXO III. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS ESPACIALES EN ESPAÑA

### ORGANISMOS INTERNACIONALES CON INFRAESTRUCTURAS ESPACIALES EN ESPAÑA

En España se ubican algunos centros e infraestructuras de los principales organismos internacionales con actividad espacial. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

#### - Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESA)

El European Space Astronomy Centre (ESAC) es una instalación operativa de la ESA que tiene su origen en la Estación de Villafranca del Castillo. Es resultado de un acuerdo entre España y ESRO en 1978, con el fin de dar servicio al satélite Explorador Ultravioleta Internacional (IUE).



Fig. 74 Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC)<sup>82</sup>

Tradicionalmente, ha venido realizando funciones de estación de seguimiento de satélites. Su potenciación ha sido una constante en la actuación de las autoridades españolas y, como fruto de ello, la ESA pasó la estación a la categoría de Centro en 2004. Además, en reconocimiento del creciente esfuerzo inversor de España en la ESA, se está incrementando su actividad sustancialmente: en concreto, ESAC será la referencia para todos los centros de operaciones científicas (SOC's) y de archivo de misiones astronómicas y planetarias de la ESA.

#### - Estación de Espacio profundo de Cebreros (ESA)

Esta estación de espacio profundo de la ESA dispone de una antena de 35 metros de diámetro que fue inaugurada en septiembre de 2005. Es la segunda instalación de la ESA con capacidad para comunicarse con naves destinadas a otros planetas o en órbitas muy lejanas. Se ha diseñado con características similares a la estación de la ESA en Nueva Norcia (Australia).

La instalación albergó una antigua estación de la NASA usada sobre todo en los años sesenta y setenta en sus programas lunares y planetarios. En condiciones normales la antena es operada de forma remota desde el Centro Europeo de Operaciones Espaciales (ESOC) en Darmstadt, Alemania.



Fig. 75 Antena de 35 metros en la estación de espacio profundo de Cebreros<sup>77</sup>

- Centro de soporte a usuarios de la ISS (ESA)

Los User Support Operation Centres (USOC) son centros creados por la ESA en diversos países europeos para dar soporte coordinado y permitir el acceso de los usuarios, en su mayoría investigadores, a las instalaciones europeas en la ISS y en especial al Laboratorio Columbus. El E-USOC o USOC español está situado en la UPM, dentro del Instituto Ignacio da Riva, y empezó a funcionar oficialmente en el año 2004, aunque ya había sido empleado en el 2003 en apoyo a la misión del astronauta español Pedro Duque a la ISS (Misión Cervantes).

- Centro de Satélites de la Unión Europea (UE)

El European Union Satellite Centre (EUSC), situado en Torrejón de Ardoz, se creó en 2002 y es el sucesor directo del Centro de Satélites de la Unión Europea Occidental (WEUSC). La tarea del organismo es proporcionar el material resultante del análisis de imágenes por satélite y otros datos auxiliares, incluidas, en su caso, las imágenes aéreas. Su objetivo es secundar la toma de decisiones de la UE para prevenir conflictos y proporcionar ayuda humanitaria eficaz durante catástrofes.

- Robledo de Chavela (NASA)

Nació oficialmente en 1964, a través de un acuerdo entre los Gobiernos de España y de los Estados Unidos, para seguimiento de vehículos espaciales y adquisición de datos. En este mismo Acuerdo se designaba a INTA como representante español y organismo encargado de su desarrollo.

La estación ha estado siempre integrada en la Red del Espacio Lejano de NASA. Ha participado y continúa siendo una pieza clave en todas las misiones norteamericanas destinadas a la exploración del Sistema Solar.

## INTA

Fundado en 1942, el INTA es un organismo público de investigación dependiente del Ministerio de Defensa y cuyas instalaciones principales se encuentran en Torrejón de Ardoz.

Está especializado en actividades de investigación y desarrollo tecnológico del sector aeroespacial, realizando labores de experimentación, investigación, certificación y ensayo en materiales, componentes, equipos subsistemas y sistemas, actuando como laboratorio, centro tecnológico y servicio técnico para numerosos organismos públicos y empresas. Sus programas propios se centran en áreas como los microsátélites, los nanosatélites o el radar de apertura sintética (SAR), entre otros campos. Su plantilla está formada por más de 1.200 personas, de las cuales aproximadamente un millar se dedica a actividades de I+D.

A continuación se describen sus centros e instalaciones más relevantes:

- Space Solar Cell Test Laboratory (SPASOLAB) y la ESA seleccionó al INTA para albergar el Laboratorio de Certificación de células solares fotovoltaicas para uso espacial y por este motivo es el centro europeo de referencia para la calificación y los ensayos de fiabilidad, durabilidad y rendimiento eléctrico de las células de los paneles solares para sus satélites.

- Centro de Ensayos del Programa Ariane (CEPA)

La ESA y la Industria española, en colaboración con Arianespace han instalado en el INTA el centro de ensayos de calificación (rigidez, resistencia y análisis modal) para las estructuras diseñadas y producidas en España en el programa Ariane-5.

- Centro Espacial de Canarias en Maspalomas

Situada en la parte sur de la isla de Gran Canaria, esta estación dispone de antenas y sistemas electrónicos para el seguimiento y control de vehículos espaciales, así como de sus cargas útiles. Igualmente, lleva a cabo la recepción, el proceso y el archivo de datos e imágenes, adquiridas por los satélites de observación de la Tierra de diferentes agencias espaciales, como ESA, NASA y JAXA, y entidades como EUMETSAT. Tiene un importante papel en el seguimiento de los satélites de comunicaciones gubernamentales españolas. En este centro tiene lugar la parte operativa del CREPAD (Centro de Recepción, Proceso y Archivo de Datos de Observación de la Tierra) que facilita información a la comunidad científica española. Además, el Centro forma parte del programa internacional de salvamento por satélite COSPAS-SARSAT.



Fig. 76 Centro espacial de Maspalomas<sup>78</sup>

- Centro de Experimentación de el Arenosillo (CEDEA)

Situado en el suroeste de la Península, próximo a Doñana, el CEDEA es el centro donde el INTA lleva a cabo entre otras actividades, misiones de experimentación de cohetes y experiencias científicas con cohetes de sondeo y globos.

- Centro de Astrobiología (CAB)

El CAB es un centro mixto CSIC-INTA, ubicado en el campus del INTA, en Torrejón de Ardoz. Es el primer centro de investigación no estadounidense asociado al NASA Astrobiology Institute (NAI), que reúne a catorce grupos de científicos y laboratorios de Estados Unidos. Está organizado en nueve laboratorios que definen los objetivos del Centro e incluyen temas de evolución microbiana, robótica, bioinformática, geología planetaria, etc.

- Centro de procesamiento y archivo de Envisat (E-PAC)

El Envisat Processing and Archiving Center (E-PAC), integrado dentro del CREPAD, es un centro del INTA dedicado al procesamiento, archivo y diseminación de los datos suministrados por el instrumento MERIS, instalado a bordo del satélite ENVISAT de la ESA. En el centro se procesan imágenes de satélite hasta nivel 2 que se distribuyen a usuarios científicos o comerciales, y también realiza funciones de asesoramiento técnico y científico.

- Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF)

Se fundó en 1991 como una colaboración entre INTA, CSIC y ESA, y está ubicado en ESAC para permitir una mayor interacción con las actividades astronómicas de la ESA (IUE, ISO, XMM, etc.). La investigación en el LAEFF se lleva a cabo en diferentes áreas de la astrofísica, como física de astropartículas, medio interestelar, enanas marrones, física solar, estelar y extragaláctica. Aporta la contribución científica para las misiones de astrofísica espacial en las que participa el INTA.

## INSTITUTOS Y UNIVERSIDADES

En España existen grupos de investigación especializados en la actividad espacial, que realizan su actividad en institutos y universidades. Entre estos centros cabe destacar:

- Observatorio Astronómico Nacional (OAN)

Esta institución bicentenaria se dedica a la investigación astronómica pura y aplicada. Comprende el Observatorio Astronómico de Madrid, el Centro Astronómico de Yebes, la Estación de Observación de Calar Alto y la sede de Alcalá de Henares. El observatorio se estructura en dos áreas de investigación: astronomía y desarrollo tecnológico.

- Centro de aplicaciones para predicción inmediata (INM)

El Satellite Application Facility on support to Nowcasting (SAFNWC) es un centro integrado en el INM y englobado en la red de centros SAF coordinados por EUMETSAT. El centro se constituyó mediante un acuerdo entre EUMETSAT y el INM en 1997 y su objetivo general es proporcionar servicios operacionales que permitan emplear los datos procedentes meteorológicos para realizar predicciones meteorológicas a muy corto plazo.

Estos servicios están basados en el desarrollo y mantenimiento de software específico y en el asesoramiento continuo a los usuarios. Se espera que pueda ser completamente operacional hacia 2007.

- Instituto Astrofísico de Andalucía (IAA)

El IAA es un instituto del CSIC creado en Granada en 1975. Las actividades del IAA están relacionadas con la investigación en el campo de la Astrofísica y el desarrollo de instrumentación para telescopios y vehículos espaciales. El Instituto lleva a cabo diferentes programas en cuatro grandes áreas de la Astrofísica: Sistema Solar; Formación, estructura y evolución estelar; Estructura y evolución de las galaxias; y Cosmología.

Además cuenta con los telescopios instalados en el Observatorio de Sierra Nevada (OSN) y tiene una amplia participación en el observatorio de Calar Alto localizado en la Sierra de Los Filabres al norte de Almería que se opera conjuntamente con el Instituto Max-Planck de Astronomía en Heidelberg (Alemania).

- Instituto Astrofísico de Canarias (IAC)

El IAC es un centro de investigación español, integrado por las siguientes instalaciones:

- El Instituto de Astrofísica, que constituye la Sede Central, en La Laguna (Tenerife)
- El Observatorio del Teide en Izaña (Tenerife)
- El Observatorio del Roque de los Muchachos en Garafía (La Palma)

El programa de investigación del IAC comprende proyectos tanto de investigación astrofísica como de desarrollo tecnológico. Actualmente está desarrollando el Gran Telescopio de Canarias, un telescopio de 10,4 m de diámetro

instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

- Instituto de Ciencias del Mar (ICM)

El Instituto pertenece al área de Recursos Naturales del CSIC y se dedica a estudiar, de forma integrada, el medio marino y los organismos que en él habitan, con voluntad pluridisciplinar.

Colabora en el desarrollo de SMOS, misión de teledetección dedicada a medir desde el espacio la salinidad del mar y la humedad del suelo y perteneciente al Programa de Observación de la Tierra de la ESA.

- Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña (IEEC)

Es una fundación privada sin ánimo de lucro que tiene por finalidad colaborar y participar en el desarrollo, promoción y difusión de todo tipo de actividades, estudios y proyectos relacionados con la tecnología espacial y la investigación científica desde y del espacio.

Se creó en 1996 y localiza sus esfuerzos en el estudio de la Tierra (atmósfera, océanos, etc.) y el Cosmos (física solar, planetología y medio interplanetario, física galáctica y estelar, cosmología, etc.).

- Instituto de Física de Cantabria (IFCA)

El IFCA es un Centro Mixto de investigación cuya titularidad comparten el CSIC y la Universidad de Cantabria. Fue creado en Junio de 1995 y está estructurado en dos departamentos de investigación: Astrofísica y Estructura de la Materia.

- GACE/Grupo de Astronomía y Ciencias del Espacio (UVEG)

Es un grupo de investigación en Astrofísica perteneciente al Instituto de Ciencia de los Materiales (ICMUV) en la Universidad de Valencia. Su área fundamental de investigación es el desarrollo de instrumentación Astrofísica de Altas Energías para misiones espaciales así como el estudio de fuentes emisoras de rayos gamma, tanto desde plataformas espaciales como terrestres.

- Universidades

Además de los centros nombrados, existen numerosas universidades en España que se dedican a la investigación en el campo espacial, entre las que cabe destacar: la Universidad de Alcalá de Henares de cuyo Departamento de Física Aplicada ha surgido el Grupo de Física de Plasmas Espaciales y Astropartículas, la Universidad Politécnica de Cataluña cuyo Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones es muy activo en investigación en sistemas de comunicaciones y navegación por satélite, y la Universidad Politécnica de Madrid muy activa en temas de microgravedad y combustión en el espacio, a través del Instituto Ignacio Da Riva y de la E.T.S.I Aeronáuticos principalmente.

**OTROS CENTROS**

- CESAEROB (Ministerio de Defensa)

Este centro está localizado en la Base Aérea de Torrejón, depende orgánicamente del Mando Aéreo General, y operativamente del Jefe del Estado Mayor de la Defensa.

Su misión es llevar a cabo las actividades del segmento nacional español del sistema Helios (sistema militar de observación de la tierra por satélite desarrollado por Francia, Italia y España).

Como misiones principales del sistema se incluye la de proporcionar información útil para Defensa y otros organismos nacionales, suministrar información cartográfica a los centros cartográficos de las Fuerzas Armadas, la verificación de tratados internacionales, y la vigilancia y monitorización de crisis y conflictos.

- Centro de EGNOS en Torrejón (AENA)

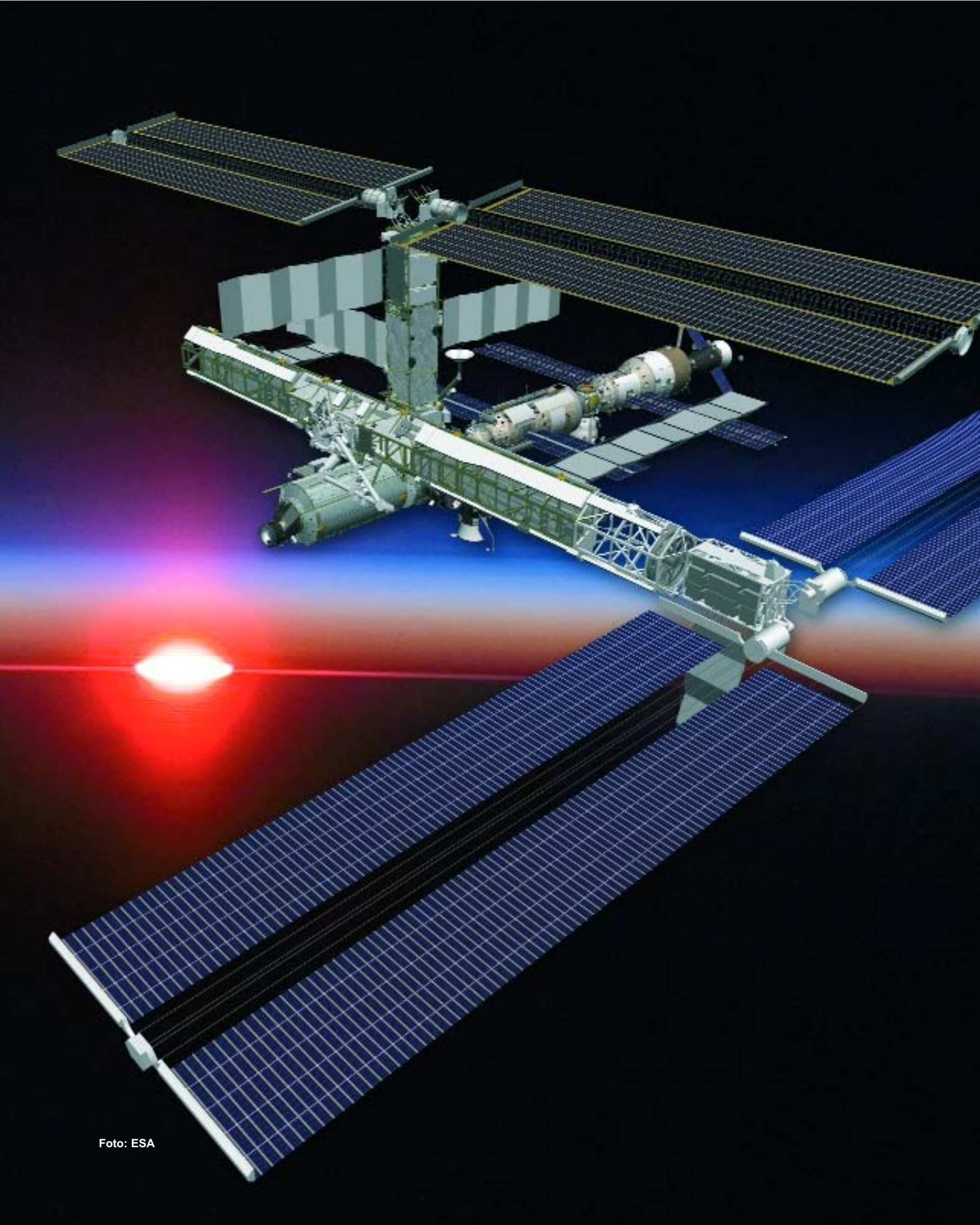
El Centro del sistema de navegación regional europeo EGNOS que opera AENA, integra un Centro de Control Maestro del sistema EGNOS (MCC), un Centro de Experimentación y Calificación de Sistema (ASQF), un enlace secundario con el satélite Artemis (LNEs), y conecta las cuatro estaciones de monitorización del sistema situadas en España (RIMS).

- Centro de Control de Arganda (HISPASAT)

Inaugurado en 1992, el centro de control de satélites, ubicado en Arganda del Rey (Madrid), es una instalación para realizar el control y supervisión de los satélites del sistema HISPASAT e HISDESAT desde tierra durante las 24 horas del día. Este centro albergará también el centro de control de satélites de Galileo de HISPASAT.









## NOTAS

- 1 Fuente Instituto Nacional de Estadística (INE)
- 2 Fuente ESA
- 3 Fuente OCDE (2004b) Space 2030, para España datos CDTI
- 4 Fuente INTA.
- 5 Fuente ESA
- 6 Fuente ESA
- 7 Fuente INE
- 8 Fuente ESA
- 9 Fuente Eurospace
- 10 Fuente Eurospace
- 11 Fuente Eurospace
- 12 Fuente ESA
- 13 Fuente Eurospace
- 14 Fuente ESA
- 15 Fuente ESA
- 16 Fuente INSA
- 17 Fuente ESA
- 18 Fuente ESA
- 19 Imagen artística.
- 20 Fuente ESA
- 21 Fuente Eurospace
- 22 Fuente: Banco de España y Eurostat
- 23 Segura, J., La productividad en la economía española, Fundación Ramón Areces.
- 24 Encuesta sobre Innovación Tecnológica, 2004 (INE)
- 25 Véase Comisión Europea, 2005, Why investing more in R&D at the European level. Mimeo.
- 26 Fuente: INE, Indicadores de alta tecnología
- 27 Fuente: INE, Indicadores de alta tecnología
- 28 Fuente: INE, Indicadores de alta tecnología
- 29 Fuente: INE, Indicadores de alta tecnología
- 30 Fuente: INE, Indicadores de alta tecnología
- 31 Fuente: INE, Indicadores de alta tecnología
- 32 Fuente: INE, Indicadores de alta tecnología
- 33 Existen muchos otros, en particular las telecomunicaciones por satélite, a los que no se hace referencia explícita en este apartado, dado que en ellos el sector privado ya realiza una contribución importante. Estos

requieren, en todo caso, una contribución institucional a través de las ayudas públicas a la inversión en I+D+i.

34 Fuente ESA

35 Fuente ESA

36 Fuente ESA

37 FUENTE EUROSPACE

38 Fuente ESA

39 Fuente INTA

40 Fuente INTA

41 Fuente ESA

42 El borrador del texto de Constitución Europea hacía una referencia explícita al sector espacial, en la que se proponía un reparto de las competencias en espacio entre los países y la Unión Europea. No obstante, esta situación no será efectiva en tanto en cuanto la Constitución Europea no sea ratificada.

43 Ello incluye el área de seguridad, que está adquiriendo una importancia creciente

44 Fuente HISPA-SAT.

44 Fuente ESA

45 Fuente: INE

46 Fuente ESA

47 Fuente ESA

48 Fuente ESA

49 Se incluye la descripción de este servicio dado que será proporcionado por Galileo, aunque estrictamente hablando no es un servicio de navegación, a diferencia de los anteriores

50 Fuente ESA

51 Fuente Eurospace

52 Fuente Eurospace

53 Fuente Eurospace

54 Fuente Eurospace

55 Fuente Eurospace

56 Fuente Eurospace

57 Fuente Eurospace

58 “ESA Technology Tree Document”: El árbol de tecnologías de la ESA es un documento que sirve de referencia en Europa para la clasificación de las tecnologías y el conocimiento técnico en materia espacial (se divide en 26 dominios, que a su vez se dividen en sub-dominios y en grupos).

59 Fuente ESA

60 Fuente ESA

61 Fuente CDTI

62 Se indica con colores el nivel de interés de cada programa, de mayor a menor nivel de prioridad.

63 Se indica con colores el nivel de interés de cada programa, de mayor a menor nivel de prioridad

64 Galileo es el primer proyecto conjunto entre la UE y la ESA y dotará a Europa de un sistema independiente de navegación por satélite.

65 GMES es el segundo proyecto de cooperación entre la UE y la ESA, y dotará a Europa de un sistema de obtención de aplicaciones de medioambiente y seguridad.

66 Fuente ESA

67 Libro Verde de Política Espacial Europea, publicado por la Comisión Europea.

68 Fuente: Libro Verde de Política Espacial Europea, publicado por la Comisión Europea.

69 Fuente ESA

70 Fuente ESA

71 Fuente Eurospace

72 Fuente Eurospace

73 Fuente Eurospace

74 Fuente Eurospace

75 Proespacio

76 Fuente ESA

77 Fuente ESA

78 Fuente INSA





Centro para el Desarrollo  
Tecnológico Industrial

Cid, 4 - 28001 Madrid (Spain)

**[www.cdti.es](http://www.cdti.es)**