

Unidades vinculadas a Grandes Instalaciones

Plan Estratégico



PLAN DE ACTUACIÓN 2006 – 2009

**CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS**



Unidades vinculadas a Grandes Instalaciones

Plan Estratégico

PLAN DE ACTUACIÓN DEL CSIC
2006 – 2009

CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS

ÍNDICE

LÍNEA ESPAÑOLA CRG SPLINE EN EL EUROPEAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY, ESRF (GRENOBLE, FRANCIA)

1. INTRODUCCIÓN Y PERSPECTIVA HISTÓRICA	9
2. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN ACTUAL	11
3. ACTIVIDAD DE LA UNIDAD	19
4. ANÁLISIS CRÍTICO DE FUNCIONAMIENTO	21
4.1. FORTALEZAS	21
4.2. DEBILIDADES	22
4.3. OPORTUNIDADES	23
4.4. AMENAZAS	23
4.5. ANÁLISIS INTEGRADO	24
5. PLAN ESTRATÉGICO FUTURO	25
6. INDICADORES DE EJECUCIÓN	31
6.1. SOPORTE Y ASESORAMIENTO TÉCNICO Y CIENTÍFICO A USUARIOS EXTERNOS	31
6.2. IN-HOUSE RESEARCH: CIENCIA DE MATERIALES	34
6.3. PARTICIPACIÓN Y ASISTENCIA A CONGRESOS ..	35
6.4. ESTANCIAS EN SPLINE	37

SALA BLANCA INTEGRADA DE NANO Y MICRO FABRICACIÓN

RESUMEN EJECUTIVO	43
1. INTRODUCCION Y CONTEXTO	47
2. ESTRUCTURA	51
3. DESCRIPCIÓN DE LA GRAN INSTALACIÓN	53
3.1. INFRAESTRUCTURA, EQUIPOS Y PROCESOS ...	53
3.1.1. Superficie ocupada y zonas de la GIC	53
3.1.2. Equipamiento de la GIC	54
3.1.3. Tecnologías disponibles	54
3.2. UNIDADES DE APOYO TECNOLÓGICO	56
3.2.1. Unidad de Tecnología	56
3.2.2. Unidad de Caracterización Física y de Encapsulación	57
3.2.3. Unidad de Microsistemas	58
3.2.4. Unidad de Nanofabricación	58
3.2.5. Unidad de Placas y Sistemas	59

4. PERSONAL DE LA GRAN INSTALACIÓN	61
5. PRESUPUESTO ANUAL DE LA GRAN INSTALACIÓN (DATOS 2004)	63
6. USUARIOS Y ACCESO A LA GIC. D+T MICROELECTRONICA, AIE. PROGRAMA “GICSERV”	65
7. INDICADORES DE CALIDAD PARA LA GIC	69
8. COSTO DEL ACCESO	79
9. VALORACION ECONOMICA DE LA GIC	81
10. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA GRAN INSTALACION	87
10.1. FORTALEZAS	87
10.2. DEBILIDADES	88
10.3. OPORTUNIDADES	89
10.4. AMENAZAS	90
10.5. ANÁLISIS INTEGRADO	91
11. MISIÓN Y VISIÓN DE LA GRAN INSTALACIÓN	95
11.1. MISIÓN	95
11.2. VISIÓN	95
12. LA ESTRATEGIA DE LA GRAN INSTALACIÓN	97
12.1. OBJETIVOS GENERALES	97
12.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN	98

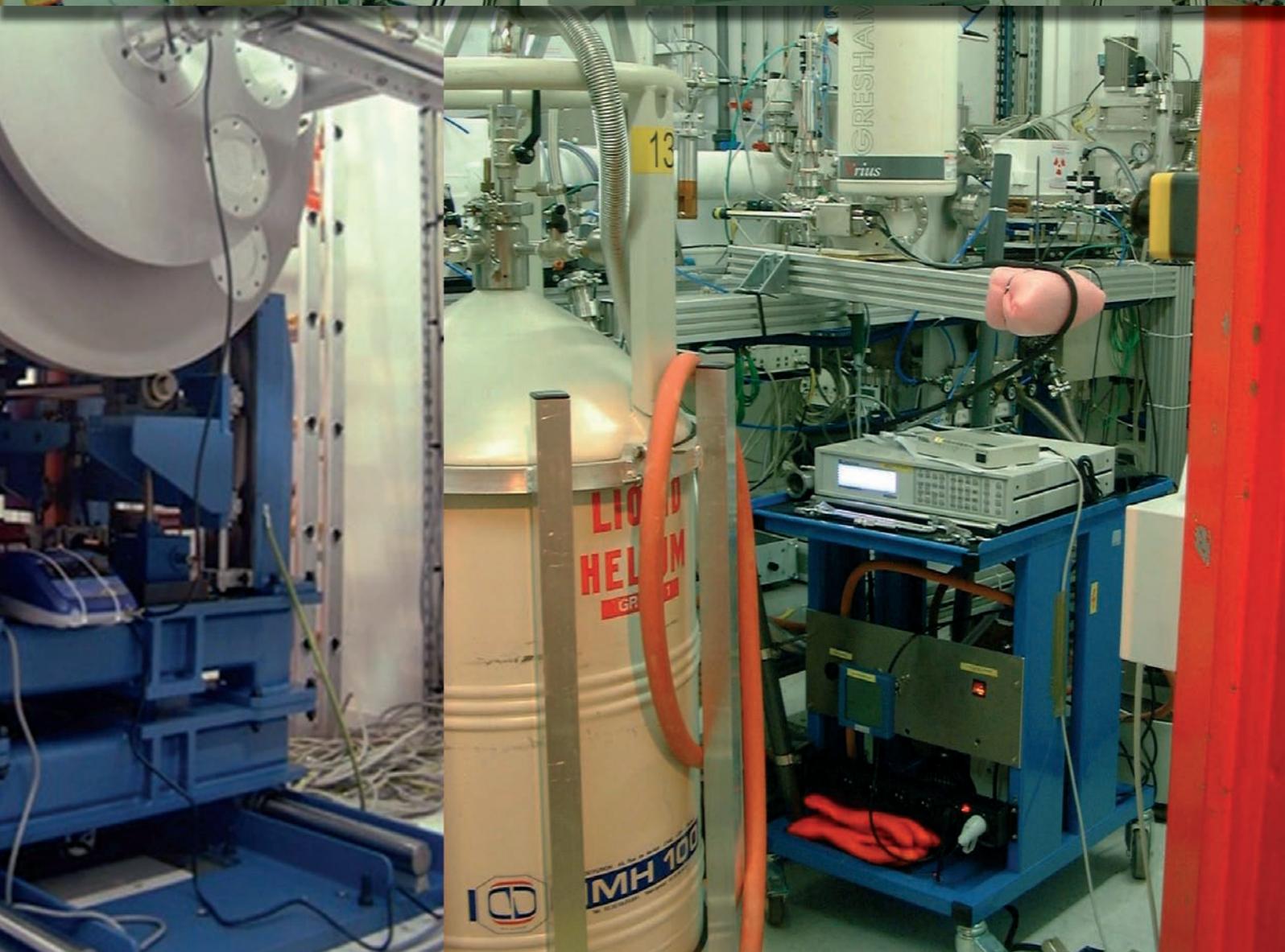
SPINS (SPANISH INITIATIVES ON NEUTRON SCATTERING)

1. INTRODUCCIÓN Y PERSPECTIVA HISTÓRICA	107
2. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN ACTUAL	111
3. OBJETIVOS, RECURSOS DISPONIBLES, Y ACTIVIDAD CIENTÍFICA DE SPINS	113
PUBLICACIONES	123
SEMINARIOS Y CONFERENCIAS	125
ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA	126
TESIS Y ESTUDIANTES DE DOCTORADO	127
4. ANÁLISIS CRÍTICO DE FUNCIONAMIENTO	129
5. PLAN ESTRATÉGICO FUTURO	135
6. INDICADORES DE EJECUCIÓN	139

GRANDES INSTALACIONES; BUQUES OCEANOGRÁFICOS Y BASES POLARES

1. ANTECEDENTES	143
2. BUQUES OCEANOGRÁFICOS	145
3. BASES POLARES	155

Línea Española CRG Spline en el European Synchrotron Radiation Facility, ESRF (Grenoble, Francia)



1 INTRODUCCIÓN Y PERSPECTIVA HISTÓRICA

La finalidad de la línea española SpLine en el ESRF es atender las necesidades crecientes de uso de la radiación sincrotrón por la comunidad científica española en muy diversas áreas: física, química, ciencia de materiales y biología; así como coordinar y asesorar a los grupos de usuarios españoles que utilicen la radiación sincrotrón, y en particular esta estructura científica.

Debido a la complejidad propia de esta unidad y de las tareas que implica, tanto la operación como su construcción han requerido y requieren la participación de un número elevado de personas en condiciones laborales muy particulares y con una gran coordinación e implican una colaboración estrecha con especialistas de alto nivel en diferentes campos.

La Secretaría General del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología propuso al ESRF la construcción de una línea experimental como Grupo de Investigación Colaborador (CRG-SpLine) en el ESRF. Tras la aprobación de la propuesta por el Consejo del ESRF el 6 de junio de 1997, se acordaron los términos de dicha construcción mediante la firma de un contrato entre el ESRF y la SGPN el 14 de noviembre de 1997, sobre la base de un proyecto elaborado durante los dos años anteriores.

Para la ejecución de dicho proyecto científico, la SGPN encomendó al CSIC a través del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM) la responsabilidad del diseño e implantación de la CRG-SpLine. Para el desarrollo de dicha tarea el CSIC firmó un acuerdo de colaboración con el ESRF. El objeto de dicho acuerdo fue definir las condiciones de la colaboración de las partes (a través del ICMM) durante el período de construcción de la línea española CRG-SpLine. Las actividades realizadas para conseguir este objetivo se repartieron en seis subproyectos, en los que participaron otros institutos del CSIC, como el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja y el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, además de otras instituciones como el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT); la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Oviedo en cooperación con la de La Coruña, con un montante aproximado de 5% cada uno.

La construcción y operación de la línea de luz española SpLine ha sido financiada a través de proyectos del Plan Nacional de Investigación Científica y de Desarrollo Tecnológico: la acciones especiales MAT1997-1898-E y MAT1998-1650-E, que cubrieron respectiva-

mente la financiación del personal y los gastos propios del proyecto durante tres años, y el proyecto MAT1999-0241-C07-01, para los años siguientes. El coste total del proyecto de construcción de la línea asciende a 920,938 millones de pesetas (5,6 M€).

La operación de la línea está reglamentada por un contrato entre la administración española representada por el Ministerio de Educación y Ciencia y el ESRF, y supone la existencia de un grupo de investigación español en el ESRF. El MEC, a través de un acuerdo de encomienda de gestión, delega en el CSIC la operación de la línea. En este acuerdo se prevé, por un lado, que el CSIC cree una unidad específica que garantice la operación de ese grupo español en Francia, y por otro, que el MEC aporte una asignación presupuestaria (aparte de los posibles proyectos del Plan Nacional de Investigación Científica y de Desarrollo Tecnológico) que garantice la financiación de la operación de la línea, reduciendo las limitaciones importantes que supone la subvención a través de proyectos.

La fase de construcción de la línea finalizó a mediados del año 2005, comenzando entonces la fase de operación. Actualmente el régimen de utilización es completo.

2

ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN ACTUAL

La estructura administrativa y organización actual de esta unidad se ha ido forjando a lo largo de su corta historia, llegando a la situación que se describe aquí:

1. ESTRUCTURA FÍSICA. Actualmente SpLine está dividido en tres grandes bloques:

A. Estación experimental (Beamline). Al utilizar las ventajas de una amplia ventana de entrada (9mrad) la línea de luz española se divide en dos ramas, una situada en el borde de rayos X blandos (A) y la otra en el borde de rayos X duros (B). Ambas están totalmente equipadas con óptica de focalización y dos estaciones experimentales.

La *Optical Hutch* (15 m²) alberga la óptica correspondiente a cada rama. Estos elementos han sido instalados de forma que permite operar en las dos ramas de forma independiente y simultánea. Los experimentos se realizan en dos salas diferentes: Cabaña experimental-1 y Cabaña experimental-2, y el control se realiza desde dos diferentes salas de control: CC1 y CC2.

A.1. Rama A. Está compuesta por:

- a. Área óptica,** donde se encuentran los elementos de transformación del haz blanco de radiación (monocromador, espejos, rendijas, etc.) correspondientes a la rama.
- b. Área de experimentación** (Experimental Hutch 1). Consta de dos estaciones:
 - *Difracción de polvo de alta resolución (HRPD).* Esta estación cuenta con un difractómetro robusto de dos círculos ($\theta/2\theta$), con una resolución en grados de 10^{-4} . Cada círculo está equipado de “encoders”. El eje común de los dos círculos es horizontal, para medir difracción en el plano vertical.
 - *Espectroscopía de absorción de rayos X (XAS).* En esta estación se realizan diferentes tipos de experimentos (transmisión, fluorescencia o “*Electron yield*”) bajo diferentes condiciones (cámara de reacción, temperatura controlada, etc.). Para ello existe un espacio de medidas de aproximadamente 4 metros de largo, que dispone de cámaras de ionización, de reacción, detectores de fluorescencia, crióstato, portamuestras, etc.

c. Área de control (Control Hutch 2), con mesas de trabajo, diferentes ordenadores y electrónica de adquisición de datos y de control, que permite manipular a distancia tanto los equipos como la óptica de la línea. Existe también un pequeño laboratorio de montaje, donde los usuarios pueden preparar las muestras a analizar.

A.2. Rama B. Compuesta a su vez por:

a. Área óptica, que consta de los mismos elementos que la rama A, pero es completamente independiente, lo que permite operar en ambas ramas simultáneamente.

b. Área de experimentación (Experimental Hutch 2). Consta igualmente de dos estaciones:

- *Difracción de monocristales.* Consta de un difractómetro de seis círculos, con el eje principal según la vertical, en el que se pueden instalar equipos auxiliares necesarios para el entorno de los cristales, tales como hornos, imanes o cámaras de vacío. El instrumento es de alta resolución angular y de pequeña esfera de confusión para poder aceptar muestras pequeñas.

El brazo del detector es lo suficientemente grande para permitir una geometría con suficiente espacio alrededor de la muestra. Existe un dispositivo que permite posicionar rendijas adicionales y un detector bidimensional de tipo CCD, para el caso de experimentos con monocristales o a ángulos bajos. El detector CCD se mueve en un casquete esférico, de modo que se podrá difractar tanto en el plano vertical como en el horizontal.

- *Difracción de superficies e interfases.* Para este tipo de experimentos hay un difractómetro de tipo 2S + 3D con el eje principal a lo largo de la vertical, el cual soporta un peso máximo de 1000 kg manteniendo una precisión de movimiento micrométrica; existe también una cámara de ultra alto vacío con un analizador de fotoemisión de altas energías que permite el estudio combinado con difracción de rayos-X. Ambas técnicas se pueden utilizar simultánea o independientemente. Esto ofrece la oportunidad de obtener información electrónica, geométrica

y química sobre la misma muestra y en idénticas condiciones experimentales.

- c. **Área de control** (Control Hutch 2). Al igual que en la cabaña experimental de la rama A, encontramos las correspondientes mesas de trabajo, ordenadores y electrónica de control para manejar desde aquí tanto los equipos como la óptica de la rama.

B. Laboratorio de apoyo / Taller mecánico (60 m²) Tiene como finalidad dar soporte en la preparación y montaje de los diferentes experimentos, y consta de:

- **Espacio de taller.** Consta de material mecánico: torno, fresadora, lijadora, taladro, equipamiento de soldadura, mesa e instrumentación para electrónica, herramientas varias, etc.
- **Área de Química.** Compuesta por una campana extractora con mampara de cristal, mesa y armarios para experimentos de química, etc.
- **Instrumentos de análisis y caracterización de muestras** (Espectrómetro de fotoemisión, XPS; Sistema de preparación de películas delgadas por ablación laser, PLD; Sistema de caracterización magnética por efecto óptico Kerr, MOKE)

C. Área administrativa. Consta de los despachos 21.1.20 (25 m²), 21.1.21 (10 m²) y 21.1.22 (20 m²), más un cuarto de impresión (8 m²).

2. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA. RECURSOS HUMANOS. En cuanto al personal, el grupo en Grenoble actualmente está compuesto por 7 personas (aparte del responsable), pero está aprobada la existencia de 10 plazas, aparte de dos contratados I3P que trabajan desde España:

1 Responsable de línea:

- Germán R. Castro Castro

2 Científicos de línea:

- Juan Rubio-Zuazo
- *Vacante*

4 Pos-Docs o licenciados:

- Francisco Gracia Torres
- *Vacante*

- Ángel López Muñoz
- Estrella Fernández Sánchez

1 Ingeniero electrónico:

- Christian Olalla García

1 Técnico mecánico:

- *Vacante*

1 Técnico administrativo:

- Ana Gutiérrez León

2 Post-Docs I3P:

- Ángel Gutiérrez Rodríguez
- Amador Menéndez Velázquez

Para la operación de la línea, actualmente se cuenta con la disponibilidad de fondos a través de las acciones especiales MAT 2002-10806-E y MAT-2005-25519-E para la contratación, aparte del personal funcionario, de las personas mencionadas anteriormente (10 personas en total).

3. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA. ÓRGANOS DE GOBIERNO. La estructura de administrativa referente a los órganos de gobierno de BM25 SpLine se definió en el Convenio de encomienda de gestión que se firmó entre el Ministerio de Educación y Ciencia y el CSIC. Según este acuerdo los órganos de gobierno de BM25 SpLine son tres:

3.1. Comisión Científica.

a) OBJETO. Definir la política científica de la línea, tratar todas las cuestiones de carácter científico relativas a operación de la línea.

Son funciones de esta Comisión:

- Definir la política científica de la línea.
- Definir los criterios que deben seguir los Comités de Acceso en la asignación de tiempos y supervisar su aplicación.
- Aprobar el procedimiento de solicitud y el protocolo de acceso a la línea por parte de los usuarios externos seleccionados.
- Aprobar la composición de los Comités de Acceso.
- Examinar y, en su caso, aprobar la memoria anual de explotación científica de la línea.

- Elevar las recomendaciones que considere oportunas para mejorar el funcionamiento de la línea BM25, así como proponer al CSIC y al MEC aquellas mejoras de equipamiento que sean necesarias en la línea, junto con una previsión presupuestaria de las mismas.
- Recibir y estudiar las sugerencias y críticas de los usuarios de la línea BM25 SpLine y proponer las mejoras necesarias en coordinación con el Director de la línea.

b) **COMPOSICIÓN:**

- Un presidente, el cual será designado por el MEC.
- 4 vocales propuestos por el MEC, siendo uno de estos del Consorcio para la Construcción, Equipamiento y Explotación del Laboratorio de Luz Sincrotrón (CELLS).
- 2 vocales propuestos por el CSIC.

c) **REUNIONES.** La Comisión Científica se reunirá previa convocatoria y en cualquier caso al menos una vez al año. El Director de la línea asistirá a las reuniones con voz, pero sin voto.

3.2. El Director de la línea

a) **OBJETO.** Es la persona encargada del funcionamiento de la línea, de las relaciones con el ESRF y de las actividades en el ESRF del personal adscrito a la línea. Será el portavoz del MEC ante el ESRF.

El Director de la línea será el responsable de:

- Organizar y supervisar el mantenimiento y funcionamiento de la línea de luz BM25 SpLine, así como la distribución y coordinación del personal de la línea, con arreglo a las directrices de la Comisión Científica y a las que se deriven de los compromisos adquiridos por el MEC ante el ESRF.
- Elaborar el presupuesto anual y la liquidación del anterior, y someterlos a la aprobación de la Comisión Mixta de Seguimiento.
- Efectuar la selección del personal laboral de la línea y de proponer al CSIC su contratación.
- Ejecutar el presupuesto anual aprobado para cada año.

- Proponer al Comité Científico el procedimiento de solicitud de acceso al uso de la línea y el protocolo regulador de la utilización de la misma por parte de los usuarios externos durante la ejecución de las propuestas seleccionadas por el Comité o Comités de acceso.
- Recopilar, organizar, transmitir y conservar las propuestas de utilización de la línea.
- Evaluar la viabilidad técnica de las propuestas de experimentación, previamente a su transmisión al Comité o Comités de Acceso.
- Elaborar la memoria científica anual, someterla a la aprobación de la Comisión Científica y, en general, exponer las actividades científicas de la línea ante la Comisión Científica.
- Arbitrar, en caso necesario, las medidas de ajuste que sea imprescindible introducir sobre el reparto de tiempo de experimentación previamente aprobado por el Comité de Acceso.
- Ejercer, cuando sea necesario, la representación frente a terceros y en particular frente al ESRF.

El Director de la línea comunicará con celeridad al CSIC cuantas incidencias se produzcan con relación a los temas financieros, laborales y patrimoniales. Del mismo modo comunicará al MEC las incidencias relacionadas con los compromisos asumidos por el MEC ante el ESRF. Finalmente, comunicará tanto al MEC como al CSIC las relativas al funcionamiento científico de la línea.

- b) *DESIGNACION*. Será nombrado por el MEC a propuesta del CSIC, y cesado, en su caso, por el MEC a propuesta del MEC o del CSIC.

3.4. Comité de Acceso.

- a) *OBJETO*. Establecer a partir de las solicitudes presentadas por la comunidad científica una propuesta ordenada de uso de la línea que genere el máximo beneficio posible para la sociedad española en su conjunto. El Comité presentará su propuesta al Director de la línea para su ejecución.

- b) *COMPOSICIÓN*.

- El número de científicos integrante del Comité está entre cuatro y ocho. Deben ser científicos de reconocido prestigio y expertos en la utilización de técnicas en

radiación sincrotrón. Al menos uno de ellos debe ser miembro de la Comisión Científica.

- El MEC a propuesta del CSIC nombra a los miembros de cada uno de los Comités de Acceso, por una duración de tres años. De acuerdo a la actividad realizada por estos expertos, el CSIC puede proponer al MEC la prórroga de los mandatos de los integrantes de cada Comité de Acceso.
 - El Comité de Acceso elige de entre sus miembros a un Presidente, quien debe convocar y moderar las reuniones y ocuparse de que se levante acta de las mismas.
- c) *REUNIONES*. Previa convocatoria formal escrita, al menos dos veces al año. Adicionalmente podrá, en caso de urgencia, trabajar por procedimiento escrito.

3

ACTIVIDAD DE LA UNIDAD

El objetivo de SpLine es cubrir las necesidades de la comunidad española de usuarios de radiación sincrotrón en el rango de energías de los rayos X en las áreas de Física, Química, Ciencia de Materiales y Biología.

La línea, de acuerdo al Convenio entre el Ministerio de Educación y Ciencia y el ESRF, tiene que suministrar el 33% del tiempo de experimentación a la comunidad científica internacional (procesos de selección realizados a través de comités internacionales del ESRF) y un 66% a experimentos seleccionados de acuerdo a criterios propios que define la Comisión Científica.

Hay que insistir en que esta unidad, este grupo, para proporcionar en todo momento los servicios necesarios a los usuarios debe trabajar en unas condiciones muy particulares, con un régimen de operación de 24 horas al día, 7 días a la semana, durante 200 días útiles de radiación al año, lo que equivale a 600 jornadas laborales al año por cada una de las dos ramas (más al menos otros 50 días de mantenimiento, puesta a punto, etc.).

Las actividades del grupo SpLine en Grenoble se dividen en cuatro áreas:

1) *Soporte y asesoramiento técnico y científico a usuarios externos.*

Esta unidad tiene como función o actividad principal el dar soporte a la comunidad de usuarios. Esta labor se desarrolla principalmente durante la realización de los experimentos en la línea, pero muchas veces abarca un área más amplia, que va más allá del simple apoyo técnico y científico durante el trabajo en Grenoble. Puede tratarse por ejemplo de asesorar en la redacción de las solicitudes; de redireccionar algunas de ellas hacia otras líneas o sincrotrones más apropiados para el experimento que el usuario desea realizar; de colaborar en las fases previas y posteriores de los experimentos, tanto en la preparación de estos, como en la interpretación y análisis de los datos obtenidos, etc.

2) *Investigación propia (in-house research)* en ciencia de materiales (correlación entre propiedades estructurales y electrónicas de intercaras y superficies).

El buen funcionamiento y mejor aprovechamiento de las instalaciones son garantizados a través de la investigación propia. Los científicos que operan esta unidad tienen el derecho y la necesidad de realizar una carrera científica, lo que implica actividades propias que varían de acuerdo a las tendencias de los diferentes

grupos. Este trabajo personal garantiza el que la línea se mantenga en unas condiciones favorables para realizar un trabajo científico de alta calidad.

Para este fin se reserva el 10% del tiempo total disponible de la línea.

3) *Instrumentación científica.*

Parte de la instrumentación que existe en SpLine ha sido diseñada por el grupo de Grenoble y hay una actividad que continúa, que es el diseño de nuevos equipos de instrumentación, bien para mejorar las condiciones actuales o bien para acceder a un tipo de información que no es accesible hasta el momento.

Y por otro lado, se realizan tareas de mantenimiento, puesta a punto, mejoras, de los sistemas ya existentes. Para estas tareas de *commissioning*, de realización de pruebas técnicas que no puedan efectuarse durante las paradas técnicas del sincrotrón del ESRF, se reserva el 5% del tiempo total disponible de la línea.

4) *Gestión administrativa.* Las tareas administrativas en SpLine se pueden dividir principalmente en dos grandes grupos: por un lado, todo lo relativo a la gestión propia, interna (compras, contratos, vacaciones, permisos, relaciones con el ESRF, etc.), y por otro, todo lo que concierne a la gestión de usuarios (coordinar y elaborar de los planes de experimentos en función de los modos de operación; realizar toda la estrategia de trabajo: fechas, viajes, dietas, permisos de entrada, etc.; proporcionar soporte y asesoramiento a los usuarios en la realización de las solicitudes, etc.).

4

ANÁLISIS CRÍTICO DE FUNCIONAMIENTO

En este apartado se realiza un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), valorando la situación actual de la CRG BM25 SpLine en su entorno competitivo, nacional e internacional.

El grupo SpLine en Grenoble ha estado en una fase de puesta a punto, de construcción de esta unidad y la fase de operación real comenzó a mediados del año 2005, actualmente se funciona en un régimen de operación normal. Debido a la corta vida operacional el análisis retrospectivo es difícil.

4.1. FORTALEZAS

- i) La radiación sincrotrón, la cual es emitida por electrones de muy alta energía que circulan dentro de un anillo, está compuesta esencialmente de rayos X y sirve fundamentalmente para estudiar las estructuras atómicas y moleculares que componen la materia. La radiación sincrotrón tiene su campo de aplicación en áreas del conocimiento tan diversas como física, química, biología, ciencia de materiales, geofísica, medioambiente o medicina. Los sincrotrones y en particular la línea SpLine ofrecen a sus usuarios una herramienta de investigación de características excepcionales de muy alto nivel, de tecnologías punteras, y el apoyo y la competencia de un equipo multidisciplinar de investigadores, ingenieros y técnicos.
- ii) Las características técnicas de la radiación sincrotrón así como las posibilidades experimentales que ofrecen sobrepasan ampliamente las de las fuentes de laboratorios convencionales existentes en Europa y en el mundo entero, tanto en lo referente al brillo como a la estabilidad del haz de luz producidos.
- iii) Cultivo de la excelencia científico-técnica, actividad competitiva y rendimiento de resultados.
- iv) Rápida adaptación a nuevos retos científicos y tecnológicos gracias a la dimensión, multidisciplinariedad y excelencia de los recursos humanos disponibles.
- v) Existencia de una amplia infraestructura de equipamiento y de personal con experiencia en la síntesis, procesado y caracterización de materiales, tanto en volumen como en capa delgada.
- vi) Capacidad de realización de diversas líneas de investigación, tanto propias como de los usuarios de la línea, relacionadas con los emergentes campos de Nanociencia, Biomateriales, Mate-

riales Fotónicos y Materiales para Almacenamiento/Conversión de Energía y Desarrollo Sostenible.

- vii) Optimización en la utilización de las inversiones de infraestructura científica tanto a nivel de grupos de investigación como de los Servicios Científicos Generales y de Apoyo a la Investigación, debido al gran número de científicos que se reciben en las instalaciones de SpLine.
- viii) Localización en un centro europeo de investigación, en un entorno de “alta visibilidad”.
- ix) Acreditada capacidad de formación de personal científico y oferta sostenida de oportunidades para los nuevos licenciados.
- x) Capacidad de atracción de doctores en programas competitivos y de científicos visitantes.

4.2. DEBILIDADES

- i) Posición de desventaja frente a centros ubicados en el territorio nacional en la incorporación de jóvenes investigadores de excelencia debido a mayores restricciones tanto de tipo administrativo como económico.
- ii) Fuga de investigadores de excelencia debida a las mejores expectativas profesionales en el ámbito académico-científico europeo.
- iii) Dificultad de acceso a la dotación económica del presupuesto de mantenimiento y reparaciones que impide el funcionamiento de las técnicas experimentales y Servicios Científicos a ritmos más elevados.
- iv) Inexistencia de financiación vía el presupuesto ordinario para diseñar un plan sistemático de renovación de equipamiento.
- v) Escasa percepción social y mediática de la incidencia de la investigación realizada en otras áreas de conocimiento.
- vi) Falta de igualdad de derechos laborales en las diversas fases de la carrera investigadora.
- vii) Exceso de tiempo de investigador dedicado a labores administrativas y de gestión, debido a la falta de agilidad y flexibilidad en la gestión administrativa.
- viii) Escasa dotación de personal técnico nacional, debido a que la percepción económica no es acorde con el desplazamiento al extranjero que implica la realización de este trabajo.
- ix) La línea SpLine, situada en el extranjero, en Francia, pero siendo administrada por el CSIC, sufre problemas de contrata-

ción de servicios y de personal desplazado en condiciones muy particulares.

4.3. OPORTUNIDADES

- i) Cambio de la figura jurídica del CSIC que debe observarse como una oportunidad para mejorar la gestión.
- ii) Cambio de la figura jurídica de SpLine, que pasará a formar parte de una Unidad de Grandes Instalaciones en Grenoble, Francia.
- iii) La experiencia de una gestión de apoyo a la investigación para usuarios de la comunidad científica nacional.
- iv) Reciente creación de nuevas áreas prioritarias del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo E Innovación Tecnológica 2004-2007.
- v) Acción Estratégica del Plan Nacional de ID+eIT 2004-2007 en el área de Nanociencia y Nanotecnología.

4.4. AMENAZAS

- i) Pérdida de competitividad por obsolescencia de los equipamientos científicos si no son renovados en plazo.
- ii) Incapacidad de los gestores científicos de asumir en términos de recursos humanos y económicos las necesidades de la línea SpLine en el ESRF.
- iii) Desánimo generalizado ante las dificultades de gestión de contratos, salarios, compras, etc.
- iv) Pérdida de recursos humanos debido a la falta de estabilidad de los trabajadores desplazados.
- v) Pérdida del capital humano ya formado, por los motivos descritos anteriormente.

4.5. ANÁLISIS INTEGRADO

Actividades	Valoración global	Capacidad	Calidad	Tendencia competitiva	Relevancia Observaciones	Propuesta actuación
Soporte y asesoramiento técnico y científico a usuarios						
Difracción de polvo de alta resolución (HRPD)	3	3	3	3	Red temática CSIC (Utilización de radiación sincrotrón)	P
Espectroscopía de absorción de rayos X (XAS)	3	4	3	3	Red temática CSIC (Utilización de radiación sincrotrón)	P
Difracción de monocristales	4	5	4	4	Red temática CSIC (Utilización de radiación sincrotrón)	P
Difracción de superficies e interfaces	5	5	4	4	Red temática CSIC (Utilización de radiación sincrotrón)	P
"In-house research": Ciencia de materiales (correlación entre propiedades estructurales y electrónicas de intercaras y superficies)						
Crecimiento de sistemas de baja dimensionalidad y caracterización mediante espectroscopias electrónicas, técnicas de difracción, microscopias atómicas y simulación	4	4	4	4		P
Espectroscopias y microscopias e intercaras enterradas	5	5	5	5		P
Físico-química de superficies aplicada a materiales funcionales	4	4	4	4		P
Síntesis y caracterización y propiedades de multicapas magnéticas	4	3	3	3		P
Desarrollo y aplicaciones de superficies y capas delgadas nanoestructuradas	4	3	3	3		P
Preparación de materiales por rutas bioinspiradas	3	2	3	4		P
Intercaras bio-inorgánicas	4	3	3	4		P
Instrumentación						
Óptica de rayos X	4	4	5	4		M
Estaciones experimentales						
Difractómetro de polvo	3	3	3	3		P
Estación de espectroscopia absorción de rayos X	4	3	3	4		P
Difractómetro de monocristales	5	4	5	4		P
Difractómetro de superficies	5	4	4	5		P
Laboratorio de apoyo						
Equipo de caracterización magnética basado en el efecto Kerr superficial (SMOKE)	4	3	4	4		P
Equipo de deposición de materiales mediante pulsos de láser (PLD)	4	4	4	5		M
Equipo de espectroscopia de fotoemisión de rayos X	4	3	3	3		P
Software para instrumentación (desarrollo y mantenimiento)						
Sistema de control	4	3	4	5		M
Sistema de adquisición de datos	5	4	4	5		M
Sistema de análisis	3	4	4	3		P

* La escala representa:

5: Excelente; 4: Muy buena; 3: Buena; 2: Satisfactoria; 1: No satisfactoria

P: "A potenciar"; M: "A mantener"; D: "A desaparecer"

5

PLAN ESTRATÉGICO FUTURO

Como se puede constatar fácilmente gracias a numerosos ejemplos, la administración española a través de los correspondientes organismos de gestión de la actividad científica –el Centro de Investigación Científica y Tecnológica (CICYT), la Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT), el Ministerio de Educación y Ciencia (y anteriormente el Ministerio de Ciencia y Tecnología)- ha incrementado considerablemente en los últimos años los fondos destinados a la promoción de actividades de radiación sincrotrón, participando en proyectos como la línea de radiación de LURE (París) o BM25 SpLine y BM16 en el ESRF, los cuales han culminado con la creación de ALBA, que reunirá un gran número de especialistas, no sólo en la etapa de construcción, sino además en la de explotación.

La Administración española ha mostrado también interés por participar en otros dos proyectos, para los cuales ha firmado un protocolo de intenciones que eventualmente se concretizará en un acuerdo de cooperación formal, el cual implicaría personal español y/o acceso de la comunidad científica española a otros dos centros, el SOLEIL (París) y XFEL (Hamburgo), el proyecto europeo-alemán de producción de un láser de electrones en la región de rayos-X.

Por todo esto, son obvias dos cosas. Por un lado, que existe una demanda de personal capacitado, y por tanto hay que promover la formación de gente especializada, y por otro, que es necesaria la creación de grupos de trabajo capaces de aprovechar esas actividades, y que permitan al CSIC, en un primer momento, avanzar en sus proyectos de investigación propios, y después, adquirir una cierta notoriedad, un cierto valor agregado en personal que de alguna manera pueda participar o influenciar en la toma de decisiones de este tipo de proyectos a nivel internacional. Así el Consejo adquiriría en este ámbito mayor relevancia, tendría más influencia.

Desde el punto de vista del grupo o unidad SpLine en Grenoble, hay principalmente dos áreas fundamentales a tener en cuenta: la instrumentación científica y la Física o Ciencia de Materiales, Películas delgadas, Superficies e Intercaras.

En lo que respecta a este conjunto de actividades, la importancia de la parte que concierne a la instrumentación está clara, ya que ALBA requerirá gente especializada en el diseño y montaje de líneas a muy corto plazo; en el XFEL también habrá gente que deberá participar en esta etapa de construcción; en SOLEIL probablemente es menos importante porque se encuentra en una situación mucho más adelantada, pero eventualmente en la formación de líneas,

etc.. En nuestro caso, en la parte de instrumentación, tenemos una experiencia sólida en generación de instrumentación de radiación sincrotrón y asociada (tipo analizador de electrones), y la necesidad de mantener esta actividad dentro de nuestro grupo en Grenoble debería tener unas perspectivas de, al menos, cuatro plazas estables en los próximos cinco o seis años, con vistas a lograr, dentro de un periodo de tiempo razonable, una plantilla permanente, estable.

Hay una necesidad real de que las personas que trabajen aquí tengan perspectivas de larga duración, de estabilidad, que sepan que la actividad que realizan les permite hacer una carrera, que no es una actividad pasajera. Hacen falta plazas estables por las cuales este personal puede competir libremente.

Otra cuestión fundamental es la creación de redes de cooperación bilateral con otros centros. Concretamente se pueden plantear plantear varios ejes de cooperación:

- Alemania, ya que el proyecto XFEL se realiza allí.
- Francia, eventualmente, por el SOLEIL.
- Incluso se podría hablar de DIAMOND, en Inglaterra, aunque es un proyecto en el que por ahora España no ha participado.

Otra posibilidad es la creación de becas tipo I3P, tanto predoctorales como postdoctorales, específicas para instrumentación científica particular de radiación sincrotrón, e incluso de programas de intercambio dedicados a la utilización de la radiación sincrotrón en la región de rayos-X duros en la caracterización e investigación de materiales, películas delgadas, superficies e intercaras.

Un último punto a tratar es el de los beneficios que se obtendrían si se aprovecharan estas características particulares y si se fomentasen mejoras en las áreas de utilización de radiación sincrotrón en la región de rayos-X duros en el estudio de materiales, películas delgadas, superficies e intercaras.

- 1) En primer lugar, una mayor calidad científica. Es obvio que una de las cosas de que se beneficia el CSIC de entrada es de la mejor calidad del trabajo que se realice, ya que la meta del consejo es fomentar la actividad científica. Con todo esto se podría proporcionar una investigación de mejor calidad, lo cual revertiría de alguna manera en la imagen del Consejo frente a la sociedad.
- 2) Por otro lado, se podría proporcionar asesoramiento a las autoridades del CSIC en foros, comisiones, etc. en los que se piense que tienen que darse consejos de gestión de estas actividades. Por ejemplo, dentro de ALBA, en comisiones científicas, tribunales, consejos

asesores, etc. Es decir, cuando el Consejo considere oportuno, puede contar con personal de un cierto nivel de competencia en este área de investigación, capaz de representarle de la mejor manera.

- 3) Y este personal cualificado podría igualmente asesorar a empresas españolas (y eventualmente europeas) en el desarrollo y producción de instrumentación científica.
- 4) El CSIC, a través del grupo SpLine, se convertiría en un interlocutor más que válido frente al Ministerio, en lo que respecta a este campo de investigación. Se trataría de darle al Consejo una mayor visibilidad, de manera que tuviera cierta capacidad de influenciar o hacer que las políticas del Estado en este tipo de áreas respondan más a sus necesidades propias o de la comunidad científica española. Así, se intentaría conseguir que el Consejo tuviese una participación más visible o preponderante en la gestión de política científica.
- 5) En lo que concierne a la divulgación, otra de las metas de la investigación, y por lo tanto del CSIC, el grupo de Grenoble podría realizar cursos de formación y especialización (de nivel de Doctorado), tanto para personal científico como para personal técnico y empresas. O por ejemplo, el Consejo podría considerar abrir un ciclo, una serie de charlas de divulgación de la actividad científica en general y en particular en la parte de radiación sincrotrón, y solicitar la colaboración de esta unidad.

Actualmente SpLine está funcionando con dependencia del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, una institución en la que ya trabaja un número elevado de científicos, lo que le hace sufrir una serie de restricciones administrativas. Sin embargo, la operación de la línea SpLine requiere una infraestructura administrativa acorde a las actividades que realiza, y que responda a las exigencias legales asociadas a la operación fuera del territorio nacional. Además, al estar esta unidad en un entorno de «alta visibilidad» como es el ESRF, es importante que sus instalaciones funcionen correctamente y que su utilización pueda darse sin contratiempos burocráticos.

Para agilizar este funcionamiento y evitar problemas de gestión sería positiva la existencia de una estructura administrativa propia, con personalidad jurídica, lo que permitiría la resolución de problemas con el menor número de intermediarios posible. Para ello, el CSIC aprobó en Junta de gobierno el 22 de diciembre de 2003 la creación de una Unidad de Grandes Instalaciones en Grenoble, dependiente directamente de la Vicepresidencia del CSIC, pero sigue pendiente su implementación. De esta unidad formaría parte SpLine.

Nosotros debemos llegar a una estructura administrativa propia con personalidad jurídica que nos permita resolver los problemas de gestión de personal desplazado en Francia.

El Plan estratégico persigue dotar al grupo de Grenoble de las siguientes tareas o funciones:

- Contribuir a la coordinación de la actividad científica y técnica (asistencia a los usuarios sobre la línea y otros instrumentos, orientación en la preparación de *proposals*, etc.), permitiendo conseguir un ritmo de trabajo equivalente al de cualquier línea del ESRF.
- Realizar y potenciar programas de intercambio entre las comunidades científicas española y francesa.
- Potenciar la coordinación investigadora entre grupos de trabajo españoles y franceses.
- Promover el uso de las instalaciones del ESRF, de acuerdo con los responsables del mismo y del CSIC.
- Gestión del personal español desplazado a Francia: Profesionales dependientes de la Administración española en situación de desplazados. Funcionarios, laborales o contratados. Pagos de salarios y complementos por residencia eventual. Becarios pertenecientes a la Administración:
- Servir de referencia a los profesionales españoles contratados por organismos de investigación franceses y multilaterales, al igual que a los becarios españoles pertenecientes a organismos de investigación franceses y multilaterales.
- Asesoría laboral, etc., para la comunidad científica española desplazada a Francia.
- Punto de encuentro de la comunidad científica española desplazada en Francia.
- Proporcionar servicios administrativos (gestión de personal, compras, etc.), de secretaría científica y organización logística (alojamiento, permisos de entrada y de trabajo, cantina, viajes, etc.), tanto del personal recién llegado, como de visitantes, usuarios, gente en formación, etc.
- Facilitar la contratación de servicios (por ejemplo electricistas, fotocopias, cerrajeros, etc.) en Francia, sede de la línea.
- Pago de las cuotas a los organismos franceses y multilaterales de investigación.
- Gestión de los costos de explotación de los distintos grupos de investigación en Francia.

Servir de oficina de información comercial especializada a las empresas españolas que quieran competir en el campo de la alta tecnología.

Teniendo en cuenta todos estos objetivos y necesidades, un último problema sería el espacio disponible. Para lograr todas estas mejoras sería necesario disponer de un espacio suplementario para poder ubicar esta nueva estructura administrativa.

6

INDICADORES DE EJECUCIÓN

6.1. SOPORTE Y ASESORAMIENTO TÉCNICO Y CIENTÍFICO A USUARIOS EXTERNOS

A partir del gran número de solicitudes recibidas, tanto a través del ESRF como de la CRG SpLine, se ha establecido un programa de experimentos para ambas ramas de la línea. El grupo SpLine, aparte de proporcionar el equipamiento necesario para su realización, se compromete a dar soporte técnico y científico a través de la figura del *local contact* como responsable principal, contando además con el apoyo de todo el personal de la línea.

	Proposal through the SpLine procedure
	Proposal through the ESRF procedure

BRANCH A:

Dates	Proposer/Title	Local Contact	Instr	Mode
14/06/07 19/06/07	Miguel Ángel García (HE-2441) "XANES and EXAFS study of Mn and Co doped ZnO nanoparticles"	G.Castro	XAS	Uniform
02/05/07 08/05/07	Wojciech Starosta (CH-2429) "Structure and nuclearity determination of silver clusters in zeolites by EXAFS and anomalous XRPD"	I.da Silva / A.Cordón	XAS	7/8 + 1
18/04/07 24/04/07	Leonardo Soriano (25-01-614) "Study of the local coordination of Ni atoms located at the NiO/oxyde interfaces"	A.Cordón	XAS	Uniform
14/03/07 21/03/07	Carlos Prieto (HE-2442) "XAS study of ferromagnetic nanoparticles"	A.Cordón	XAS	Uniform
09/03/07 13/03/07	Carlos Prieto (25-01-632) "XAS study of ferromagnetic nanoparticles"	A.Cordón	XAS	7/8 + 1
21/02/07 26/02/07	Alfonso Caballero Martínez (CH-2348) "Study by in-situ XAS of some of Ni and Ni-Co perovskites as catalytic systems for hydrogen production"	A.Cordón	XAS	Uniform
14/02/07 20/02/07	Mercedes Suárez Barrios (CH-2256) "A Powder Diffraction study of nanochannels' size in natural clays: the case of sepiolite"	I.da Silva	HRPD	Uniform
08/02/07 12/02/07	Álvaro Martínez (25-01-626) "Anomalous magnetic behaviour in FeCuZr amorphous alloy"	G.Castro	XAS	16 bunch
04/02/07 06/02/07	Daniel Rojas (HD-113) "Influence of disorder on the electronic properties of Yb-Al compounds"	G.Castro	XAS	16 bunch
02/02/07 04/02/07	Jesus Chaboy Nalda (25-01-617) "Determination of the local structure of nanocrystalline powders of yttria stabilised zirconia (YSZ) obtained using a mechanical alloying method"	G.Castro	XAS	16 bunch
31/01/07 02/02/07	Jesus Chaboy Nalda (25-01-616) "Determination of the lattice disorder in the UCu5-xNix system"	G.Castro	XAS	16 bunch
16/12/06 18/12/06	Eric Dooryhee (25-01-638) "In-situ formation of a stable indigo@zeolite hybrid pigment on heating"	G.Castro	HRPD	Uniform

Dates	Proposer/Title	Local Contact	Instr	Mode
13/12/06 16/12/06	Maria Franca Brigatti (HS-3100) "Relationships between Fe(2+)/Fe(3+) local structural ordering and magnetic properties of layer silicates"	G.Castro	XAS	Uniform
06/12/06 12/12/06	Eric Dooryhee (25-01-638) "In-situ formation of a stable indigo@zeolite hybrid pigment on heating"	G.Castro	HRPD	2*1/3
03/12/06 05/12/06	Ana Gutiérrez León (25-01-637) "Archaeometry: HRPD on Early Bronze and Iron-II Age ceramic fragments from Los Rosales-Madrid, Spain"	G.Castro	HRPD	Uniform
29/11/06 03/12/06	Gabriela Roman-Ross (25-01-635) "Arsenic sorption and coprecipitation with schwertmannite"	G.Castro	XAS	Uniform
22/11/06 28/11/06	Carlos Prieto (25-01-610) "Mn local order EXAFS characterization of ferromagnetic Mn-doped Silicon Nitride"	G.Castro	XAS	Uniform
15/11/06 19/11/06	Javier Blasco (HS-3205) "Phase transition of Pb ₂ MnWO ₆ studied by means of XAS spectroscopy"	G.Castro	XAS	Uniform
08/11/06 14/11/06	Javier Díaz (HE-2326) "The perpendicular anisotropy of amorphous Nd-Co thin films studied by EXAFS"	G.Castro	XAS	Uniform
31/10/06 07/11/06	Ana Gutiérrez León (25-01-637) "Archaeometry: HRPD on Early Bronze and Iron-II Age ceramic fragments from Los Rosales-Madrid, Spain"	J.Rubio-Zuazo	HRPD	2*1/3
07/10/06 10/10/06	Ernesto Diéguez Delgado (HS-3183) "Atomic local structure determination of bismuth and ytterbium dopants in CdTe crystals"	G.Castro	XAS	16 bunch
04/10/06 07/10/06	Ernesto Diéguez Delgado (HS-3184) "Evaluation of lattice distortion on CdTe Crystals induced by doping with Bismuth"	G.Castro	HRPD	16 bunch
27/09/06 03/10/06	Claro Ignacio Sainz Díaz (25-01-623) "Crystal structure and phase transition of statins by High-resolution synchrotron X-ray powder diffraction"	G.Castro	HRPD	16 bunch
20/09/06 26/09/06	Laura Rocas (CH-2264) "Structural Characterization by X-ray Powder Diffraction of all members in a new family of 1D lanthanide phosphonates, [H ₃ NCH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₃] ⁺ [hedpH ₂] ⁻ [hedpH] ⁻ "	G.Castro	HRPD	16 bunch
13/09/06 17/09/06	María Antonia Señaris-Rodríguez (25-01-609) "Searching for evidences of Zener Pairs in Mn ₂ O ₃ "	G.Castro	HRPD	Hybrid
06/09/06 12/09/06	Mercedes Suárez Barrios (25-01-634) "High Resolution Powder diffraction on archaeological blue pigments from El Templo Mayor, Mexico"	G.Castro	HRPD	Uniform
22/07/06 26/07/06	Javier González-Platas (25-01-627) "Powder Diffraction on two organic compounds using Variable Counting Time technique to apply in the determination of structures"	G.Castro	HRPD	16 bunch
16/07/06 22/07/06	Maria Grazia Proietti (25-01-630) "EXAFS Study non-polar GaN/Aln quantum dots"	F.Gracia	XAS	16 bunch
12/07/06 16/07/06	Álvaro Martínez (25-01-626) "Anomalous magnetic behaviour in FeCuZr amorphous alloy"	G.Castro	XAS	16 bunch

BRANCH B

Dates	Proposer/Title	Local Contact	Instr	Mode
02/07/07 10/07/07	Gregory Cabailh (SI-1532) "Structures of the simple termination of Fe ₃ O ₄ "	G.Castro	ID-SixC	Hybrid
18/04/07 26/04/07	Jacobo Santamaría (HE-2443) "Correlation between magnetic properties and atomic structure at the interface in LaMnO ₃ based heterostructures"	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	Uniform / 7/8 + 1

Dates	Proposer/Title	Local Contact	Instr	Mode
14/02/07 16/02/07 21/02/07 28/02/07	Juan Rubio-Zuazo (SI-1419) «Crystallographic study of La _{0.7} Ca _{0.3} MnO ₃ thin films (2.4-35 nm) grown on SrTiO ₃ (001) and LaAlO ₃ by Pulsed Laser Deposition»	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	Uniform
08/12/06 13/12/06	Sybolt Harkema (25-02-614) “Atomic structure of SrTiO ₃ /LaAlO ₃ multilayer systems”	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	16 bunch
31/01/07 06/02/07	Hermann Gies (SI-1414) “Investigation of the mineral adsorbate interface structure of the (100) surface of fluorapatite (FAP) with GIXRD”	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	16 bunch
26/01/07 30/01/07	Uta Magdanz (SI-1443) “Investigation of the interface structure of the (104) calcite surface with the dipeptide B-asp-gly in aqueous solution with grazing incidence X-ray diffraction”	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	16 bunch
31/10/06 14/11/06	Eugénie Martinez (25-02-613) “Hard X-ray photoelectron spectroscopy investigation of novel metal/oxide stacks on Ge and GeOI for future CMOS applications”	J.Rubio-Zuazo	HAXPES	2* 1/3 Uniform
04/10/06 10/10/06	Alicia de Andrés (SI-1416) “Structural study on thin films and multilayers of ferromagnetic SnO ₂ based semiconductors”	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	16 bunch
19/07/06 26/07/06	Javier Palomares (25-02-611) “X-ray diffraction and reflectivity measurements on magnetic nanostructures grown by pulsed laser deposition and ion implantation”	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	16 bunch
12/07/06 18/07/06	Juan Rubio-Zuazo (25-02-609) “Structural study of La _{0.7} Sr _{0.3} MnO ₃ thin film (2.4 nm) grown on SrTiO ₃ (001) by X-ray diffraction”	G.Castro	HAXPES	16 bunch
28/06/06 08/07/06	Andreas Stierle (SI-1355) “Structure of O-Ag(111) p(4x4) on single crystals and Ag nanoparticles investigated by in-situ surface x-ray diffraction”	G.Castro	ID-SixC	2* 1/3 - H
13/06/06 27/05/06	Juan Rubio-Zuazo (25-02-610) “Photoemission cross section and inelastic mean free path determination by Hard X-Ray photoelectron spectroscopy (HAXPES) on multilayer systems”	J.Rubio-Zuazo	HAXPES	Uniform
17/05/06 23/05/06	Ángel López (25-02-608) “Growth kinetics study of copper-alanine complex crystals”	G.Castro	ID-SixC	16 bunch
24/04/06 02/05/06	Juan Rubio-Zuazo (SI-1353) “Crystallographic study of La _{0.7} Ca _{0.3} MnO ₃ thin film (6.6 nm) grown on SrTiO ₃ (001). Correlation between atomic structure and magneto-transport properties”	G.Castro	ID-SixC	Uniform
18/03/06 21/03/06 06/04/06 11/04/06	Ángel López (25-02-606) “Characterization of copper alanine - water interface by surface x-ray diffraction”	G.Castro	ID-SixC	2* 1/3
12/03/06 14/03/06	Javier Díaz (25-02-604) “Phase segregation in amorphous Fe-Si and Co-Si magnetic alloys and the origin of their magnetic anisotropy studied by SAXS”	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	Uniform
08/03/06 12/03/06	Carlos Quirós (MA-114) “Correlation between structure and magnetism in CoSi/Si multilayers”	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	Uniform
01/03/06 07/03/06	Ángel López (HS 3048) “Atomic structure determination of copper-alanine and copper-isoleucine complexes during in-situ growing in aqueous solution”	G.Castro	ID-SixC	Uniform
22/02/06 28/02/06	Xavier Torrelles (25-02-603) “Interaction of the (100) surface of fluorapatite with water and single amino acids gly and pro in solution”	G.Castro	ID-SixC	Uniform
15/02/06 20/02/06	Alicia de Andrés (25-02-601) “Structure dependence of ultrathin La _{0.7} Sr _{0.3} MnO ₃ epitaxial films on film thickness”	J.Rubio-Zuazo	ID-SixC	Uniform
02/12/05 06/12/05	José Ángel Martín-Gago (25-02-602) “Adsorption of Cholesterol Oxidase onto polyethylenimine multilayer film: Role of the ionic strength in the layer structure”	A.López	ID-SixC	Uniform

6.2. IN-HOUSE RESEARCH: CIENCIA DE MATERIALES

Teniendo en cuenta que la fase de construcción y puesta a punto de la línea BM25 ha terminado en el año 2005, el equipo encargado de la misma, aunque si ha desarrollado sus habilidades técnicas, no ha dispuesto hasta el momento del tiempo necesario para realizar una producción científica proyectada hacia el exterior muy prolífica. Como consecuencia de todo este trabajo empieza ahora la fase de realización de experimentos y explotación y difusión de resultados.

Year	Autors	Title/Ref
2006	J. Rubio-Zuazo & Germán R. Castro	"First principle study of the properties of a Cylindrical Mirror Analyzer: complete calculation of the electron trajectory", submitted to <i>Review of Scientific Instruments</i>
2005	A. Pereira, Ch. Olalla, J. Sánchez Sanz, G. R. Castro	"Control y adquisición de datos en la línea española del sincrotrón de Grenoble", <i>Revista Técnica Industrial</i> 260, 40.
2005	O. Bikondoa, X. Torrelles, F. Wendler, W. Moritz & G. R. Castro	"Surface induced disorder on the clean Ni3Al (111) surface", <i>Physical Review B</i> 72, 195430.
2005	M. García Fernández	<i>Sistema UHV de caracterización de superficies: Fotoemisión y LEED</i> . Tesina de Grado. Univ. de Oviedo.
2005	J. Rubio-Zuazo, G. R. Castro	"Hard X-ray photoelectron spectroscopy (HAXPES) (≤ 15 keV) at Spline, the Spanish CRG beamline at the ESRF", <i>Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A</i> 547, 64.
2005	J. Rubio-Zuazo, PhD Thesis (Univ. Autonoma de Madrid)	<i>Synchrotron X-ray radiation applied to the study of thin films: The case of La_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃/SrTiO₃ (001)</i>
2005	J. Rubio-Zuazo, A. de Andrés, S. Taboada, C. Prieto, J. L. Martínez & G.R. Castro	"Correlation between atomic structure and magnetic properties of La _{0.7} Ca _{0.3} MnO ₃ thin films grown on SrTiO ₃ (100)", <i>Physica B: Physics of Condensed Matter</i> 357, 159.
2003	O. Bikondoa, PhD Thesis (Univ. Basque Country)	<i>Structural Properties of Oxide Thin Films on Alloys</i>
2003	A. de Andres, J. Rubio-Zuazo, G.R. Castro, S. Taboada, J. L. Martínez & J. M. Colino	"Structural and magnetic properties of ultrathin epitaxial La _{0.7} Ca _{0.3} MnO ₃ manganite films: Strain versus finite size effects", <i>Appl. Phys. Letters</i> 83, 713.
2003	M. F. Reedijk, J. Arsic, J. Kaminski, P. Poodt, H. Knops, P. Serrano, G. R. Castro, E. Vlieg.	"Melting behavior of the beta-Pb/Ge(111)", <i>Phys. Rev. B</i> 67, 165423.
2001	O. Bikondoa	"Sinkrotroi erradiazioa: ezaugarriak eta historia", <i>Ekaia</i> 13, 37.
2001	X. Torrelles, F. Wendler, O. Bikondoa, H. Isern, W. Moritz & G. R. Castro	"Structure of the clean NiAl(110) surface and the Al ₂ O ₃ /NiAl(110) interface", <i>ESRF Highlights</i> 2001
2001	X. Torrelles, F. Wendler, O. Bikondoa, H. Isern, W. Moritz & G. R. Castro	"Structure of the clean NiAl(110) surface and the Al ₂ O ₃ /NiAl(110) interface", <i>Surf. Sci.</i> 487, 97.
1999	O. Bikondoa	<i>Estudio de la focalización vertical de un haz mediante espejos con incidencia rasante</i> . Tesina de Grado. Univ. Basque Country.
1998	G. R. Castro	"Optical design of the general-purpose Spanish X-ray beamline for absorption and diffraction". <i>J. Synchrotron Rad.</i> 5, 657
1997	G. R. Castro	<i>Spanish CRG Beamline - Proposal Document presented at the SAC</i>

6.3. PARTICIPACIÓN Y ASISTENCIA A CONGRESOS

2006:

7-8 Diciembre: BESSY Users' Meeting 2006. Berlin, Alemania. **M. Merkel** Presentación del poster "Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy (HAXPES)(≤ 15 keV) at SpLine, the Spanish CRG Beamline at the ESRF: First Results". (Con *M. Escher, J.R. Rubio-Zuazo, G.R. Castro*)

27-29 Septiembre: Synchrotron radiation in Art and Archaeology, SR2A, Berlin, Alemania. **Ana Gutierrez-Leon**, Presentación del poster "SYNCHROTRON POWDER DIFFRACTION ON AZTEC BLUE PIGMENTS"(con Corina Solis, Ricardo Sánchez-Hernández, Jasinto Robles-Camacho, Janis Rojas-Gaytán, Manolo Sanchez del Rio, Juan Rubio-Zuazo, G.R. Castro)

3-8 Septiembre: E-MRS Fall Meeting, Warsaw, Polonia, **Juan Rubio-Zuazo** presentación del poster : "Structural, electronic and chemical properties by simultaneous combination of X-Ray diffraction (SXRD) and Hard X-Ray Photoelectron Spectroscopy (HAXPES, up to 15KeV)" (con G.R. Castro)

19-20 Septiembre: International Workshop on Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy. *Japan*. **Juan Rubio-Zuazo** Presentación oral "Subshell ionization cross-section on Cu, Ag and Au in the photon energy range 7-22KeV" (con G.R. Castro)

19-20 Septiembre: International Workshop on Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy. *Japan*. **Juan Rubio-Zuazo** Presentación oral "Mean free path and effective attenuation length dependency with the photoelectron kinetic energy on Au: from 1 KeV to 15 KeV". (con G.R. Castro)

19-20 Septiembre: International Workshop on Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy. *Japan*. **Juan Rubio-Zuazo**. Presentación del poster "A Novel Electron Energy Analyser for both Surface and Bulk Sensitive Photoelectron Spectroscopy up to 15 keV Kinetic Energy" (con *M. Merkel, M. Escher, J.R. Rubio-Zuazo, G.R. Castro*)

4-8 Septiembre: European Conference on Surface Science - ECOSS24, Paris, Francia. **G.R. Castro**. Presentación oral "An Energy analyser for Surface and Bulk Sensitive Photoelectron Spectroscopy" (con *Juan Rubio-Zuazo*)

22-26 Mayo: *Recent Trends in Charged Particle Optics and Surface Physics Instrumentation, Brno 2006, Republica Checa*. **M. Escher** Presentación oral "An ENERGY ANALYSER FOR HARD X-RAY

PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY (con M. Merkel, J. Rubio-Zuazo, G.R. Castro).

Febrero: *Users' Meeting* (ESRF, Grenoble), **G.R. Castro, J. Rubio-Zuazo, Á. López.**

Presentación oral: **G.R. Castro**, "..."

Presentaciones de los posters:

- **J. Rubio-Zuazo**, "Hard X-Ray Photoelectron (HAXPES) ($\leq 15\text{keV}$) at SpLine, the Spanish CRG beamline at the ESRF" (con **G.R. Castro**).
- **Á. López Muñoz**, "Study of Solid-Liquid Interfaces by Synchrotron Radiation in copper aminoacid complexes" (con **I. Mata** y **G.R. Castro**)

2005:

1-2 diciembre: *BESSY Users' Meeting* (Berlín, Alemania), **J. Rubio-Zuazo**. Presentación del póster: "Hard X-Ray Photoelectron (HAXPES) ($\leq 15\text{keV}$) at SpLine, the Spanish CRG beamline at the ESRF" (con **G.R. Castro** y FOCUS GmbH)

18-22 septiembre: *XXX Reunión Bienal de la RSEQ* (Lugo, España). Presentación del póster: **I. Mata**, "Estudio de intercaras sólido-líquido por radiación sincrotrón en complejos de cobre con aminoácidos" (con **Á. López** y **G.R. Castro**)

18-22 julio: *ICSOS 8 – 8th International Conference on the Structure of Surfaces* (Munich, Alemania). Presentación oral: **O. Bikondoa**, "Structure of the thin aluminium oxide film on $\text{Ni}_3\text{Al}(111)$ " (con X. Torrelles, F. Wendler, W. Moritz y **G.R. Castro**)

2004:

Julio: *8th European Conference on Surface and Crystallography and Dynamics, ECSCD8* (Segovia, España).

Presentación de los posters:

- **J. Rubio-Zuazo**, "Strain study of ultra thin epitaxial films of $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ thin films on $\text{SrTiO}_3(100)$ " (con A. de Andrés, S. Taboada, C. Prieto, J.L. Martínez y **G.R. Castro**)
- **J. Rubio-Zuazo**, "Strain correlation between Atomic Structure and Magnetic properties of $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ thin films grown on $\text{SrTiO}_3(100)$ " (con A. de Andrés, S. Taboada, C. Prieto, J.L. Martínez y **G.R. Castro**)

24-27 mayo: *Mechanical Engineering Design of Synchrotron Radiation Equipment and Instrumentation, MEDSI* (ESRF, Grenoble), **A. Lozano Soria**

5-6 febrero: *I Reunión Nacional de Usuarios de Radiación Sincrotrón y Constitución de AUSE* (Torremolinos, Málaga), **G.R. Castro, J. Rubio-Zuazo, Á. López, E. Fernández, Ch. Olalla, P.P. Martín Alonso, A. Lozano Soria**

2003:

Septiembre: *International Workshop on Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy* (Grenoble, Francia).

Presentación oral: **J. Rubio-Zuazo**, “Implementation of High Energy X-Ray Photoelectron Spectroscopy (HE-XPS) (10-20 KeV) at the Spanish beamline (SpLine) at the ESRF” (con **G.R. Castro**)

Presentación de los posters:

- **J. Rubio-Zuazo y G.R. Castro**, “First principle study of the properties of a Cylindrical Mirror Analyzer: Complete calculation of the electron trajectory”.
- **J. Rubio-Zuazo y G.R. Castro**, “Numerical simulation of the Cylindrical Mirror Analyzer: Case of an extended source”

2002:

9-11 octubre: *CORBA Controls Workshop* (ESRF, Grenoble), **Ch. Olalla**

Junio: *European Materials Research Society – 2002 Spring Meeting: “Growth and Evolution of Ultra thin Films: Surface and Interface Geometric and Electronic Structure* (Strasbourg, Francia). Presentación: **O. Bikondoa**, “Study of the $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_3\text{Al}(111)$ Surface by X-ray Surface Diffraction and LEED” (con F. Wendler, X. Torrelles, W. Moritz y **G.R. Castro**)

2001:

Marzo: *Deutsche Physikalischen Gessellschaft* (Hamburg, Alemania). Presentación oral: F. Wendler, “Oxidation der $\text{Ni}_3\text{Al}(111)$ Oberflächen mit SPA-LEED und Röntgenbeugung” (con **O. Bikondoa**, X. Torrelles, **G.R. Castro** y W. Moritz)

Marzo: *Deutsche Kristallographientagung* (Bayreuth, Alemania). Presentación oral: W. Moritz, “Oxidation von $\text{NiAl}(110)$ - and $\text{Ni}_3\text{Al}(111)$ -Oberflächen untersucht mit Deusche- und Röntgenbeugung” (con **O. Bikondoa**, F. Wendler, X. Torrelles y **G.R. Castro**)

2000:

Septiembre: *19th European Conference on Surface Science, ECOSS 19* (Madrid, España). Presentación oral: **O. Bikondoa**, “Study of

the $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{NiAl}$ (110) surface by LEED and surface X-ray diffraction” (con **G.R. Castro**, F. Wendler, X. Torrelles, H. Isern y W. Moritz)

Agosto: *19th European Crystallographic Conference, ECM 19* (Nancy, Francia). Presentación del póster: **O. Bikondo** y **G.R. Castro**, “An X-ray and LEED investigation of the oxidation of NiAl (110) surface” (con F. Wendler, X. Torrelles, H. Isern y W. Moritz)

Agosto: *7th International conference on synchrotron radiation instrumentation SRI2000* (Berlín, Alemania). Presentación oral: **G.R. Castro**, “A Sagittal focusing double-crystal X-ray Monochromator for the SpLine Beamline at the ESRF”

1999:

Octubre: *Second Workshop on “Methods and Applications of Curved X-Ray Optics”* (Weimar, Alemania).

Presentación oral: **G.R. Castro**, “A Sagittal Focusing Double Crystal Monochromator for the Spline beamline at the ESRF”

Presentación del póster: **G.R. Castro** y **O. Bikondo**, “Parametric Study of Performance of the vertical Focusing for the Spline beamline at the ESRF”.

1998:

Junio: *X Simposium del Grupo Especializado de Cristalografía de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química* (Andorra La Vella, Andorra). Presentación oral: **G.R. Castro**, “Posibilidades presentes y futuras para los usuarios españoles de radiación X en las instalaciones del laboratorio europeo de radiación sincrotrón – ESRF”

Abril: *Optics on bending magnet beamlines* (ESRF, Grenoble). Presentaciones orales: **G.R. Castro**, “Monochromator crystal cooling system” y “Focusing techniques and performances”

6.4. ESTANCIAS EN SPLINE

Solicitudes concedidas de estancias breves en SpLine para becarios FPI:

2006:

- Estrella Fernández Sánchez, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (5 meses).
- Víctor Morales Flórez, Universidad de Cádiz (2 meses).
- Iulian Preda, Universidad Autónoma de Madrid (3 meses).

- Javier Herrero Martín, Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (2 meses).

2005:

- Estrella Fernández Sánchez, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (6 meses).

2004:

- Estrella Fernández Sánchez, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (4 meses).

2003:

- Estrella Fernández Sánchez, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (6 meses).

**Sala Blanca integrada de nano
y micro fabricación**



RESUMEN EJECUTIVO

La “Sala Blanca Integrada de nano y micro fabricación” es una Gran Instalación Científica (GIC), reconocida como tal por el Plan Nacional de I+D, desde 1996. También tiene el reconocimiento internacional del Programa de *Large Scale Facilities* de la Union Europea, desde el año 2000 y durante los años de su vigencia.

La GIC está gestionada administrativamente por el Instituto de Microelectrónica de Barcelona (Centro Nacional de Microelectrónica, CSIC), formando parte de él y de hecho constituye la infraestructura experimental que soporta la I+D del Instituto aunque, por su naturaleza y capacidad, su labor trasciende el ámbito del Instituto y, sin abandonar ni menoscabar ese papel de “laboratorio del CNM-IMB”, asume cada vez con mas intensidad el de infraestructura abierta a la disposición de grupos, departamentos y entidades, que precisan de sus instalaciones para el desarrollo de sus actividades de I+D+i, incluso para la producción de pequeñas series de dispositivos y circuitos electrónicos en el rango micro y nanométrico.

La GIC dispone de unas instalaciones que ocupan cerca de 5.000 m², de los que algo más de 1000 m² corresponden a Sala Blanca de ambiente controlado, hasta una Clase 100. En su interior y siguiendo el hilo conductor que representa las tecnologías CMOS para circuitos integrados, se agrupan equipos cuyo valor de adquisición, realizado entre el año 1986 y nuestros días, alcanza los 14,7 M€, con un gasto mínimo de 0,5 M€ de mantenimiento, que forma parte del presupuesto anual de la GIC, del orden de 2,5 M€¹. Estos equipos se utilizan para realizar procesos y tecnologías completas, básicamente sobre obleas de silicio de 100 mm., no solo en el ámbito CMOS, sino también en las áreas de Micro y Nanosistemas, potencia (incluyendo el SiC), sensores químicos, módulos microchip, dispositivos ópticos y nanofabricación.

La Sala Blanca es operada en régimen “quasi-industrial”, integrada en la GIC, que cuenta con una dedicación de 33 personas, organizadas en distintas Unidades y Servicios. Tanto los usuarios internos (investigadores CNM-IMB) como los externos, acceden a las capacidades de la GIC a través de una “encomienda” u “hoja de ruta” que describe las tareas solicitadas y que toma forma de un “run”, constituido por un numero determinado de obleas a procesar por el personal de la GIC, de acuerdo con el trabajo encomendado que es

¹ Incluye la totalidad del personal, pero no las actuaciones coyunturales de tipo FEDER, actualmente en curso.

visado previamente por la Dirección de la GIC, en orden a asegurar su viabilidad en las instalaciones.

La cantidad y calidad del servicio que presta la GIC se puede medir con distintos indicadores que, para el pasado año 2005, alcanzan los valores siguientes

- 333 “runes” procesados, con 6.782 etapas, sobre 1.801 obleas
- Intervención de la GIC en 68 proyectos de I+D (17 de ellos europeos) por valor total de 10,5 M€
- Al margen del propio CNM-IMB, la GIC ha sido utilizada en 2005 por 23 Universidades, 31 centros de investigación y 23 empresas, tanto nacionales como extranjeras (europeas en su inmensa mayoría)

La empresa “D+T Microelectrónica, AIE”, de la que es socio mayoritario el CSIC y reside físicamente en el CNM-IMB, se dedica a gestionar las capacidades de la GIC en el sector industrial, por lo que una buena parte de los proyectos y contratos en los que interviene la GIC se debe a su actuación.

En este documento, tras exponer pormenorizadamente la información que se ha resumido anteriormente y que corresponde a una valoración actual de la GIC, se realiza un análisis DAFO que permite identificar la posición de la Gran Instalación en relación con el estado del arte en su ámbito de actuación y la coyuntura actual, sirviendo sus conclusiones para elaborar objetivos del Plan Estratégico y líneas principales de actuación para cubrirlos, resumidas en los cuatro apartados siguientes

Administración, recursos económicos y renovación de equipos

Por un lado y tal y como ha recogido el Plan Estratégico del CNM-IMB, es deseable plantear una **independencia presupuestaria** (que no administrativa) respecto al Instituto, en lo que a presupuesto ordinario se refiere. Por otro lado y también recogido en el mencionado Plan Estratégico, resulta necesario disponer de recursos económicos suficientes para completar las capacidades tecnológicas de la GIC y poner en marcha un programa de renovación de equipos (el 50% de los cuales están fuera de su vida útil). El coste estimado de esta **renovación alcanza los 6 M€ en 5 años** y para ello el CSIC se compromete a solicitar y apoyar las iniciativas necesarias, cerca de los organismos y convocatorias de infraestructuras, equipamientos y Grandes Instalaciones, para obtener esa financiación total o parcialmente en forma periodificada, que difícilmente puede

asimilarse a la que corresponde a un centro de investigación no singularizado por su vinculación a una Gran Instalación Científica.

Instalaciones

La **ampliación de la Sala Blanca actual en un 40%** de su superficie, actualmente en curso y prevista para finalizar en la segunda mitad del año 2007, permitirá el traslado de la Sala Blanca actualmente dedicada a Nanotecnología, para conjuntamente constituir una **Sala Blanca Integrada de “nano” y micro fabricación**.

Organización

La ampliación física de la Sala Blanca no es el único punto singular que se presenta en el futuro inmediato de la GIC. Lo es también la necesidad de integrar los procesos “nano” y micro en un continuo y lo es también la adaptación de la GIC al papel adicional de “Facilidad Tecnológica” privilegiada para las iniciativas “nano” del campus de Bellaterra, el llamado “Cluster de Nanotecnologías”. Es preciso pasar de una GIC con una sala Blanca de Microelectrónica a una GIC con una Sala Blanca Integrada de “nano” y microfabricación. Para dar respuesta a éstas singularidades es necesario **reestructurar la organización de la GIC**, agrupando los Recursos y Laboratorios de Servicio, pero sobre todo redefiniendo las líneas y canales de información entre las unidades de la GIC.

Gestión de uso de la GIC

La ampliación del carácter de la Gran Instalación al servicio de usuarios externos en términos generales y mas particularmente la consideración de la GIC como Facilidad Tecnológica privilegiada para las iniciativas “nano” del campus de Bellaterra hace preciso ampliar la capacidad de operación de la GIC, añadiendo al funcionamiento por el procedimiento de hoja de “run” o trabajo encomendado, **un procedimiento de autoservicio cualificado**, que garantice en todo caso la integridad de equipos, procesos y procedimientos de la GIC, toda vez que el uso por “encomienda” debe continuar suministrándose, así como el trabajo de ingeniería destinado a desarrollar y poner a punto nuevos proceso y tecnologías.

1

INTRODUCCION Y CONTEXTO

El Centro Nacional de Microelectrónica (CNM) es un centro de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Tiene tres sedes con un Instituto de I+D en cada una de ellas: el **Instituto de Microelectrónica de Barcelona (CNM-IMB)**, ubicado en el campus de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) en Bellaterra (Cerdanyola del Vallés, Barcelona), el Instituto de Microelectrónica de Madrid (CNM-IMM), ubicado en el Parque Tecnológico de la Comunidad de Madrid en Tres Cantos (Madrid) y el Instituto de Microelectrónica de Sevilla (CNM-IMSE) ubicado en el campus de la Universidad de Sevilla.

Las actividades del CNM-IMB comenzaron a desarrollarse en el año 1985, en unos locales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona en Bellaterra, que incluían una Sala Blanca, clase 10.000/100.000 de 180m².

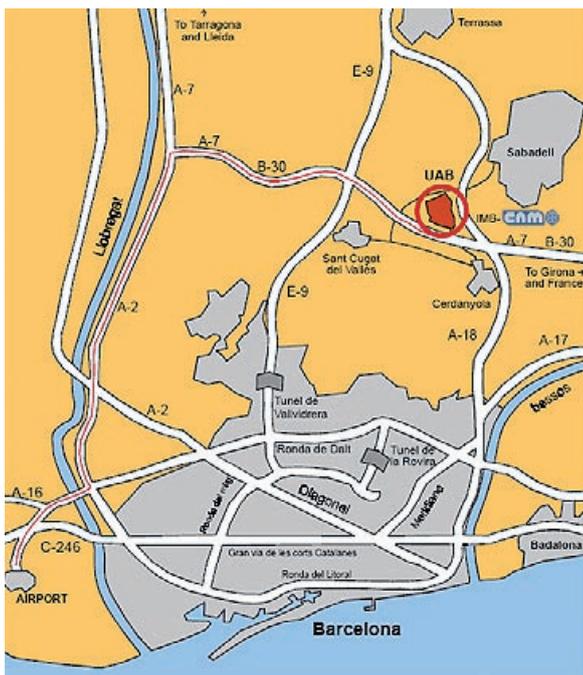
Las instalaciones definitivas del CNM-IMB, inauguradas en el año 1991 con un coste de veinte millones de euros incluyeron una **Sala Blanca (SB)** de 1000 m², clase 100 - 10.000, para desarrollar los procesos microelectrónicos necesarios para la realización de dispositivos electrónicos y circuitos integrados. En esos primeros años la investigación se centró en el desarrollo de procesos relacionados con una tecnología CMOS de 2.5µm.; en el diseño y la fabricación de dispositivos electrónicos basados en silicio, en particular dispositivos de potencia, y en el diseño de circuitos integrados de aplicación específica (ASIC).

A mediados de los años 90 se realizó un primer salto tecnológico al incorporar a la **Sala Blanca** procesos de micromecanización del silicio altamente compatibilizados con los procesos tradicionales CMOS y procesos para la realización de módulos multichip (MCM), permitiendo abordar el diseño y fabricación de microsistemas, en particular sensores físicos, transductores químicos y dispositivos de óptica integrada en silicio. Este salto tecnológico posibilitó la introducción de la microelectrónica en nuevas áreas de aplicación. Entre otras, el CNM-IMB inició el desarrollo de aplicaciones biomédicas de la microelectrónica. **En el año 1996 la Sala Blanca del CNM fue declarada Gran Instalación Científica de España (GIC) por el Comité de Grandes Instalaciones del plan Nacional de I+D.**

En el año 1995 el CNM-IMB propició la creación de **D+T Microelectrónica. A.I.E.**, Asociación de Interés Económico participada mayoritariamente por el CSIC y por un grupo de empresas espa-

ñolas (Alcatel, ATT España, Fagor), con el objetivo de potenciar las relaciones del CNM-IMB con la pequeña y mediana empresa y explotar para el mundo industrial los recursos tecnológicos que proporcionan las infraestructuras de la Sala Blanca, produciendo pequeñas o medianas series de dispositivos. **En el año 2000, la Sala Blanca del CNM fue reconocida como “Large scale facility” en el programa que hasta 2003, convocó la Unión Europea (HPRI-CT-1999-00107, “Microelectronic Facility and Related Services -MICROSERV)**

La puesta a punto en el año 2002 de procesos nanotecnológicos, en particular de litografía, en un anexo a la Sala Blanca, aunque siempre en locales adscritos al CNM-IMB, ha sido otro salto tecnológico que ha permitido iniciar una nueva línea de investigación dedicada a la nanofabricación de dispositivos mediante procesos micro y nanotecnológicos. En un futuro inmediato se ultimaré la ampliación de la actual Sala Blanca en un 40% de superficie, para convertirla en una **Sala Blanca Integrada (SBI)** de microfabricación, donde coexistirán de forma simultánea y compatible, micro y nanoprosesos que permitirán la realización de nanosistemas completos y operativos. De este modo, el CNM-IMB podrá continuar realizando una investigación altamente competitiva en el área de los dispositivos y aplicaciones micro-nanotecnológicas y la Gran Instalación podrá seguir ofertando una capacidad tecnológica ampliada y de carácter diferencial respecto a otras Salas Blancas.



La Sala Blanca, gestionada desde el IMB-CNM, está ubicada en el campus de la Universidad Autónoma de Barcelona, en un entorno de gran potencial científico-tecnológico. En el mismo campus están ubicadas la Facultad de Ciencias y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, centros donde se imparten enseñanzas y se realizan investigaciones en torno a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). En el mismo campus de la UAB existen Centros de I+D del CSIC, como por ejemplo, el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona, el Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial, etc, además de otros entes que conforman la ESFERA, que es el conjunto de departamentos, servicios científico-técnicos, institutos y centros de investigación, vinculados de una u otra manera a la UAB. En su conjunto está integrada por más de 3.000 investigadores. Muy cerca del campus universitario existe el Parque Tec-

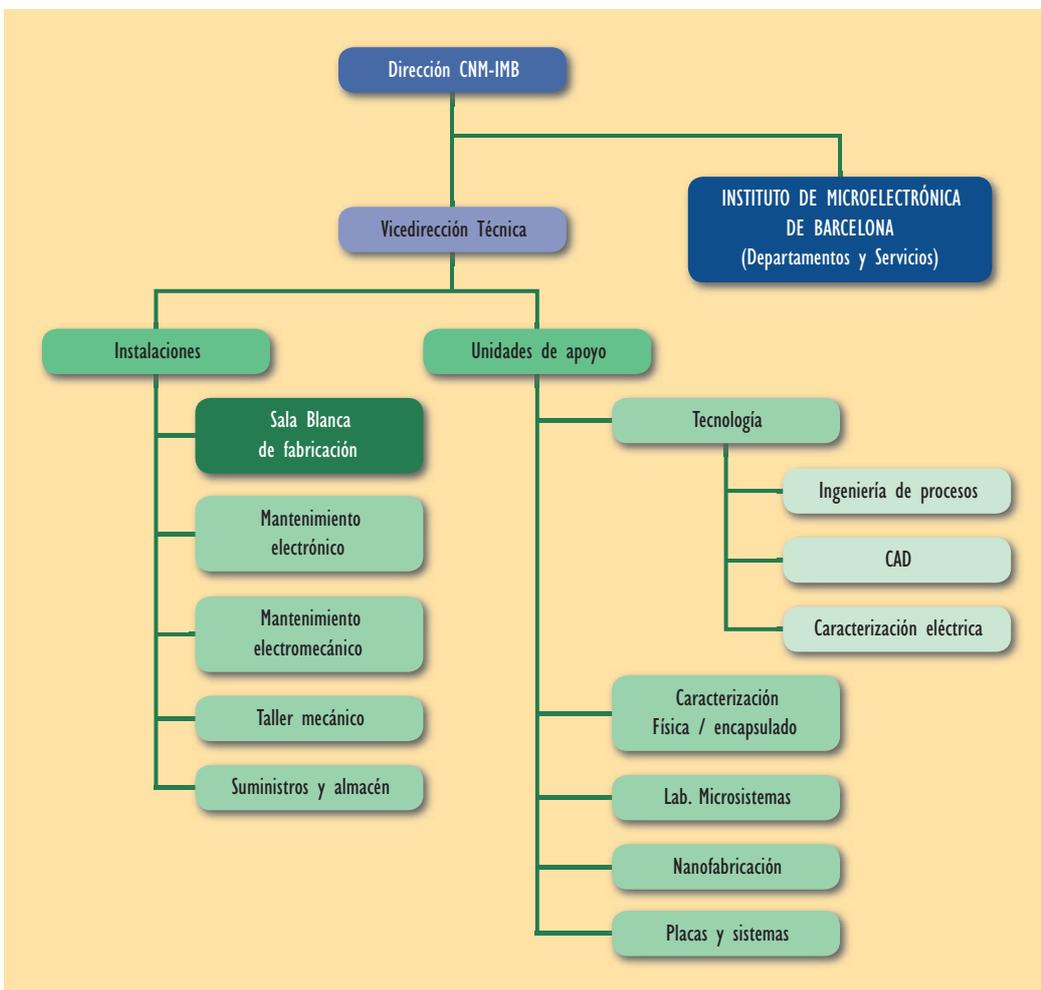
nológico del Vallés, con una extensión de 60 Ha y un gran número de empresas de alta tecnología. A la misma distancia se encuentra el Sincrotrón “ALBA”, actualmente en fase de proyecto de construcción.



Vista aérea del CNM-IMB con el edificio dedicado a la Sala Blanca de la GIC.

2 ESTRUCTURA

La Gran Instalación Científica “Sala Blanca del CNM-IMB” se inserta en la estructura del Instituto de Microelectrónica de Barcelona, si bien con un carácter absolutamente diferencial en cuanto a su funcionamiento y gestión. En ese sentido la Gran Instalación depende de la Dirección del Instituto a través de una Vicedirección Técnica y se estructura de acuerdo con el organigrama siguiente.



3

DESCRIPCIÓN DE LA GRAN INSTALACIÓN

3.1. INFRAESTRUCTURA, EQUIPOS Y PROCESOS

La infraestructura está constituida por la Sala Blanca y su equipamiento, junto con las instalaciones relacionadas necesarias para su funcionamiento y las Unidades y servicios complementarios.

3.1.1. Superficie ocupada y zonas de la GIC

A día de hoy la Gran Instalación dedicada a micro y nanofabricación está ubicada en cuatro zonas diferentes del Instituto de Microelectrónica, las tres primeras corresponden a superficie de tipo Sala Blanca y la cuarta agrega la superficie de talleres, sala de máquinas y asimilados.

- A. 1000m² de superficie total para CMOS y MCM. Estructura *house in house*. Clase 100 -10,000 según áreas. Control de aire (T=21°C ± 1°C) y humedad (40% ± 5%). Sistema de agua desionizada: (18MΩ.cm), 28m³/día, flujo máximo: 1.6m³/hora. Distribución de gases ultrapuros. Suministro de potencia: 25kV y 3000kVA. Tratamiento de residuos. Sistema de seguridad: detectores de gases, fuego y protección contra intrusos. Constituye la Sala Blanca propiamente dicha (la principal).
- B. Anexo para nanofabricación: 25 m² Clase 100 con vestuario y ducha de aire. Control de temperatura de 21 ± 1 °C. Caudal total de aire de 7.000 m³/h, para un total de 150 renovaciones/hora con una aportación del 15% de aire exterior. Suministro de nitrógeno, aire comprimido, vacío y agua para refrigeración. Constituye la Sala Blanca del Laboratorio de Nanotecnología.
- C. Anexo para micromecanización: : 25m² Clase 10000 en el recinto y clase 1000 en las cabinas para grabados. Control de temperatura 21° ± 1°C. Suministro de nitrógeno, aire comprimido, vacío y agua para refrigeración. Flujo laminar en las cabinas de grabado y extracción en cabinas y en vitrina. Constituye el Laboratorio de Microsistemas
- D. Despachos, Almacenes, Talleres, etc.

La pormenorización de la superficie total ocupada por la Gran Instalación aparece en la Tabla siguiente:

CIG y Unidades de Apoyo Tecnológico (m ²)	Despachos	Almacenes	Salas Maquinaria	Talleres	Laboratorios	Servicios Técnicos	Espacios Comunes	Garaje	Total
Sala Blanca	85,7	702,2	2.573,3	125,6	1.018,0				4.504,8
Nanofabricación	3,7		8,5		30,0				42,2
Tecnología: Ingeniería y Procesos	50,7								50,7
Tecnología: CAD	7,6								7,6
Tecnología Caracterización Eléctrica y test	12,6				26,7	26,0			65,3
Encapsulación	8,8				25,0	15,0			48,8
Laboratorio Micromecanización	5,2				25,0				30,2
Placas y Sistemas						14,5			14,5
Total	174,3	702,2	2.581,8	125,6	1.124,7	55,5	0,0	0,0	4.764,1

3.1.2. Equipamiento de la GIC

Al margen de los equipos que corresponden a las instalaciones (equipos de producción de vacío, equipos de producción de aire comprimido, equipos de producción de agua desionizada, equipos de climatización y de impulsión de aire limpio, etc), la Sala Blanca alberga el equipamiento necesario para llevar a cabo los procesos siguientes:

Procesos térmicos y CVD	Implantación iónica
Metalización	Fotolitografía
Grabado seco	Grabado húmedo y limpiezas
Deposición de poliimidas	Micromecanización superficial y de volumen en Si
Soldadura anódica	Test in line
Encapsulación	Litografía por haces de electrones
Nanofabricación mediante AFM	Nanomecanización del Si en superficie

Por dar una idea de la dinámica de inversión relacionada con los equipos de proceso, la Tabla siguiente presenta la relación de adquisiciones de valor superior a 60.000 €, correspondiente a los últimos 5 años.

3.1.3. Tecnologías disponibles

Las tecnologías disponibles en Sala Blanca no corresponden a un mero encadenamiento de procesos sino que son tecnologías consolidadas que permiten obtener resultados reproducibles, con una fiabilidad y unos rendimientos de producción estándar a nivel industrial. Actualmente están disponibles las tecnologías que aparecen asimismo en la tabla de la página siguiente:

Denominación del equipo	Año de compra	Coste compra (Euros)	Coste anual mantenimiento	Año fin vida útil
Producción Agua Fría	2004	900.000	10.000	2024
Detección y Extinción Incendios	2004	304.757	15.000	2024
Applied Materials 5000 plasma etcher*	2002	325.131	15.750	2012
Alcatel A601-E plasma etcher	2001	263.552	9.000	2011
KarlSüss MA6	2002	212.802	9.581	2012
AMAT Precisión 5000 (Mark II) Applied	2003	748.417	33.250	2013
Sistema de inspección óptico	2001	116.424	1.000	2011
Mesa de puntas con chuch térmico	2002	160.000	1.000	2012
Equipo de test Funcional Digital	2002	110.000	1.000	2007
Equipo de matrices y Test Analógico	2002	93.067	1.000	2007
Microscopio AFM	2001	440.000	6.000	2011
Sistema de Litografía por haces de electrones	2001	505.000	18.000	2011
Sistema de litografía por nanoimpresión	2003	146.000	6.000	2013
Totales Inversión y Mantenimiento anual		43.325.149	126.581	

(*) Equipo cedido en uso a la Sala Blanca, propiedad de otro Organismo.

TECNOLOGIA	TIPO	CARACTERISTICAS	APLICACION
CNM - 25	CMOS - 2.5 μm	2 Poly - 2 Metales	Analógico / Digital
CNM POTENCIA	DMOS Lateral y Vertical	Doble difusión	Dispositivos de Potencia
SiC	Diodos, JFET, MOSFET/ MESFET, Sensores	Tecnología Planar y MESA (2.0 μm)	Dispositivos de Potencia y Alta Temperatura. Dispositivos Biomédicos
CNM μ SISTEMAS	Sensores y Actuadores Si	Micro-mecanización de Si volumen / superficial	Microsistemas
CNM μ SISTEMAS	Sensores Presión	Piezo-resistivo	Medida Bajas Presiones
CNM - ISFET	NMOS	FET con puerta flotante	Transductores Químicos
MCM	Substratos de Si	Substratos activos y flip-chip	Módulos microchip
CNM - TOI	Tecn. Óptica Integrada en Si	Dieléctricos y Polímeros	Componentes Ópticos Integrados
NANO-FABRICACIÓN	Estructuras nanomecánicas en Si	Nano-mecanización superficial. Dimensión mínima 100nm	Sistemas nanomecánicos y nanoelectromecánicos

La tecnología CNM25 que aparece en la Tabla anterior es un proceso tecnológico CMOS mixto analógico/digital de 2,5 μm , con dos metales y dos capas de polisilicio, sobre obleas de 100 mm. de diámetro. Se dispone de un *kit* de diseño Cadence para la tecnología CNM25 (este *kit* de diseño también es aplicable a la tecnología CNMBiCMOS25, una extensión de la CNM25 con etapas de salida bipolares). El *kit* de diseño abarca, desde el nivel de entrada HDL, hasta el diseño físico (síntesis Verilog y VHDL, captura de esquemas, simulación digital Verilog, DRC, LVS, extracción y simulación SPICE, P&R, ...) e incluye biblioteca de celdas standard así como una biblioteca I/O.

También son operativos los procesos y tecnologías derivadas de la realización de Microsistemas y las técnicas de Nanofabricación:

- Micromecanización del Si en superficie y volumen
- Nanolitografía por haces de electrones, nanoimpresión y AFM
- Soldadura anódica (vidrio y silicio)

3.2. UNIDADES DE APOYO TECNOLÓGICO

Las Unidades de Apoyo Tecnológico (UAT) permiten cerrar el ciclo de procesos con el fin de entregar un producto acabado. Abarcan las tareas conexas, desde diseño a encapsulación y caracterización de los dispositivos, circuitos integrados y microsistemas, fabricados en la Sala Blanca, que no requieren condiciones ambientales estrictas para su realización. Por ello, estas unidades están constituidas por una serie de laboratorios físicamente externos a la Sala Blanca, pero formando parte consolidada y funcional con la GIC.

Las unidades son las siguientes

3.2.1. Unidad de Tecnología

La Unidad de Tecnología tiene como tarea principal velar por el mantenimiento de la tecnología CMOS desarrollada y establecida en la Sala Blanca de la GIC. La tarea no sólo supone la definición y concatenación de procesos en la estructuración de las obleas, sino que comprende también el mantenimiento de las bibliotecas de celdas básicas de la tecnología y la evaluación y control de los parámetros tecnológicos de acuerdo con las reglas de diseño. Este trabajo viene apoyado por la caracterización eléctrica de los circuitos y dispositivos fabricados con dicha tecnología.

Debido a la variedad de tareas que implica el mantenimiento de la tecnología, la unidad está subdividida en tres unidades básicas: Ingeniería y Procesos, CAD y Caracterización Eléctrica y Test. Si bien su labor principal gira en torno a la tecnología CMOS, estas tres unidades también se ocupan de otras actividades.

a) Unidad básica de Ingeniería y Procesos

La Unidad de Ingeniería y Procesos está integrada por los especialistas de cada una de las áreas de proceso en que se divide la tecnología CMOS (hornos, grabados húmedos, grabados secos, fotolitografía, metales y metrología), cuidando de mantener las características de cada proceso o técnica involucrado en la tecnología y desarrollando, conjuntamente con los investigadores, los nuevos procesos y/o tecnologías que se hayan de asumir en Sala Blanca. Con esta finalidad, establecen los protocolos de proceso

y evalúan su efecto sobre las etapas de procesado previas y posteriores.

b) Unidad básica de Diseño y CAD

Esta unidad tiene dos ámbitos de actuación: uno más genérico y amplio de dar soporte de diseño y CAD a todo el instituto y otro más dedicado a las propias tecnologías de la GIC.

Dentro de la Unidad de Diseño y CAD, además de dar soporte técnico en el establecimiento de las reglas de diseño de la tecnología CMOS, esta unidad se ocupa:

- De VHDL/Verilog a ASIC/FPGA: modelización, simulación y síntesis de circuitos, IP-cores y evolución hacia sistemas en chip (*systems on chip, SoC*)
- Dar soporte y formación de usuarios, compras y gestión de CAD.
- Desarrollo de CAD para uso interno
- Desarrollo de librerías y entornos de diseño (*design-kits*) para tecnologías del CNM o externas
- Gestión de entornos de diseño para tecnologías externas

c) Unidad básica de Caracterización Eléctrica y Test

El objetivo principal de esta Unidad consiste en establecer las técnicas y los métodos necesarios para la caracterización eléctrica de los dispositivos y circuitos realizados en la GIC. La actividad de esta unidad se centra en:

- Caracterización de dispositivos y extracción de parámetros
- Mantenimiento y puesta a punto de equipos
- Prueba paramétrica de obleas de producción
- Diseño y caracterización de estructuras de prueba
- Desarrollo de nuevas técnicas de medida
- Diseño y desarrollo de sistemas de aplicación específica (demostradores).

3.2.2. Unidad de Caracterización Física y de Encapsulación

La preparación de dispositivos y circuitos integrados para su caracterización de forma rutinaria, mediante la definición de tecnologías de encapsulado que permitan su aislamiento del medio ambiente, la elaboración de procedimientos para la detección de fallos, analizando la fiabilidad de las tecnologías de fabricación, y la determinación

de las características físicas por las que se producen dichos fallos, son las actividades principales de esta Unidad. Por ello las tareas encomendadas son:

- Caracterización por Ingeniería Inversa
- Caracterización física mediante métodos eléctricos (*Spreading Resistance*)
- Encapsulación de dispositivos y circuitos integrados microelectrónicos:
 - Corte por sierra circular.
 - Disposición de dado y pegado por resina de epóxido.
 - Soldadura con hilo de aluminio y oro, por ultrasonidos.

3.2.3. Unidad de Microsistemas

El personal que integra la unidad está encargado del mantenimiento de los procesos de micromecanización en silicio, tanto en volumen como en superficie, mediante grabado anisótropo en soluciones acuosas. El equipamiento está acorde con los procesos y técnicas que se realizan y que pueden resumirse en:

- Grabado anisótropo de silicio para micromecanización en volumen, usando como máscaras óxido y nitruro de silicio.
- Grabado de silicio para micromecanización en superficie. Se utiliza óxido de silicio como capa sacrificial.
- Grabado isótropo de silicio con mezclas ácidas.
- Grabado de metales: Al, Ni, Cr, Ti, Au,
- Grabado isótropo de obleas de vidrio con máscara de silicio o metal.
- Otros grabados.
- Lift-off
- Depósitos de capas. Capas de protección: cera, resina.
- *Electroless* de Ni-P.

3.2.4. Unidad de Nanofabricación

La unidad de nanofabricación, de reciente creación en la GIC, tiene como objetivo básico la extensión de las técnicas convencionales de microfabricación a la escala nanométrica. Inicialmente sus principales tareas se dirigen a la puesta a punto de técnicas litográficas y de caracterización propias de este nuevo campo. Todos los procesos se realizan en Sala Blanca y los equipos soportan obleas

de hasta cuatro pulgadas. Así, entre los procesos establecidos se encuentran:

- Técnicas de caracterización a escala nanométrica: AFM, EFM, MFM, SCM, C-AFM y FE-SEM.
- Nanopatterning con AFM por oxidación local de la superficie.
- Nanolitografía mediante haz de electrones.
- Nanolitografía por nanoimpresión.

3.2.5. Unidad de Placas y Sistemas

En los últimos tiempos, la evolución de la investigación en dispositivos conlleva no sólo el desarrollo de un componente con la funcionalidad adecuada, si no que, en campos como el de sensores, microsistemas, detectores, transductores, potencia, etc., es necesario disponer del componente junto a un sistema que evidencie su función en una aplicación determinada. Este es el motivo de que la unidad de placas y sistemas sea una de las más utilizadas por todos los grupos de investigación en el estadio final del desarrollo de un dispositivo. Para realizar sus cometidos la unidad dispone de:

- Programa ORCAD para diseño y simulación de los esquemas de interconexión, sobre placa de circuito impreso.
- Equipos para fabricación de las placas diseñadas.
- Montaje de elementos discretos: DIL y SMD.
- Verificación de funcionamiento de las placas realizadas.

4

PERSONAL DE LA GRAN INSTALACIÓN

La Tabla siguiente presenta la evolución del personal dedicado a operaciones de Sala Blanca Unidades de Proceso y Servicios Auxiliares.

Años	2000	2001	2002	2003	2004
Total Personal científico plantilla	-	-	1	1	1
Nº de Investigadores Titulares	-	-	1	1	1
Total Personal de apoyo investigación funcionario	7	7	6	6	6
Nº de Titulados Superiores	3	3	2	2	2
Nº de Titulados de grado medio	4	4	4	4	4
Total Personal de apoyo investigación laboral	3	3	3	3	11
Total Personal de apoyo investigación contratado	15	17	17	19	13
Total de Personal I3P en formación	1	5	7	7	3
Total Personal contratado vinculado a empresas	1	1	1	1	2
TOTAL	26	28	28	30	33

La GIC tiene un funcionamiento en régimen “quasi-industrial”. Eso quiere decir que los equipos y procesos son operados por el personal de la Sala Blanca y los usuarios acceden a las capacidades de procesamiento a través de un régimen de “utilización por encomienda” o por “hojas de run” que detallan los procesos demandados. En muchos casos hay que desarrollar algún proceso nuevo, lo que también corre a cargo de los Técnicos de la Instalación.

5

PRESUPUESTO ANUAL DE LA GRAN INSTALACIÓN (DATOS 2004)

Para el CSIC, organismo al que pertenece el CNM-IMB, la GIC a efectos presupuestarios no tiene visibilidad directa, por lo que su presupuesto queda integrado dentro del que corresponde al Instituto. Sin embargo, desde la Gerencia y Administración del mismo, se gestiona bajo el concepto de Centro de Coste, lo que posibilita tener una idea bastante precisa del presupuesto de la GIC. Sus datos consolidados en 2004, en lo que se refiere a ingresos y gastos, son los siguientes.

Ingresos		Total (€)
Del presupuesto del CSIC		1.410.094,18
De subvenciones de las administraciones	Estado	421.000,00
	Otros (FEDER)*	838.431,94
De proyectos científico / tecnológicos	Plan Nacional	118.242,70
	U.E.	157.112,61
	Planes Autonómicos	6.413,12
	Otros	4.072,36
Contratos y convenios (incluyendo cargos internos)		269.587,56
Total		3.224.954,47

(*) Nota: La cuantía de las inversiones FEDER se refiere a la ampliación actual de la Sala Blanca, cuyo proceso está en curso.

6

USUARIOS Y ACCESO A LA GIC. D+T MICROELECTRONICA, AIE. PROGRAMA “GICSERV”

Para los usuarios de la GIC, tanto internos (del CNM-IMB) como externos (de otros centros y universidades) se ofrece toda la infraestructura y sus servicios anexos. El acceso considera tanto tareas que requieran procesamiento de silicio, como diseño, simulación, test y encapsulado de dispositivos, MEMS, NEMS y circuitos integrados. También se posibilita formación de personal, tanto en el ámbito académico como industrial.

Durante el año 2005, el acceso se ha producido para utilizar

- Procesos tecnológicos individuales de la Sala Blanca
- Tecnologías consolidadas de la Sala Blanca
- Simulación, caracterización y test de dispositivos y/o circuitos integrados
- Ingeniería inversa de dispositivos y circuitos integrados
- Diseño de dispositivos y/o circuitos integrados
- Formación en tecnología y/o diseño

Un tipo de usuarios lo constituye los científicos o tecnólogos que realizan un proyecto de investigación en el ámbito de la microelectrónica o en otro ámbito, de los muchos en los que la microelectrónica tiene utilidad. Proceden de Universidades, Centros de Investigación y Empresas. En general, los *outputs* del acceso a la infraestructura son, entre otros:

- Caracterizaciones de procesos tecnológicos
- Aplicaciones de un(os) proceso(s) tecnológico(s) determinado(s) para la fabricación completa o finalización de un dispositivo
- Diseño y fabricación de dispositivos o circuitos integrados con las tecnologías de la GIC.
- Diseño de dispositivos o circuitos integrados con tecnologías exteriores a la GIC.
- Resultados de simulaciones, caracterizaciones, test o ingeniería inversa de dispositivos fabricados por la GIC o externos.
- Cursos de formación en todos los niveles.

Otro tipo de usuarios lo constituyen las empresas que necesitan dispositivos o circuitos integrados específicos para su utilización en productos industriales fabricados en pequeñas series. En el mercado mundial de *foundries* (fabricantes de *chips*) es muy difícil contratar

el suministro de dispositivos o circuitos integrados para cantidades reducidas. Dada su organización interna y su flexibilidad, la GIC puede producir dispositivos y circuitos integrados de determinadas características en cantidades pequeñas, aunque con las garantías de calidad y estabilidad en el suministro apropiadas para poder ser utilizados en productos industriales. En este caso, el acceso a la infraestructura se hace a través de la mencionada anteriormente Asociación de Interés Económico “**D+T Microelectrónica**”, cuyo socio mayoritario es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (76%) y que está participada por varias empresas del sector (*MCC Mondragón Corporación Cooperativa, Alcatel-Standard Eléctrica S.A., Tecdis S.A., Biosystems S.A.*).

El usuario de la infraestructura participa activamente en el desarrollo de las diferentes tareas. En primer lugar, se informa sobre las herramientas/procesos/equipos disponibles y se le proporciona la formación necesaria por parte del personal técnico/científico de la GIC. En el caso particular de tareas relacionadas con Sala Blanca, donde únicamente puede operar su personal, el investigador tiene la posibilidad de seguir su proceso a través de monitores (utilización por encomienda). El usuario es informado puntualmente por el operador de Sala Blanca del status e incidencias de su proceso, pudiendo decidir sobre posibles variaciones, si el desarrollo del trabajo lo requiere.

La flexibilidad de la instalación, junto con su gestión quasi-industrial, son las bases que garantizan la viabilidad de los proyectos a realizar y que han reportado a la GIC el reconocimiento de las instituciones, tanto europeas como nacionales.

Es por ello que la experiencia obtenida nos permite establecer unos protocolos de acceso a la instalación de forma estructurada.

El programa “GICSERV” de la GIC, subvencionado por el Plan Nacional de I+D+i, establece las condiciones por las que se financia un determinado número de accesos de usuarios externos a la misma, a fin de desarrollar proyectos que demanden el uso de equipos y procesos para fabricar microdispositivos o facilitar formación y acceso a técnicas existentes en la GIC.

Para usuarios dentro de este programa, el acceso a las instalaciones se está organizando de forma controlada, mediante el envío de un formulario de solicitud y con la supervisión de un **Comité Externo de Acceso** que analiza la **calidad y viabilidad** de la demanda.

Este Comité permite además mantener un vínculo entre las diferentes infraestructuras españolas que operan en el campo de la micro-

electrónica (ISOM de la UPM, Laboratorio de Microelectrónica de la UPC, Taller de Microelectrónica de la UAM) y de la nanotecnología, para definir estrategias conjuntas, distribuir capacidades y para ensayar nuevos procesos y/o dispositivos a escala de laboratorio, paso previo a la estandarización tecnológica.

En cualquier caso, y una vez la petición es evaluada positivamente, se establece el tipo de colaboración científica entre el centro y los investigadores solicitantes (proyecto de investigación compartido, subcontratación de servicios, etc.) para, finalmente, redactar el proyecto de investigación conjunto o el protocolo de acceso, según el tipo de colaboración establecido.

La dirección de la instalación, debidamente informada de los condicionantes técnicos de la infraestructura, establece las prioridades temporales de ejecución de los trabajos.

De acuerdo con el objetivo 3 del Plan Estratégico aprobado por el CNM-IMB², el acceso a la GIC no se restringe a los miembros de la comunidad microelectrónica, más bien se amplía a usuarios que trabajen en campos tales como:

- Dispositivos y sistemas electrónicos para el sector aeroespacial,
- Nano-micro sistemas para aplicaciones biomédicas,
- Textrónica,
- Nuevos principios de transducción / reconocimiento para Nano-Micro sensores,
- Nano-Bio-Info-Cogno NBIC,

De esta forma se pretende promover el uso combinado de las tecnologías y capacidades del CNM-IMB, con el fin de abordar nuevos campos de aplicación.

² "Extender la investigación a nuevos campos de aplicación, aprovechando las tecnologías microelectrónicas actuales del CNM-IMB, la capacidad de las nuevas nano-micro tecnologías, así como el uso combinado de todas ellas y el hecho de disponer de unas líneas de investigación consolidadas con unas tecnologías completas y fiables.

7 INDICADORES DE CALIDAD PARA LA GIC

La infraestructura de que dispone la GIC ha jugado y juega un papel relevante en muchos campos de investigación de la microelectrónica. En concreto, hay que destacar el campo de los sensores y microsistemas, el de los dispositivos de potencia, el de la óptica integrada, el de sensores para aplicaciones químicas y biomédicas, el naciente de los procesos de nanofabricación para la realización de estructuras nanométricas y nanosistemas, aisladas o en combinación /conexión con estructuras micrométricas y, finalmente, el de la metodología de diseño de ASICs. El hilo conductor de estos desarrollos tecnológicos ha sido la tecnología CMOS, que necesita unos procesos estables y compatibles y, como consecuencia, exige garantizar la calidad de cada uno de ellos.

De cualquier forma resulta aconsejable adoptar una métrica específica para evaluar la actividad de cualquier estructura/organización en general y de la GIC en particular. La métrica debe basarse en elementos específicos que definan la actividad de la estructura y en todos los casos permitir un razonable ejercicio de “benchmarking” en relación con estructuras semejantes. En el caso de la GIC esta métrica se basa en los siguientes 5 indicadores

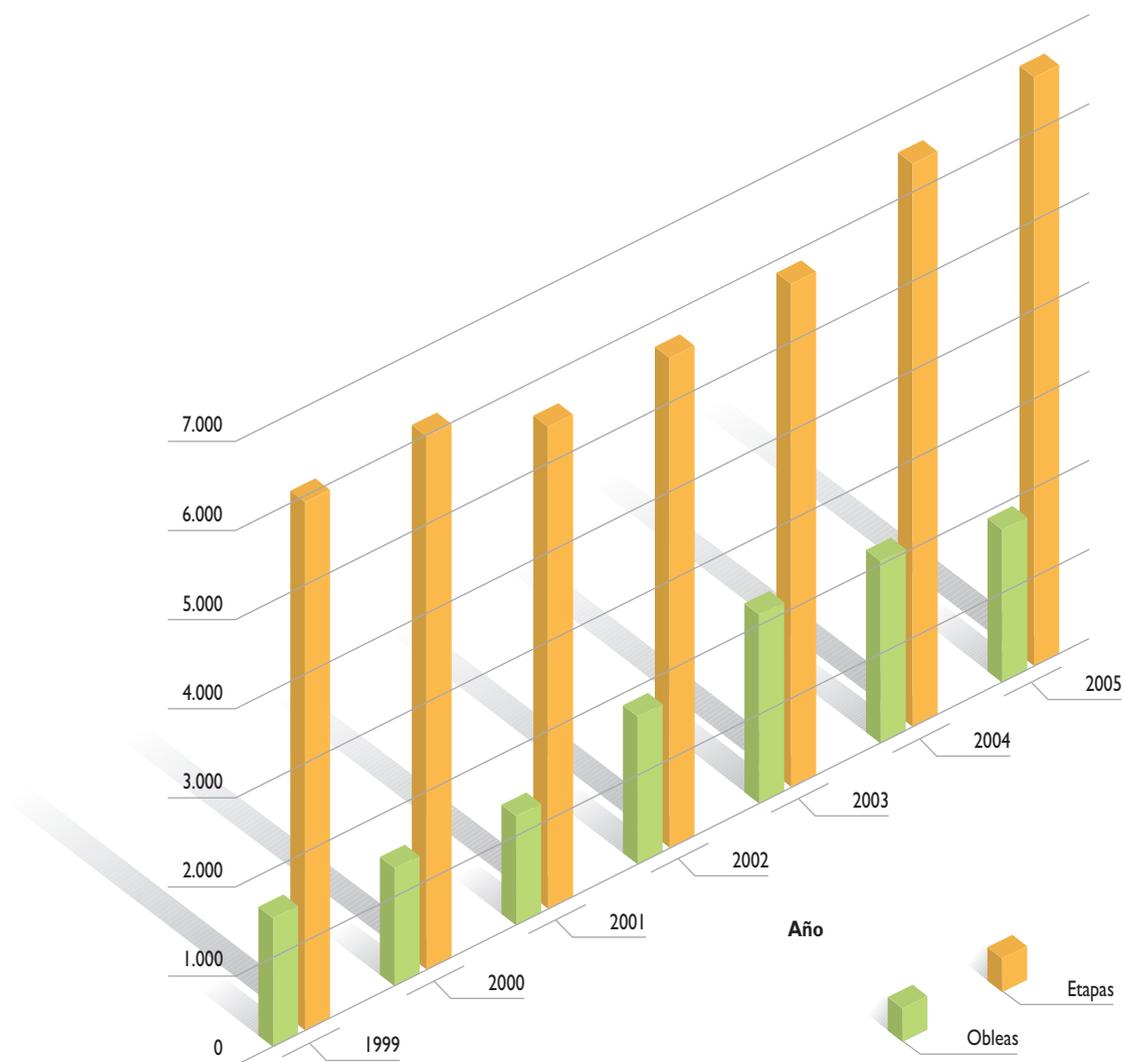
Indicador I : Producción

En términos estadísticos, la actividad de la Sala Blanca de la GIC en 2005 se muestra en la Tabla siguiente, donde se incluye el número de “runes” o lotes de obleas, etapas o niveles y obleas procesadas, lo que constituye uno de los principales indicadores de actividad.

Producción Sala Blanca	Año 2005
Número de runes procesados	333
Número de etapas procesadas	6.782
Número de obleas procesadas	1.801

Para comparar, en la Figura siguiente puede verse el número de obleas y etapas procesadas en los últimos años (no hay datos de número de etapas de procesos entre los años 1999 y 2001). El promedio anual ha sido de 1.907 obleas / año y de 5.788 etapas / año.

N.º DE OBLEAS Y ETAPAS DE PROCESO REALIZADAS POR AÑO



Se constata un ligero aumento del número de etapas junto a una disminución del número de obleas procesadas, lo que en primera aproximación dá cuenta del aumento de la complejidad en los proyectos desarrollados en Sala Blanca, sin duda reflejo de una mayor oferta y disponibilidad, no solo de procesos de calidad suficiente, sino de capacidad para encadenarlos con garantías de éxito.

Por otro lado los nuevos equipos que se han instalado en este período (RIE Applied Materials, modelo P-5000, PECVD de Applied Materials, nuevo sistema de producción de agua fría), han permitido aumentar el bagaje y posibilidades tecnológicas que la infraestructura ofrece a los diferentes grupos, que han visto así reforzadas las

capacidades tecnológicas de la instalación, posibilitando la continuidad de actividades emprendidas y el inicio de otras, de la mano de distintos proyectos de investigación.

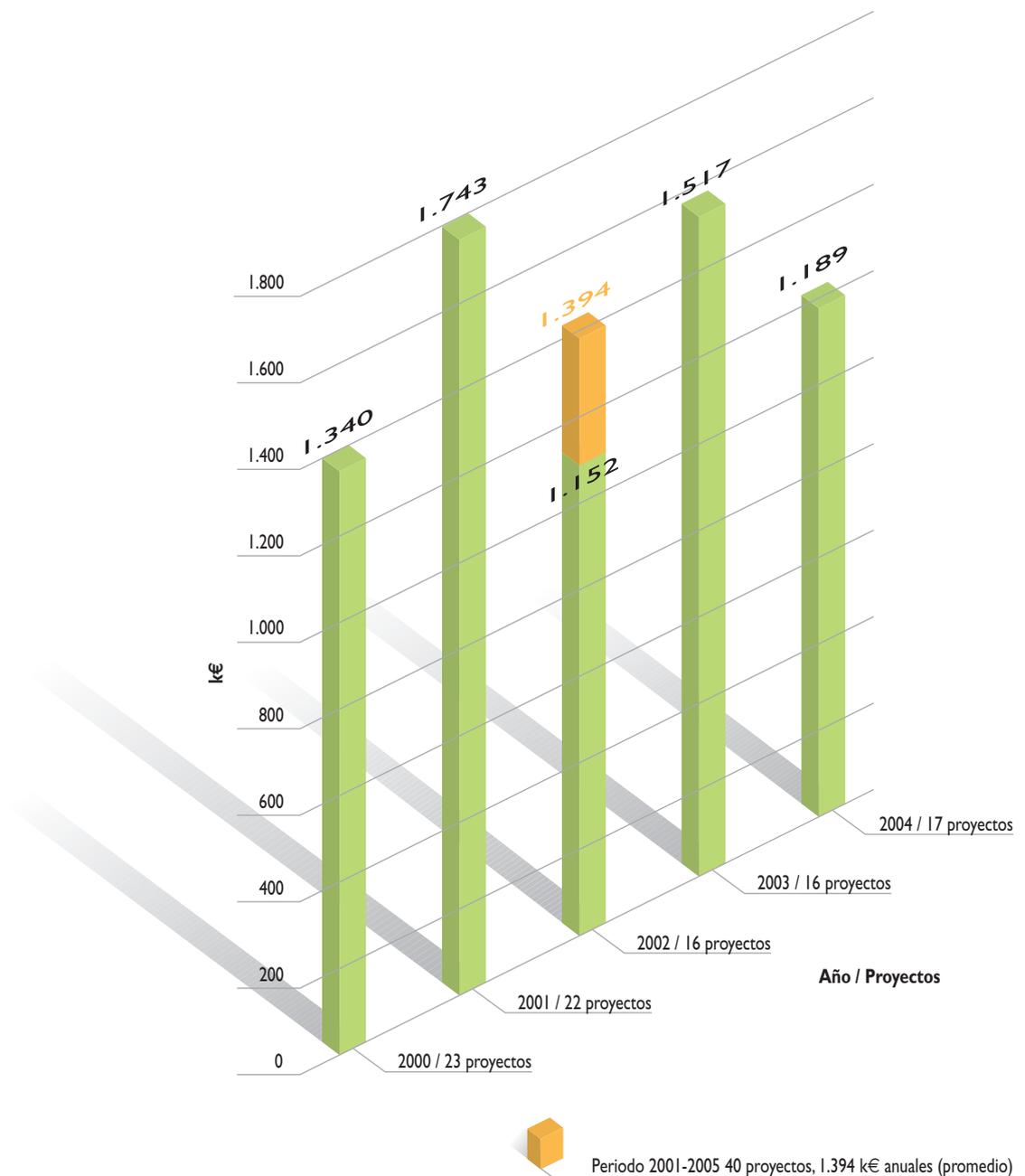
Indicador 2: Proyectos en que interviene la GIC

En la Tabla siguiente se contabilizan los proyectos de investigación en que ha intervenido la GIC durante el año 2005. El apartado Proyectos Europeos básicamente hace referencia a la participación de la GIC en proyectos consorciados y financiados por el 6º Programa Marco. En el apartado Proyectos Nacionales se incluyen fundamentalmente los proyectos de I+D financiados por la CICyT. El apartado “Otros” corresponde a proyectos financiados por la Generalitat de Catalunya. En la columna “Importe” consta el importe total de los proyectos (no la anualidad del 2005), para poder valorar, desde el punto de vista económico, la importancia de los mismos.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	AÑO 2005	Financiación Total (€)
Proyectos Europeos	17	5.049.385
Proyectos Nacionales	49	5.084.481
Otros	2	407.294
TOTAL	68	10.541.160

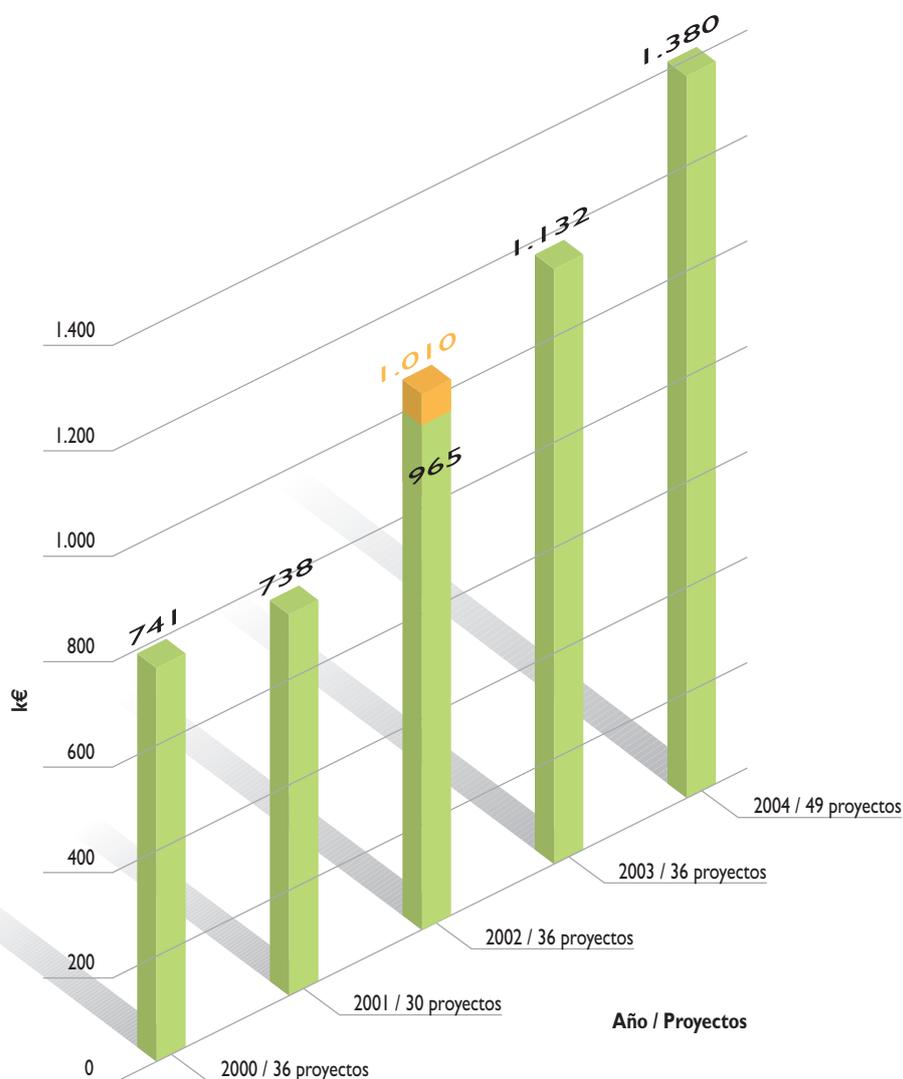
En la Figura siguiente se muestra el volumen económico de los proyectos europeos en los últimos cinco años, que suponen un promedio anual de 1.394 KEuros.

PROYECTOS EUROPEOS. INGRESOS ANUALES (PERIODIFICADOS)



Análogamente, la Figura que aparece a continuación presenta el mismo análisis para los proyectos nacionales, que suponen en este caso un promedio de 1.010 KEuros. Se puede apreciar claramente la disminución de proyectos europeos, debido en buena medida al cambio en las líneas apoyadas por el 6º PM, y como esa disminución ha sido paliada con un aumento de proyectos nacionales.

PROYECTOS NACIONALES. INGRESOS ANUALES (PERIODIFICADOS)



Periodo 2001-2005 40 proyectos, 1.010 k€ anuales (promedio)

Indicador 3: Usuarios

Con el paso de los años, la GIC se ha consolidado como centro de referencia en el campo de la microelectrónica, tanto en el ámbito estatal como en el europeo. Este hecho viene avalado por la variedad y cantidad de proyectos que se están desarrollando actualmente.

La captación de usuarios se hace de diversas maneras. En primer lugar, existe un considerable número de grupos de investigación que previamente han usado la infraestructura de la GIC y conocen las posibilidades tecnológicas de la Sala Blanca. Estos grupos de investigación constituyen un buen punto de partida para la captación de nuevos usuarios. Además, se dispone de una página *web* con información detallada de instalaciones y de los servicios ofrecidos.

El personal investigador asociado a la GIC en el CNM-IMB también lleva a cabo una continua labor de captación de posibles usuarios y colaboraciones en cualquier foro científico. Por otro lado es de remarcar la labor de captación de usuarios industriales por parte de “D+T Microelectrónica”, A.I.E. y a través de las Unidades Asociadas.

La demanda de utilización de la GIC ha sido amplia y variada a lo largo del año 2005. En este sentido la relación actual con centros académicos y empresas distintas puede resumirse en 23 Universidades, 31 Centros de investigación y 23 empresas, tanto nacionales como extranjeras, según se puede apreciar en el listado siguiente, que detalla todas las entidades con las que la GIC ha tenido relación con distintos niveles de importancia (año 2005), en torno al procesamiento de muestras, asesoramiento y desarrollo de I+D.

Actel SCCL

AMO

Analog Devices Belfast

Apibio S.A.S.

Assotiation ISEP

AZTI Fundazioa

Bionostra S.L.

Bio-Sene bvba

CEMES (CNRS)

Centre National de la Recherche Scientifique

Centre Suisse d'Electronique et Microtechnique

Chalmers University of Technology

CIDETEC

CISSOID S.A.
Commissariat a l'Energie Atomique
Consiglio Nazionale delle Ricerche
DANMARKS Tekniske Universitet Mikroelektronik Centret
DITOCOM SARL
EADS Deutschland gmbH, Corporate Rearch Centre
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
EV GROUP
Fundación INASMET
Fundación TEKNIKER
IBM Zurich Research Laboratory
IMMS Institut fuer Mikroelektronik
Institute of Microelectronics., Electromagnetism and Photonics
Institute of Semiconductor Physics
Institute for Microelectronics - Technical University of Vienna
Interuniversity Microelectronics Centre
Istituto Nazionale per la Fisica de la Materia
Istituto per i Processi Chimico Phisici Sezione di Bari
Istituto Trentino di Cultura
Lab. of Microelectronic Technologies
LETI-Commissionat a l'Energie Atomique
Liverpool University
LPN/CNS Paris
Micro Resist Technology GmbH
Microzone Limited
Multidisciplinar Intstitutio for Development of Research Appli-
cations
Nanocomms-NMRC
Nanoplus
Nanoworld AC
National Centre for Scientific Research "Demokritos"
National Institute of R+ D in Microtechnologies
National Microelectronic Research Centre
National Physical Laboratory
Nestec SA
OBDUCAT AB

Paul Scherrer Institut-Laboratory for Micro and Nanotechnology
Philips Semiconductor BV
Plitecnico di Torino-VLSI Laboratory
Queen University of Belfast
Scuola Superiore Sant 'Anna
Silicon-on-Insulator Technologies
SUSS Microttec AG
Synapsis SRL
Tencas de Casaseca SL
Univ. of Twente+ MESA Research Institute
Universidad de Salamanca
Universidad de Valladolid
Universita degli Studi di Udine
Universitat Autònoma de Barcelona
Universitat de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Universitat Rovira Virgili
Universite Catholique de Louvain
University of Applied Sciences for Central Switzerland
University of Cranfield
University of Glasgow
University of Linköping
University of Lund
University of Wuppertal
Universiy of Montpellier 2-GES
Upsala University
VTT-Technical Research Centre of Finland
Wroklaw University of Technology
X-FAB Semiconductor Foundries AG

Indicador 4 : Contratos industriales con intervención de la GIC

Algunos contratos industriales o dicho de otra forma, los proyectos de industrias y empresas en los que ha intervenido la GIC, están incluidos en el indicador anterior. Es importante diferenciarlos y darles visibilidad bajo forma de indicador específico, a fin de valorar el impacto que la existencia y capacidad de la GIC tiene, no solo para la I+D académica, sino también para el desarrollo y la innovación industrial.

La mayor parte de este tipo de usuarios de la GIC (industrias) ha sido canalizada a través de “D+T Microelectrónica, A.I.E.”. El número y volumen de contratación en el año 2005 con empresas y otras entidades para la realización de prototipos, pequeñas series de fabricación y servicios en que ha intervenido la GIC, aparece reflejado en la Tabla siguiente:

Contratos industriales D+T, A.I.E.	AÑO 2005	IMPORTE (K€)
Contratos con empresas /entidades españolas	24	776,5
Contratos con empresas europeas	11	89,2
Contratos con otras empresas	3	77,5
TOTAL	38	943,3

La siguiente relación presenta el nombre de esas empresas y entidades de carácter industrial:

Tekniker
 SONY ESPAÑA
 Alpha-mos
 Fagor Electrónica
 Ion Beam Services (IBS)
 Epson Europe
 Silios Technologies
 Dirección General de Armamento y Material
 Association Eurimus Office
 Aismalibar
 Hungarian Academy Of Science (SZTAKI)
 Universidad de Valencia
 Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada
 CERN
 École Centrale de Lyon
 Universitat Rovira y Virgili
 Fundación Inasmet
 Centro Nacional de Inteligencia
 NMRC
 Fundación BBVA
 Microtransductores de Estado Solido
 Mercedes de Frutos (Fundación Areces)
 CRISA

TAG SYSTEMS, S.A.
Philips Electronics UK Limit
Cellic AB
Nanyang Technological University
Austrian Aerospace, GmbH
Embassade France Tunisia
Neos Surgery, S.L.
Industrial Innovation Microelectronics Design, S.A.
Biosystems
Fundación Endesa
Fundación Bosch i Gimpere

Indicador 5: Sistema de evaluación externa

El comité exterior que ha venido funcionando para determinar las líneas generales de aceptación de proyectos ha estado formado por tres expertos extranjeros y un miembro del CNM:

- Prof. Shankar N. Ekkanath Manathil, Dept.of Electronic and Electrical Engineering, Emerging Technologies Research Center, De Montfort University, Leicester (UK)
- Prof. Paolo Dario, MiTech Lab., Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa (I)
- Dr. Denis Flandre, Microelectronics Lab. (DICE), Université Catholique de Louvain (BE)
- Prof. José Millán (CNM-IMB)

La existencia de este Comité garantiza una visión exterior y cualificada de la organización y actividades de la GIC y por ello, su existencia, tiene también un importante valor como indicador.



COSTO DEL ACCESO

Para calcular los gastos de acceso se prescinde de incluir los costos de amortización o los costos no directamente relacionados con la prestación asociada a los equipos de la GIC, con el fin de que los costos imputables sean lo menor posible e incentivar con ello su utilización, manteniendo un criterio de sostenibilidad.

Por ello se parte de los gastos anuales de la Gran Instalación correspondientes al personal, gastos corrientes, servicios externos y mantenimiento, que ascendieron durante el año 2005 a 2M€ aproximadamente. A partir de esta cifra y considerando una operatividad en Sala Blanca de 2.640 horas durante el año, en semanas de 60 horas, el resultado promedio asciende a 45,5 K€ semanales aproximadamente.

Para calcular el orden de magnitud del costo de procesamiento de un lote de obleas en la GIC hay que considerar todo el tiempo que el proyecto está dentro de la Sala Blanca, desde el inicio del lote hasta su terminación. Este tiempo es función de la complejidad del proceso, pudiendo ser tan pequeño como un par de días para un solo proceso o tan grande como dos meses, para un proyecto completo CMOS y, si bien es cierto que la variabilidad es muy grande, en promedio la GIC es capaz de procesar del orden de 5,7 proyectos en paralelo, por lo que el gasto imputable a un proyecto durante una semana ascendería a unos 5 K€ o lo que es lo mismo **a 133 € / hora, en promedio.**

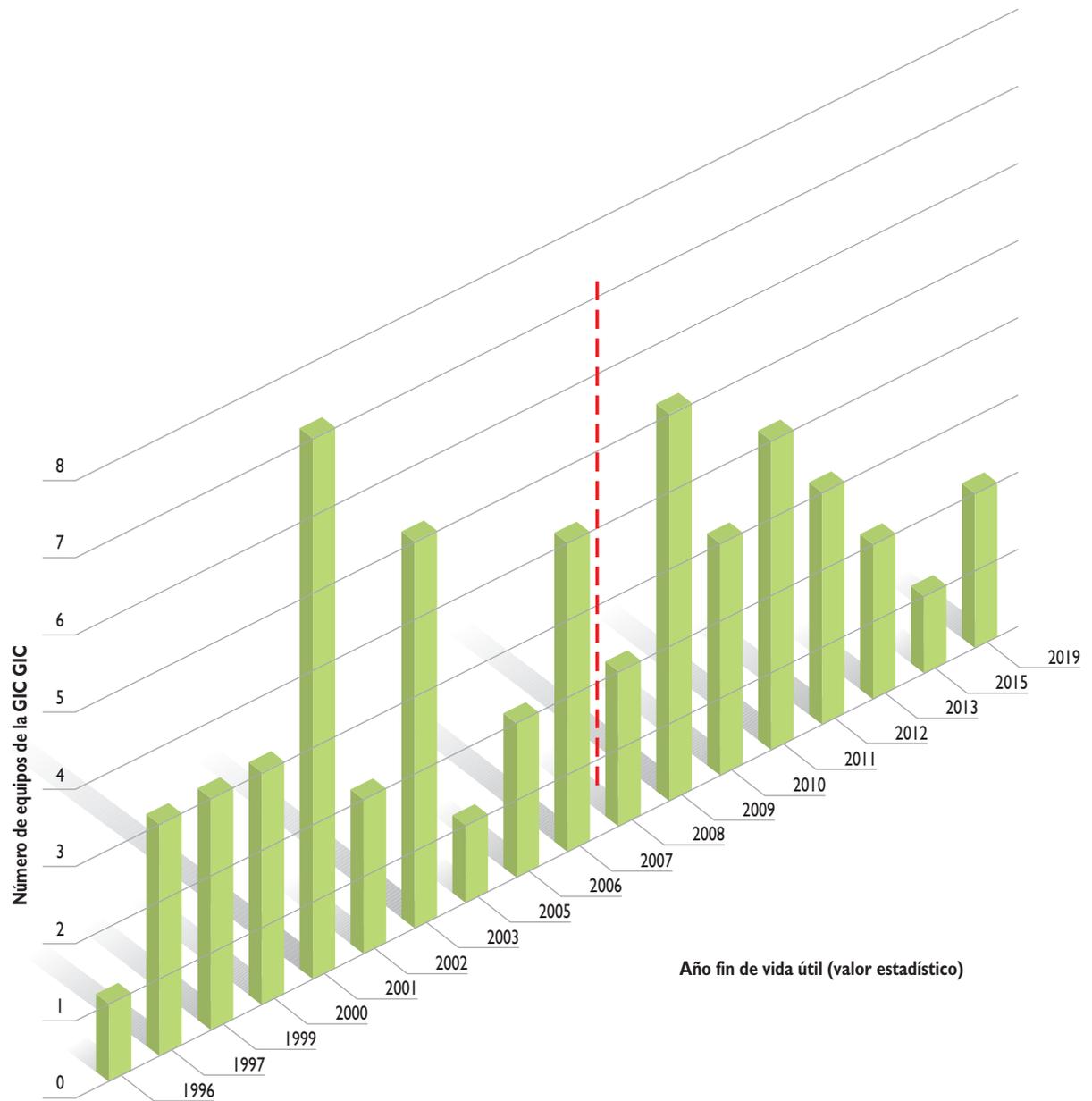
9

VALORACION ECONOMICA DE LA GIC

La Tabla que ocupa las páginas siguientes muestra, de forma pormenorizada, el valor de adquisición de los equipos de la GIC, referido al año de su adquisición y siempre que fuera superior a 60.000€ (10 Mpts). Se indican asimismo sus costes de mantenimiento.

El total de 14,7 M€ (equivalente a 2.445 Mpts) resulta de sumar los precios en distintos años, con el error que ello acarrea, pero da idea del valor de reposición de la instalación. También es ilustrativa la cifra de 0,5 M€ necesarios para el mantenimiento de ese conjunto de equipos.

A partir de las fechas de fin de vida útil que se indican para cada equipo, se puede valorar uno de los **mayores problemas de la GIC**, así como la necesidad de diseñar una política de reposición de activos, so pena de deteriorar seriamente y hasta bloquear la capacidad operativa de la misma. La Figura siguiente, construida con los datos de la referida Tabla, resume de forma gráfica el estado de obsolescencia de los equipos: a fecha actual, 2006, el 50% de los mismos está fuera de su vida útil, en buena medida desfasados gran parte de ellos, aunque manteniéndose operativos gracias a la actuación de los servicios de mantenimiento del CNM y GIC, que consiguen ralentizar apreciablemente el ritmo de declive de sus capacidades.



ADQUISICIÓN DE EQUIPOS (MÁS DE 60.000 EUROS) (DEPARTAMENTO / SERVICIO / GRUPO DE INVESTIGACIÓN)

Centro o Instituto					Código de Centro	
Instituto de Microelectrónica de Barcelona					010203	
Departamento / Servicio / Grupo de Investigación						
Gran Instalación Científica de Sala Blanca						
Denominación del equipo	Año de compra	Coste compra (Euros)	Coste anual mantenimiento	Fecha fin vida útil	Observaciones	
Infraestructura Sala Blanca						
Estación transformadora	1988	620.000	4.000	2008		
Distribución Baja Tensión	1989	621.000	7.000	2009		
Climatización y Filtración Aire	1989	1.316.183	35.000	2009		
Producción Aire Comprimido	1989	187.734	8.000	2009		
Producción Vacío general	1989	78.667	3.000	2009		
Producción Agua Desionizada	1990	405.424	20.000	2010		
Producción Agua Fría	1989-2004	900.000	10.000	2009-2024		
Instalaciones Gases Ultrapuros	1990	380.436	5.000	2010		
Detección y Extinción Incendios	1990-2004	304.757	15.000	2010-2024		
Detección Gases Tóxicos	1990	159.964	20.000	2007	Sistema obsoleto por Fabricante	
Instalaciones Seguridad	1990	151.723	3.000	2010		
					Inversión Total: 5,158,334	
					Mantenimiento Anual: 132,000	
Área de Implantación						
Eaton NV-4206	1987	850.000	25.000	1997		
					Inversión Total: 870,031	
					Mantenimiento Anual: 26,000	
Área de Sputtering						
Leybold-Heraeus Z-550	1986	195.000	5.000	1996		
Varian 3180	1995	130.000	5.000	2005		
Material Research Corp. MRC-903	1996	205.000	5.000	2006		
Sputtering Films Inc C-to-C	1996	320.000	5.000	2006		
Alcatel A-610	1999	340.000	5.000	2009		
					Inversión Total: 1,190,779	
					Mantenimiento Anual: 26,000	
Área de Inspección y medida						
Hitachi SEM S530	1986	62.800	3.150	1996		
Zeiss Microscope + CD System	1989	69.360	3.318	1999		
Rudolph AutoEL IV Ellipsometer	1993	68.750	3.396	2003		
Olympus Microscope	1991	64.798	3.240	2001		
Zeiss Microscope	1989	69.362	3.468	1999		
					Inversión Total: 581,211	
					Mantenimiento Anual: 28,500	

SALA BLANCA INTEGRADA DE NANO Y MICRO FABRICACIÓN
PLAN ESTRATÉGICO

Centro o Instituto					Código de Centro
Instituto de Microelectrónica de Barcelona					010203
Departamento / Servicio / Grupo de Investigación					
Gran Instalación Científica de Sala Blanca					
Denominación del equipo	Año de compra	Coste compra (Euros)	Coste anual mantenimiento	Fecha fin vida útil	Observaciones
Área de Plasma					
CIT Alacatel GIR 160	1987	145.366	7.250	1997	
DryTeck QUAD 484 plasma etcher	1993	547.466	27.373	2003	
Applied Materials 5000 plasma etcher	2002	325.131	15.750	2012	
Alcatel A601-E plasma etcher	2001	263.552	9.000	2011	
					Inversión Total: 1,376,844
					Mantenimiento Anual: 64,100
Área de Fotolitografía					
KarlSüss MA6	2002	212.802	9.581	2012	
Canon PLA-600F/FA	1990	184.290	8.715	2000	
KarlSüss MA56	1991	142.220	6.611	2001	
NSR 1505G6	1998	92.327	8.990	2008	
SVG Coater	1991	85.233	4.012	2001	
SVG Developer	1991	85.233	4.012	2001	
					Inversión Total: 922,148
					Mantenimiento Anual: 45,900
Área de Hornos					
LB 45 ASM Quad Furnace (F1-F4)	1990	394.774	19.789	2000	
LB 45 ASM Quad Furnace (F5-F8)	1990	394.774	19.789	2000	
ETNA SEMI Ing. Quad Furnace (F9-F12)	1987	311.132	15.517	1997	
PYROX 216 APCVD TEMPRESS PSG System	1993	85.541	4.277	2003	
AMAT Precision 5000 (Mark II) Applied Materials Inc.	2003	748.417	33.250	2013	
					Inversión Total: 2,022,251
					Mantenimiento Anual: 97,000
Área de Grabados húmedos					
8 Wet Bench (2 modules)	1989	80.134	1.700	1999	
4 R&D FSI-Corp. Phoenix Serie 300, model 220	1991	54.504	1.090	2001	
					Inversión Total: 216,124
					Mantenimiento Anual: 4,600
Miscelánea					
Gas Bottle Storage and extraction	1991	147.896	6.645	2001	
					Inversión Total: 192,257
					Mantenimiento Anual: 6,700

Centro o Instituto				Código de Centro	
Instituto de Microelectrónica de Barcelona				010203	
Departamento / Servicio / Grupo de Investigación					
Gran Instalación Científica de Sala Blanca					
Denominación del equipo	Año de compra	Coste compra (Euros)	Coste anual mantenimiento	Fecha fin vida útil	Observaciones
Unidad de Microsistemas					
Banco Químico para grabado anisótropo de silicio y procesos de deposición de metales	1997	70.173	3.000	2007	Compuesto de: baños termostatizados para grabados anisótropo, techo laminar, secador de punto crítico, baños para deposición de metales, pH-metro y sistema de casadas para limpiezas.
Sistema de inspección óptico	2001	116.424	1.000	2011	Microscopio Confocal, microscopio óptico i microscopio estereoscópico.
					Inversión Total: 233,594
					Mantenimiento Anual: 7,000
Unidad de Caracterización Eléctrica					
Equipo de test paramétrico	1988	90.000	5.000	2003	Incluye: equipos de medida, ordenador, software y mesa de puntas
Equipo de medida de impedancias	1986/2002	160.000	1.000	2012	Incluye: equipos de medida, mesa de puntas semiautomática apantallada y mesa de puntas con chuck térmico
					Inversión Total: 250,000
					Mantenimiento Anual: 6,000
Unidad de CAD					
Equipo de test Funcional Digital	2002	110.000	1.000	2007	
Equipo de matrices y Test Analógico	2002	93.067	1.000	2007	
					Inversión Total: 203,067
					Mantenimiento Anual: 2,000
Unidad de Nanofabricación					
Microscopio AFM	2001	440.000	6.000	2011	Incluye actualizaciones 2003 y 2004
Sistema de Litografía por haces de electrones	2001	505.000	18.000	2011	
Sistema de litografía por nanoimpresión	2003	146.000	6.000	2013	
					Inversión Total: 1,091,000
					Mantenimiento Anual: 30,000

SALA BLANCA INTEGRADA DE NANO Y MICRO FABRICACIÓN
PLAN ESTRATÉGICO

Centro o Instituto				Código de Centro	
Instituto de Microelectrónica de Barcelona				010203	
Departamento / Servicio / Grupo de Investigación					
Gran Instalación Científica de Sala Blanca					
Denominación del equipo	Año de compra	Coste compra (Euros)	Coste anual mantenimiento	Fecha fin vida útil	Observaciones
Unidad de Caracterización Física y Encapsulado					
Spreading Resistance SSM 130	1987	96.173	900	2002	
Microscopio Electrónico de Barrido, Hitachi S-530	1986	66.511	5.000	2001	
Sistema de preparación micro secciones	1985-1989	116.000	7.000	2000-2005	
Microscopios ópticos	1985-2001	102.500	3.500	2005-2021	Cinco microscopios con diferentes características
Soldadoras de hilo y bola	1985-1988	98.000	12.000	2000-2003	
					Inversión Total: 479,184
					Mantenimiento Anual: 28,400
Inversión Total:		14,786,824 Euros			
Mantenimiento Anual:		504,200 Euros			

10

ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA GRAN INSTALACION

En este apartado hemos realizado un análisis agregado de las fortalezas y debilidades de la Gran Instalación en la actualidad, teniendo en cuenta los datos históricos de los últimos 5 años y valorando la situación de la GIC en su entorno competitivo, nacional e internacional.

Para ello, se ha seguido el procedimiento estándar en el análisis estratégico que responde al modelo DAFO (Fortalezas y Debilidades internas de la GIC y Oportunidades y Amenazas de la evolución del entorno) y se han formulado las declaraciones que resumen el posicionamiento de la Instalación en relación al estado del arte en los problemas o focos de investigación.

El análisis de *Fortalezas y Debilidades* se ha realizado en relación a los **conocimientos y capacidad, las infraestructuras, la relación con el entorno y alianzas y la financiación.**

El análisis de *Oportunidades y Amenazas* se ha realizado en los ámbitos **político y legal, socioeconómico y tecnológico.**

10.1. FORTALEZAS

Son capacidades y recursos que proporcionan una situación ventajosa para poder desarrollar la estrategia en ese entorno.

Se han identificado las siguientes fortalezas:

Conocimientos y capacidad:

- Líneas tecnológicas y de proceso consolidadas, que incluyen muchas consideradas de vanguardia
- Flexibilidad y adaptabilidad de procesos y tecnologías a demandas de utilización especiales y específicas, incluyendo pre y post-proceso en aproximaciones a microsistemas y sistemas heterogéneos
- Capacidad de desarrollo de tecnologías completas (desarrollo de producto acabado) y repetitivas (producción de pequeñas series) incluyendo circuitos CMOS, desde su diseño a su encapsulación
- Tecnologías tanto micro como “nano” en fase de integración conjunta, característica diferencial respecto a otras instalaciones similares europeas.
- Personal técnico (ingenieros de desarrollo, operarios de instalaciones y técnicos de mantenimiento) altamente cualificado y con dedicación exclusiva

Infraestructuras:

- Instalaciones singulares que son únicas a nivel nacional y que forman parte de las escasas disponibles a nivel europeo (Sala Blanca).
- Operación de las instalaciones *quasi* industrial, que asegura la estabilidad de los procesos así como su gestión y mantenimiento
- Capacidad para acoger nuevos equipos y procesos al no estar saturadas las instalaciones (contando con la ampliación en curso)

Relación con el entorno y alianzas:

- Explotación de las capacidades industriales de la Gran Instalación a través de la sociedad “D+T Microelectrónica, A.I.E”
- Estrecha conexión con investigadores del campus universitario en general y especialmente del propio CNM, que por un lado contribuyen a fijar las necesidades, requisitos y justificaciones para el desarrollo de nuevos procesos y tecnologías y por otro aportan capacidad para avanzar en la solución de problemas relacionados con aspectos de ciencia básica, subyacentes en ese desarrollo
- Relaciones con Instalaciones similares a nivel europeo (LETI, IMEC, Tyndall, LAAS, Fraunhofer,...) y complementarias a nivel nacional (ISOM de Madrid)
- Capacidad de captar personal investigador /técnico del entorno inmediato (campus universitario), así como de atraer personal en formación (becarios e investigadores) de todo el mundo

Financiación:

- Capacidad de captar recursos a partir de los servicios ofrecidos

10.2. DEBILIDADES

Son aspectos que pueden limitar o reducir internamente la capacidad para implementar el plan estratégico y que por tanto deben ser controlados y superadas.

Se han identificado las siguientes debilidades:

Conocimientos y capacidad:

- Precariedad laboral y salarios poco competitivos en el colectivo de personal técnico/operario de instalaciones, que pone en riesgo la continuidad de la actividad
- Los mecanismos de incorporación de personal, que responden a los de un ente dependiente de un Organismo Público del Estado, son poco flexibles e inadecuados

- De acuerdo con el estado del arte de la “Silicon Road”, tecnología obsoleta para la realización de grandes circuitos de tipo micro-procesador y memoria

Infraestructuras:

- Envejecimiento de las instalaciones por falta de políticas de amortización y reposición de las inversiones.
- Aunque algunos equipos admiten obleas de hasta 150 mm, algunos otros están limitados a un tamaño de oblea máximo de 100 mm. Ello hace que las tecnologías completas estén limitadas³ a 100 mm.
- Fotolitografía limitada a una resolución micrónica

Relación con el entorno y alianzas:

- Falta de un importante entorno industrial inmediato, capaz de utilizar las capacidades de la Gran Instalación

Financiación:

- Inversiones en equipos esporádicas, no programadas e insuficientes, dependientes de Acciones Especiales o Programas Nacionales no específicos para Grandes Instalaciones⁴, que son de cualquier forma escasas. Presupuesto de funcionamiento no diferenciado del IMB-CNM

10.3. OPORTUNIDADES

Son circunstancias del entorno que, bien aprovechadas, pueden producir un salto cualitativo en la posición competitiva del Instituto.

Se han identificado las siguientes oportunidades del entorno:

Político y legal:

- Voluntad política de impulsar proyectos en nanotecnología a nivel europeo (Programas Marco) y nacional (Planes Nacionales)
- Voluntad política de impulsar inversiones en grandes instalaciones
- Cambio de estatus jurídico del CSIC, que ha de mejorar la gestión e incrementar la autonomía del CNM-IMB en general y de la GIC en particular.

³ Esta característica puede también contabilizarse como una fortaleza en determinadas circunstancias, dada la falta de capacidad de foundries y laboratorios industriales para estas dimensiones, que en particular encuentran muchas aplicaciones todavía en los campos de MEMS y NEMS y sobre todo para la actividad de I+D de muchos laboratorios académicos.

⁴ Esta situación ha cambiado desde diciembre de 2005 en que por primera vez el programa de Grandes Instalaciones del Plan Nacional de I+D+i, ha atendido una solicitud de financiación de equipos, si bien de forma parcial y claramente insuficiente, que en modo alguno permite la reposición de equipos obsoletos.

- Proyecto de creación del nuevo clúster / Centro de Nanotecnología, por acuerdo entre CSIC, UAB y DURSI

Socioeconómico:

- Existencia de un amplio mercado potencial para el desarrollo y aplicación de tecnología de instrumentación en sectores como la biotecnología, química, medio ambiente, agroalimentación, energía, espacio, etc. Mención especial merece el mercado de Bio-nano-microelectrónica de aplicación específica emergente, para el que las capacidades de la GIC tienen una adecuada potencialidad
- Necesidad de pequeñas series de dispositivos, tanto para la I+D, como para industrias innovadoras, que por la especialización o tamaño no son atendidas por grandes fabricantes o suministradores
- Capacidad adaptada y flexible de interlocución con empresas e industrias a través de “D+T Microelectrónica , AEI”

Tecnológico:

- Necesidad de hibridar la “nano” y microtecnologías para seguir líneas de trabajo con aplicaciones potenciales
- El futuro de los Micro y Nanosistemas (MEMS y NEMS) depende más de la capacidad y flexibilidad de los medios tecnológicos que de su resolución o prestaciones últimas

10.4. AMENAZAS

Son circunstancias del entorno externo que pueden constituir un peligro para las actividades del Instituto.

Se han identificado las siguientes amenazas del entorno:

Político y legal:

- Falta de planificación de inversiones públicas a largo plazo, en grandes instalaciones
- Complejidad actual de los procedimientos de gestión con la sede central del CSIC
- Flexibilidad en la gestión actualmente bajo mínimos y pendiente de una reforma que no tiene calendario ni alcance precisados
- Que las políticas de promoción del personal estén muy polarizadas hacia indicadores de ciencia básica

Socioeconómico:

- Falta de suficiente entorno industrial potente a nivel local y nacional, afín a la actividad de la GIC

- Escasez en España de recursos públicos para I+D, en comparación con la media europea
- Que los programas de I+D europeos no tengan en cuenta las capacidades de tipo GIC de tamaño medio, favoreciendo a las grandes industrias

Tecnológico:

- Posible incapacidad por parte de la GIC de afrontar los nuevos retos tecnológicos de futuro por falta de inversiones para mantener y ampliar las capacidades tecnológicas
- Que la falta de flexibilidad y capacidad de respuesta rápida en los problemas de incorporación de personal y adquisición / mantenimiento de equipos nos hagan quedar desfasados

10.5. ANÁLISIS INTEGRADO

La Tabla de la página siguiente resume el análisis DAFO anteriormente realizado y a continuación, el ejercicio de cruce entre Debilidades / Fortalezas y Oportunidades / Amenazas, nos orienta sobre los ejes de actuación en los que se debe integrar el Plan Estratégico de la GIC.

En ese sentido se puede observar como las mayores amenazas identificadas se refieren a la falta de inversiones y su planificación a largo plazo, la complejidad de los procedimientos de gestión en el marco CSIC, y la polarización de las políticas de promoción de personal hacia indicadores de ciencia básica. Asimismo las mayores debilidades están también relacionadas con la disponibilidad de recursos, ya que el envejecimiento de los equipos y la limitación a 100 mm. pueden suponer serios inconvenientes para la actividad de la GIC. Por otro lado las fortalezas que prioritariamente se pueden explotar se refieren a la flexibilidad de las tecnologías, la singularidad de las instalaciones a nivel nacional y europeo y la excelente cualificación del personal técnico, así como la capacidad para acoger nuevos equipos y procesos y la de explotar las instalaciones en su vertiente industrial, a través de “D+T Microelectrónica , AIE”.

SALA BLANCA INTEGRADA DE NANO Y MICRO FABRICACIÓN
PLAN ESTRATÉGICO

FORTALEZAS		DEBILIDADES	
F1	Líneas tecnológicas y de proceso consolidadas, que incluyen muchas consideradas de vanguardia	D1	Precariedad laboral y salarios poco competitivos en el colectivo de personal técnico/operario de instalaciones que pone en riesgo la continuidad de la actividad
F2	Flexibilidad y adaptabilidad de procesos y tecnologías a demandas de utilización especiales y específicas, incluyendo pre y postproceso en aproximaciones a microsistemas y sistemas heterogéneos	D2	Los mecanismos de incorporación de personal, que responden a los de un ente dependiente de un Organismo Público del estado son poco flexibles e inadecuados
F3	Capacidad de desarrollo de tecnologías completas (desarrollo de producto acabado) y repetitivas (producción de pequeñas series) incluyendo circuitos CMOS, desde su diseño a su encapsulación	D3	De acuerdo con el estado del arte de la "Silicon Road", tecnología obsoleta para la realización de grandes circuitos de tipo microprocesador y memoria
F4	Tecnologías de tanto micro como nano en fase de integración conjunta, característica diferencial respecto a otras instalaciones similares europeas.	D4	Envejecimiento de las instalaciones por falta de política de amortización y reposición de las inversiones.
F5	Personal técnico (ingenieros de desarrollo, operarios de instalaciones y técnicos de mantenimiento) altamente cualificado y con dedicación exclusiva.	D5	Aunque algunos equipos admiten obleas de hasta 150 mm, algunos otros están limitados a un tamaño de oblea máximo de 100 mm. Ello hace que las tecnologías completas estén limitadas a 100 mm.
F6	Instalaciones singulares que son únicas a un nivel nacional y que forman parte de las escasas disponibles a nivel europeo (Sala Blanca).	D6	Fotolitografía limitada a una resolución micrónica (si bien la capacidad nanométrica del <i>electron Beam</i> permite asegurar prestaciones ampliamente submicrónicas).
F7	Operación de las instalaciones casi industrial que asegura la estabilidad de los procesos así como su gestión y mantenimiento.	D7	Falta de un importante entorno industrial inmediato capaz de utilizar las capacidades de la Gran Instalación.
F8	Capacidad para acoger nuevos equipos y procesos al no estar saturadas las instalaciones (contando con la ampliación en curso).	D8	Inversiones en equipos esporádicas, no programadas e insuficientes, dependientes Acciones Especiales o Programas Nacionales no específicos para Grandes Instalaciones, que son de cualquier forma escasas Presupuesto de funcionamiento no diferenciado por el CSIC del IMB-CNM
F9	Explotación de las capacidades industriales de la Gran Instalación a través de la sociedad "D+T Microelectrónica, A.I.E."		
F10	Estrata conexión con investigadores del campus universitario en general y especialmente del propio CNM, que por un lado contribuyen a fijar las necesidades, requisitos, justificaciones, para el desarrollo de nuevos procesos y tecnologías y por otro aportan capacidad para avanzar en la solución de problemas relacionados con aspectos de ciencia básica, subyacentes en ese desarrollo.		
F11	Relaciones con Instalaciones similares a nivel europeo (LETI, IMEC, Tyndall, LAAS, Fraunhofer, ...) y complementarias a nivel nacional (ISOM de Madrid).		
F12	Capacidad de captar personal investigador / técnico del entorno inmediato, fijado por la instalación en el campus universitario así como de atraer personal en formación (becarios e investigadores) de todo el mundo.		
F13	Capacidad de captar recursos a partir de los servicios ofrecidos.		

OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
01	Voluntad política de impulsar proyectos en nanotecnologías a nivel europeo (Programas Marco) y nacional (Planes Nacionales)	A1	Falta de planificación de inversiones públicas a largo plazo en grandes instalaciones.
02	Voluntad política de impulsar inversiones en grandes instalaciones.	A2	Complejidad actual de los procedimientos de gestión con la sede central del CSIC.
03	Cambio de estatus jurídico del CSIC que ha de mejorar la gestión e incrementar la autonomía del CNM-IMB en general y de la GIC en particular.	A3	Flexibilidad en la gestión actualmente bajo mínimos y pendiente de una reforma que no tiene calendario ni alcance precisados.
04	Proyecto de creación del nuevo clúster / Centro de Nanotecnología, por acuerdo entre CSIC, UAB y DURSI.	A4	Que las políticas de promoción del personal estén muy polarizadas hacia indicadores de ciencia básica.
05	Existencia de un amplio mercado potencial para el desarrollo y aplicación de tecnología de instrumentación en sectores como la biotecnología, química, medio ambiente, agroalimentación, energía, espacio, etc. Mención especial merece el mercado de Bio-nano-microelectrónica de aplicación específica emergente, para el que las capacidades de la GIC tienen una adecuada potencialidad.	A5	Falta de suficiente entorno industrial potente a nivel local y nacional, afín a la actividad de la GIC.
06	Necesidades de pequeñas series de dispositivos, tanto para la I+D como para industrias innovadoras, que por la especialización o tamaño no son atendidas por grandes fabricantes o suministradores.	A6	Escasez en España de recursos públicos para I+D, en comparación con la media europea.
07	Capacidad adaptada y flexible de interlocución con empresas e industrias a través de "D+T Microelectrónica, AEI"	A7	Que los programas de I+D europeos no tengan en cuenta las capacidades de tipo GIC de tamaño medio, favoreciendo a las grandes industrias.
08	Necesidad de hibridar la nano y microtecnologías para seguir líneas de trabajo con aplicaciones potenciales	A8	Posible incapacidad por parte de la GIC de afrontar los nuevos retos tecnológicos de futuro por falta de inversiones para mantener y ampliar las capacidades tecnológicas.
09	El futuro de los Micro y Nanosistemas (MEMS y NEMS) depende más de la capacidad y flexibilidad de los medios tecnológicos que de su resolución o prestaciones últimas.	A9	Que la falta de flexibilidad y capacidad de respuesta rápida en los problemas de incorporación de personal y adquisición / mantenimiento de equipos nos hagan quedar desfasados

	OPORTUNIDADES										AMENAZAS									Utilidad fortalezas y debilidades
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		
FORTALEZAS	F1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	2	1	1	1	1	38
	F2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2	2	2	1	1	42
	F3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	2	2	2	1	1	39
	F4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	2	2	2	1	1	39
	F5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2	2	1	2	2	43
	F6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	2	2	2	1	1	40
	F7	2	3	3	2	3	3	3	3	2	1	1	1	0	2	0	1	1	2	33
	F8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	0	1	2	1	1	2	40
	F9	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	0	2	2	1	2	2	41
	F10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	1	3	1	2	2	1	1	38
	F11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	0	1	0	0	2	2	2	36
	F12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	1	2	0	1	2	1	1	35
	F13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2	1	2	1	2	0	0	38
DEBILIDADES	D1	3	2	2	3	3	3	3	2	1	0	2	2	3	2	2	0	1	3	37
	D2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	0	2	2	3	1	2	0	0	3	37
	D3	3	1	2	2	2	3	3	1	1	1	0	0	0	2	1	2	1	1	26
	D4	3	1	0	2	2	2	3	1	1	1	0	0	0	2	1	2	1	1	23
	D5	2	2	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	2	3	2	19
	D6	1	1	0	2	2	2	1	3	2	0	0	1	0	1	1	2	3	2	24
	D7	2	2	2	1	3	2	3	2	2	1	1	1	0	3	2	2	1	2	32
	D8	2	2	1	2	3	2	3	3	3	3	1	2	0	1	2	2	3	2	37
Aprovechamiento oportunidad y amenaza	57	51	48	54	58	57	59	54	51	23	22	26	19	33	31	33	28	33		

Significado de colores

- En que medida la fortaleza permite aprovechar la oportunidad
- En que medida la corrección de la debilidad permite contrarrestar la amenaza
- En que medida la fortaleza permite contrarrestar la amenaza
- En que medida la corrección de la debilidad permite aprovechar la oportunidad

- Oportunidades/Amenazas/Debilidades a descartar estratégicamente
- Oportunidades/Amenazas/Debilidades a considerar estratégicamente en PRIMERA prioridad
- Oportunidades/Amenazas/Debilidades a considerar estratégicamente en segunda prioridad

Escala de puntuación: 0 a 3 (de nada a mucho)

La Tabla de la página siguiente presenta un juicio, referido a las principales líneas de proceso de la GIC identificadas en apartados anteriores, con una cuantificación global que asigna un valor de 1 a 5 a cada una de ellas. Asimismo se han valorado determinados aspectos de la actividad de la GIC como son la capacidad, los resultados obtenidos, la tendencia competitiva, la aportación de valor añadido, la complementariedad de sus actividades respecto a otras instalaciones y las propuestas de actuación de futuro.

11

MISIÓN Y VISIÓN DE LA GRAN INSTALACIÓN

11.1. MISIÓN

La misión define el propósito que justifica la existencia de la Gran Instalación, proporciona argumentos a la institución de la que depende para seguir manteniendo o reforzando las actividades en este terreno, determina los resultados principales que se pretenden obtener y la contribución que realiza la instalación y que justifica que se financie públicamente.

TABLA 4.1B.
POSICIÓN COMPETITIVA DE LA GRAN INSTALACIÓN CIENTÍFICA

Centro o Instituto												Código		
Instituto de Microelectrónica de Barcelona												010203		
Unidad Técnica	Línea / Actividad Tecnológica	Valoración global (1)	Capacidad (2)			Calidad / Impacto (3)			Tendencia competitiva (4)	Relevancia (5)		Competidores (6)		Propuesta de actuación (7)
			Know how	RRHH	Infraestructura	Publicaciones	Proyectos	Formación		Valor añadido (nivel nacional)	Complementariedad (nivel nacional)	Nivel nacional	Nivel Internacional	
Sala Blanca	CMOS	3	Alta	Media	Alta	NA	Media	Alta	Se mantiene	Alto	Alta	Ninguno	Bastantes	Potenciar
	CNM-Potencia	5	Alta	Baja	Alta		Media	Alta	Mejora	Alto	Alta	Ninguno	Bastantes	
	Microsistemas	4	Media	Baja	Media		Media	Media	Mejora	Alto	Alta	Pocos	Bastantes	
	MCM	3	Alta	Baja	Alta		Alta	Alta	Se mantiene	Alto	Alta	Pocos	Bastantes	
	Óptica Integrada	4	Media	Baja	Media		Baja	Alta	Mejora	Alto	Alta	Pocos	Bastantes	
Nanofabricación	Nanolitografía	5	Media	Baja	Alta	Media	Alta	Alta	Mejora	Alto	Alta	Pocos	Bastantes	Potenciar
Tecnología	Ingeniería y Procesos	3	Alta	Media	Baja	Baja	Media	Media	Mejora	Alto	Alta	Pocos	Muchos	Mantener
	CAD	4	Alta	Baja	Media	NA	Media	Media	Se mantiene	Alto	Alta	Pocos	Algunos	Potenciar
	Caracterización Eléctrica	3	Alta	Baja	Baja	NA	Baja	Media	Se mantiene	Alto	Alta	Pocos	Bastantes	Potenciar
Encapsulación y Caracterización Física	Ingeniería Inversa	3	Alta	Media	Media	NA	Media	Baja	Se mantiene	Alto	Alta	Bastantes	Bastantes	Desaparecer
	Encapsulado Convencional	3	Alta	Baja	Media	NA	Media	Media	Se mantiene	Alto	Alta	Pocos	Bastantes	Potenciar
	Encapsulado de Microsistemas y específicos	3	Alta	Baja	Baja	NA	Alta	Alta	Mejora	Alto	Alta	Pocos	Bastantes	Potenciar
Procesos de Micromecanización	Procesos en Volumen	3	Alta	Baja	Media	Baja	Media	Media	Mejora	Alto	Alta	Pocos	Muchos	Mantener
	Procesos en Superficie	3	Alta	Baja	Alta	Baja	Media	Media	Mejora	Alto	Alta	Pocos	Muchos	
Placas y Sistemas	Diseño de Sistemas	3	Media	Baja	Media	NA	Alta	Media	Mejora	Alto	Alta	Muchos	Muchos	Potenciar
	Montaje y Verificación	3	Media	Baja	Media		Altaq	Media	Mejora	Alto	Alta	Muchos	Muchos	

Explicación de los criterios de valoración aplicados:

(1) **Valoración global:** posicionamiento competitivo actual y visualización en el entorno del Instituto, nacional e internacional

Escala de puntuación:

5. **Excelente:** Actividad tecnológica en las que los trabajos que se realizan por el Instituto se sitúan en la vanguardia internacional.

4. **Muy buena:** A escala nacional se encuentran en la vanguardia y son visibles en el ámbito internacional.

3. **Buena:** Actividad tecnológica competitiva en el nivel nacional y visibles especialmente en la orientación empresarial.

2. **Satisfactoria:** Actividad técnica sólida pero no destacable, aunque son nacionalmente visibles.

1. **No satisfactoria:** Actividad poco sólida y destacable, son incorrectos en la aproximación técnica y/o empresarial.

(2) **Capacidad:** capacidad técnica actual en relación al Know How, Recursos Humanos e Infraestructuras.

(3) **Calidad / impacto:** resultados obtenidos en relación al apoyo tecnológico en publicaciones, proyectos y formación.

(4) **Tendencia competitiva:** tendencia del posicionamiento competitivo en los próximos años.

(5) **Relevancia:** aportación de valor añadido y complementariedad respecto de otros actores que desarrollan esas actividades en España.

La misión de la GIC “Sala Blanca integrada de “nano” y microfabricación” se ha formulado de la siguiente manera:

La “Sala Blanca integrada de nano y microfabricación” es una Gran Instalación de carácter científico y técnico al servicio del CNM, del CSIC, de los Centros Públicos de investigación (Universidades y OPIS), de los Centros Tecnológicos y de las industrias, tanto nacionales como europeas, que agrupa equipos e infraestructuras siguiendo el hilo conductor que definen los procesos y tecnologías micro y nanoelectrónicos, para realizar dispositivos, micro y nanoestructuras, micro y nano dispositivos y circuitos y micro y nanosistemas, que permitan tanto el avance del conocimiento en relación con los temas de la competencia técnica puesta en juego, como la realización de demostradores y pequeñas series de prototipos.

1.1.2. VISIÓN

La visión es la proyección de futuro de la Gran Instalación de acuerdo con su misión y determina aquellos resultados que son deseables para el avance del conocimiento puesto en juego.

El gran interés de las micro y en el futuro también de las nanotecnologías radica en que están consideradas como herramientas básicas transversales en múltiples campos de investigación y de aplicación industrial, que permiten mejorar procesos y productos con el objetivo de incrementar la calidad de vida de los ciudadanos. Los sectores biomédico, el medio ambiente, la energía, la automoción, las telecomunicaciones, la electrónica de consumo, etc, son importantes candidatos a beneficiarse de las ventajas inherentes a las micro y nano tecnologías, en cuanto al pequeño tamaño, bajo consumo y altas prestaciones a bajo precio de los productos desarrollados.

Desde esta perspectiva, la visión de la GIC se ha formulado de la siguiente manera:

La GIC “Sala Blanca integrada de nano y microfabricación” aspira a ser una instalación de referencia en cuanto a ofrecer los medios tecnológicos integrados en la escala micro-nano y a ser utilizada, en régimen de gestión y funcionamiento optimizado, por entornos académicos e industriales nacionales y europeos, tanto del sector como relacionados con él, a través de aplicaciones de distintos campos de la ciencia y tecnología actuales y emergentes.

12

LA ESTRATEGIA DE LA GRAN INSTALACIÓN

En este apartado se pretende avanzar en la concreción de la estrategia de investigación, a partir del análisis DAFO. Las líneas de actuación en las que la Gran Instalación propone focalizar su actividad para implementar su visión, resultan de su interpretación del estado del arte y del posicionamiento de la GIC, así como de la identificación de las barreras a superar en el curso de actuación propuesto.

12.1. OBJETIVOS GENERALES

En este punto se formula bajo la forma de objetivos y de manera breve la dirección general de las actuaciones que se plantea para la GIC, a fin de permitir una demostración del progreso y el avance en la visión del mismo.

Los objetivos generales de la GIC “Sala Blanca integrada de nano y microfabricación” son:

- O1. Mantener y actualizar las actuales capacidades tecnológicas en microelectrónica, así como desarrollar las nuevas nano - micro tecnologías (procesos, dispositivos, diseño y test, encapsulado, simulación, etc.), aprovechando las necesidades de los proyectos de I+D y las perspectivas que apuntan las líneas en las que se integran.
- O2. Respaldar la creación de un “cluster” de nanotecnología en el Campus de la UAB con el fin de aprovechar las sinergias entre los diferentes grupos de investigación y proyectar el papel de la Gran Instalación como infraestructura “pesada”, a disposición de esa agrupación.
- O3. Reorganizar la estructura de la GIC para integrar la ampliación de Sala Blanca y, sin perder el carácter de infraestructura de soporte a los Programas y Proyectos que se desarrollan en el CNM-IMB, responder al impulso de una mayor orientación de servicio a la comunidad de usuarios, próxima y remota.
- O4. Incorporar una modalidad adicional de utilización de los medios de la GIC, basada en un “autoservicio cualificado”.
- O5. Plantear, con el apoyo del CSIC, el fomento de unas inversiones públicas y privadas que permitan llevar a cabo una política de amortización progresiva de las instalaciones tecnológicas, así como asegurar su reposición y modernización, fundamentalmente en relación a las Grandes Instalaciones Científicas.

- O6. Completar y extender las capacidades tecnológicas y actualizarlas sobre obleas de 100 mm., ampliando las posibilidades de algunos procesos unitarios hasta 150 mm., siempre en la medida de las disponibilidades económicas y del mercado de equipamiento y siempre también en el marco de la compatibilidad 100 mm. y 150 mm.
- O7. Disponer de un presupuesto ordinario de la GIC oficial y formalmente independizado del CNM-IMB
- O8. Incrementar la visibilidad de la GIC a nivel nacional y extranjero y fomentar la utilización de la infraestructura singular (Sala Blanca) por parte de los grupos de investigación externos.
- O9. Facilitar los mecanismos necesarios para tener una mayor proyección industrial que permita rentabilizar las infraestructuras disponibles, la transferencia de los resultados de I+D y, como consecuencia, impulsar la creación a nivel local de industrias de base tecnológica en forma de “spin-off”, “start-up”, etc.
- O10. Estabilizar las plantillas y dotaciones para Recursos Humanos en la GIC.
- O11. Potenciar las capacidades y posibilidades de actuación en el mundo industrial que permite la A.E.I “D+T Microelectrónica.

12.2. LÍNEAS DE ACTUACIÓN

En este punto se establecen las líneas de actuación que deben agrupar acciones concretas a realizar para alcanzar los objetivos generales anteriormente reseñados.

a) Administración, recursos económicos y renovación de equipos

Desde el punto de vista de la **visibilidad y la capacidad de gestión** de la GIC, que por el momento está integrada administrativamente en el CNM-IMB, consideramos necesario que se pueda entender formalmente como un Departamento del CNM (sería el tercer Departamento del CNM-IMB), sin perjuicio de que se solicite y consiga una **independencia presupuestaria (que no administrativa)** respecto al Instituto, en lo que a presupuesto ordinario se refiere.

La continuidad de la GIC pasa indefectiblemente no solo por completar la capacidad tecnológica de que se dispone en la Gran Instalación, añadiendo determinados procesos y equipos que permitan el desarrollo de nuevos tipos de proyectos en las líneas previstas, sino también por la renovación y actualización de parte del equipamiento de la Gran Instalación Científica (GIC) que, como se ha indicado,

tiene una antigüedad media superior a los 10 años. Esta antigüedad impone restricciones severas en el tamaño de los sustratos que se procesan (100mm de diámetro, que empiezan a escasear en el mercado) y en las prestaciones de la tecnología CMOS. A pesar de ello parece indicado continuar en este diámetro, aunque hay que tener en cuenta que los nuevos equipos no están disponibles en el mercado para ese tamaño y posiblemente sea necesario que manejen 150 mm. nominalmente, con una adaptación para poder procesar obleas de 100 mm. La actualización de los equipos permitirá además la reducción de la actual dimensión crítica de la tecnología CMOS (2 a 2,5 micrómetros) a dimensiones más acordes con las necesidades actuales (por debajo de la micra), por otro lado más adecuadas al papel de interfase con la nanotecnología que se pretende potenciar en la GIC.

Se prevé desarrollar esta actuación a lo largo de los próximos 5 años, siendo gradual la incorporación de los equipos, debido al elevado coste económico de la inversión necesaria, estimada en alrededor de **6.0 millones de euros**. Dicho coste puede estar sujeto a fuertes fluctuaciones del mercado y del cambio de divisa.

Los principales equipos a sustituir o a incorporar son:

- Implantador iónico de media y alta energía
- Sistemas de litografía óptica convencionales y de doble cara
- Equipos para metalización
- Equipo de grabado seco
- CVD de SiGe
- *Atomic Layer Deposition system*
- *Chemico- mechanical polishing system*

Otros equipos existentes permiten su reconfiguración a las nuevas dimensiones de sustrato, como es el caso de los hornos de oxidación – difusión.

El CSIC se compromete a solicitar y apoyar las iniciativas necesarias, cerca de los organismos y convocatorias de infraestructuras, equipamientos y Grandes Instalaciones, para obtener esta financiación total o parcialmente en forma periodificada, que difícilmente puede asimilarse a la que corresponde a un centro de investigación no singularizado por su vinculación a una Gran Instalación Científica.

b) Instalaciones

La ampliación de la Sala Blanca actual en un 40% aproximado de su superficie, actualmente en curso y prevista para finalizar en la

SALA BLANCA INTEGRADA DE NANO Y MICRO FABRICACIÓN
PLAN ESTRATÉGICO

segunda mitad del año 2007, permitirá el traslado de la Sala Blanca actualmente dedicada a Nanotecnología, para conjuntamente constituir una Sala Blanca Integrada de Micro y Nano fabricación. Al margen de la utilización de los locales de Sala Blanca liberados, para instalar procesos de encapsulación y otros procesos que demanden condiciones especiales, el mayor desafío de esa unificación es la integración funcional de procesos y tecnologías que generará el valor añadido buscado y que constituirá sin duda el elemento diferencial principal de la Sala Blanca, infraestructura “reina” de la Gran Instalación.

El esquema de Planta de la nueva Sala Blanca es el siguiente.

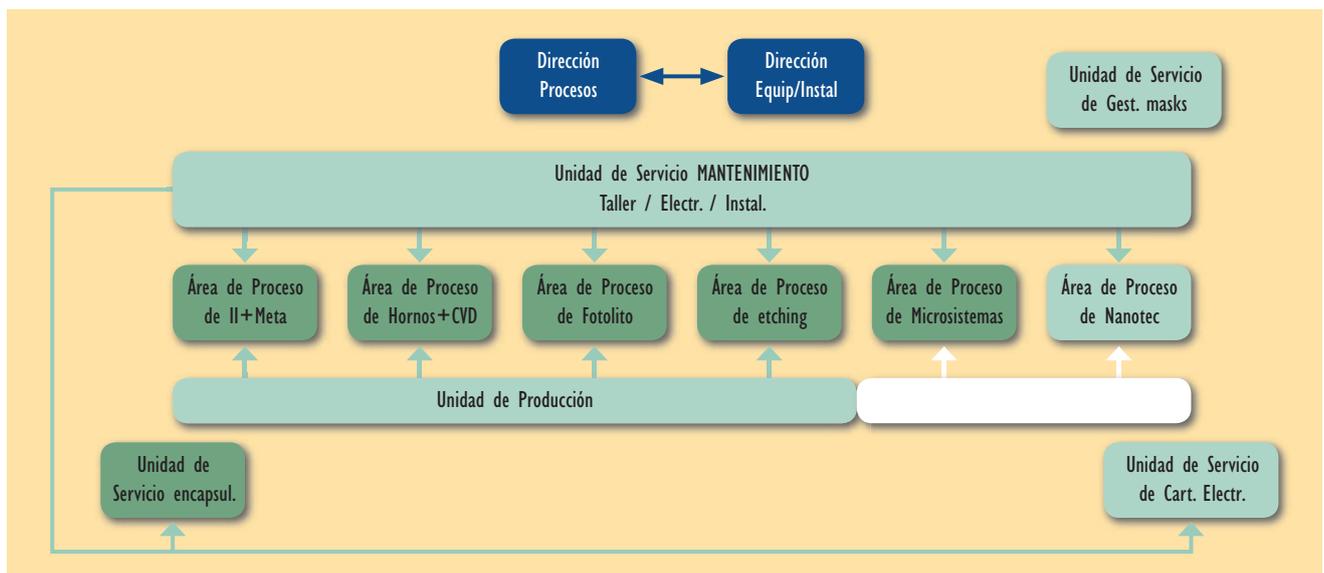


c) Organización

La ampliación física de la Sala Blanca no es el único punto singular que se presenta en el futuro inmediato de la GIC. Lo es también la necesidad de integrar los procesos nanos y micro en un continuo, como se ha puesto de manifiesto y, lo es también, la adaptación de la GIC al papel adicional de “Facilidad Tecnológica” privilegiada para las iniciativas “nano” del campus de Bellaterra, el llamado “Cluster de nanotecnologías”. Tenemos que hacer el esfuerzo de pasar de una GIC con una sala Blanca de Microelectrónica a una GIC con una Sala Blanca Integrada de nano y microfabricación.

Para dar respuesta a éstas singularidades será necesario reestructurar la organización de la GIC, agrupando los Recursos y Laboratorios de Servicio, pero sobre todo redefiniendo las líneas y canales de información entre las unidades de la GIC y poniendo en marcha modalidades de uso de la GIC adicionales a la ya establecida con excelentes resultados de “utilización bajo demanda”.

Se propone una estructura en la que la GIC, con un nivel asimilado a Departamento del CNM-IMB, dependa de la Dirección del Instituto a través de un Vicedirector que se ocupa de ella, en paralelo con otro Vicedirector que se ocupa de los otros dos Departamentos del Instituto y sus actividades de I+D. A su vez la dirección de la GIC (internamente) sería bicéfala, para separar los temas de tecnología (“software”) de los de equipamiento / instalación (“hardware”), aunque eso sí, con el máximo de comunicación / coordinación, en ultimo caso asegurada por la Vicedirección. La estructura de la GIC respondería a un esquema como el que se presenta a continuación:



El esquema difiere poco del que ha venido operando hasta la fecha, que ha demostrado ser útil para el funcionamiento y los objetivos del GIC. Se trata de un conjunto de APUS (Áreas de Proceso y Unidades de Servicio) que agrupan medios afines a un proceso o conjunto de procesos, temáticamente conexos. El conjunto de Áreas de Proceso define el escenario extenso de desarrollo de las tecnologías, mientras que las Unidades de Servicio aportan contribuciones fundamentales, pero de carácter muy particular, al conjunto de las tecnologías y a las tareas que competen a la GIC.

Las Áreas de Proceso son las siguientes :

1. APIM: Área de proceso de Implantación iónica y metales (PVD)
2. APTER: Área de procesos Térmicos, que comprende hornos de oxidación, difusión y recocido, así como equipos y procesos CVD
3. APFO: Área de proceso de Fotolitografía Óptica
4. APGRA: Área de proceso de Grabados y ataques secos y húmedos
5. APMICRO: Área de proceso de Microsistemas, que comprende procesos de ataque de silicio en volumen y superficie, soldadura de vidrio y obleas, electrodeposición, lift-off especial, etc...
6. APNANO: Área de proceso de Nanotecnología que comprende FIB, nanoimpresión, electron beam, AFM ,etc...

Las Unidades de Servicio son las siguientes

1. USDM: Unidad de servicio de gestión de retículos y mascarar (que se manufacturan en empresas externas), donde también se mantienen las celdas CAD y librerías de diseño de las tecnologías de la GIC
2. USCE: Unidad de servicio de caracterización eléctrica. Integra medios de caracterización eléctrica sobre oblea y Spreading Resistance (SR)
3. USCAP: Unidad de servicio de Encapsulación que integra equipos de corte de obleas, montaje de chips en soportes y microsoldadura.
4. USPROD: Unidad de servicio de producción. Constituida por un equipo de operarios con conocimientos que les permiten operar parcialmente o en su totalidad los equipos asociados a las Áreas de Proceso, a fin de desarrollar sobre ellos las etapas de proceso bien establecidas que se demandan de forma aislada o integrada en una “encomienda completa” (un Run). Su trabajo en definitiva es de tipo horizontal por cuanto alcanza a la mayor parte de los

equipos y procesos de las áreas tecnológicas y viene a “descargar” las tareas de carácter mas o menos rutinario de producción, asociadas a cada una de ellas. Es obvio que su coordinación debe estar asegurada por la Dirección de la GIC

5. USMAN: Unidad de Mantenimiento, también de carácter horizontal por intervenir en todas las áreas y también objeto de una importante tarea de coordinación. Está compuesta de tres equipos humanos: Eléctrico / Electrónico, Mecánico y de Instalaciones.

Todas las unidades de proceso y servicio excepto APNANO y APMICRO existen actualmente y desarrollan su tarea en el marco de la Sala Blanca y la GIC. La unidad APNANO no existe como tal y deberá desarrollarse a partir del laboratorio de nanotecnologías situado actualmente en la Sala Blanca diferenciada. La unidad APMICRO existe, vinculada a uno de los Departamentos del CNM-IMB y habrá que integrarla también en la GIC. En cuanto a las unidades de servicio no horizontales es necesario redefinir el alcance de sus competencias, toda vez que en el CNM-IMB existirá un Laboratorio de Encapsulación Avanzada y un Servicio de caracterización por Ingeniería Inversa, complementarios ambos en todo caso de USCAP y USCE, respectivamente

Tanto las AP como las US, excepto USPROD y USMAN, tienen asignado un responsable y, con carácter general, desarrollarán su trabajo de acuerdo con las siguientes responsabilidades, funciones y competencias

- Responsabilidad sobre los equipos y procesos correspondientes (en las tareas necesarias de mantenimiento y reparación estarán apoyadas por USMAN y en todo caso por contratos y servicios de mantenimiento y reparación exteriores)
- Responsabilidad sobre el cumplimiento de trabajo “rutinario” derivado de encomiendas (si bien estarán apoyadas por la US-DPROD)
- Responsabilidad sobre el cumplimiento de trabajo de I+D originado desde las encomiendas (desarrollo de nuevos procesos, puesta a punto, etc...)
- Formación y “venia técnica” relativa a los equipos/ procesos de su competencia, para cualificar a los usuarios que lo deseen y a las que la dirección de su visto bueno

d) Gestión de uso de la GIC

La ampliación del carácter de la Gran Instalación al servicio de usuarios externos en términos generales y mas particularmente la consi-

deración de la GIC como Facilidad Tecnológica privilegiada para las iniciativas “nano” del campus de Bellaterra, hace preciso ampliar la capacidad de operación de la GIC, añadiendo al funcionamiento por el procedimiento de hoja de run o trabajo encomendado, un procedimiento de AUTOSERVICIO CUALIFICADO, que garantice en todo caso la integridad de equipos, procesos y procedimientos de la GIC, toda vez que el uso por “encomienda” debe continuar facilitándose, así como el trabajo de ingeniería destinado a desarrollar y poner a punto nuevos proceso y tecnologías.

Por ello la GIC debe seguir contando con un canal de entrada para los runes, con unos procesos de análisis de viabilidad y ajuste de runes y un direccionamiento de los mismos en el proceso de fabricación. El nuevo procedimiento a ir implantando con carácter adicional, consiste en la utilización de equipos / procesos por investigadores que lo necesiten, que su uso para un determinado fin sea aprobado por la dirección técnica del GIC, tengan la CUALIFICACION o HABILITACION para operar el equipo / proceso y obtengan turno de uso en el equipo correspondiente. Es obvio que los equipos deberán conservar una cuota de tiempo importante para el uso “tradicional” en régimen de “runes encomendados” y para el desarrollo de tecnología, como también parece indicado aumentar el horario de utilización de las instalaciones por encima de las 60 horas actuales, intentando que ello no encuentre un reflejo excesivo en la necesidad de nuevos recursos humanos.

Consideramos por otro lado que a los indicadores presentados en secciones anteriores se debería añadir uno más, que reflejara la calidad del trabajo realizado, elaborado a partir de un juicio o valoración del grado de satisfacción obtenido por los usuarios. La definición de procedimientos dirigidos a la implantación de un indicador de ese tipo debe ser también un objetivo particular contemplado en el Plan Estratégico de la GIC a corto plazo.

SpINS (Spanish Initiatives on Neutron Scattering)



1 INTRODUCCIÓN Y PERSPECTIVA HISTÓRICA

SpINS es el acrónimo de *Spanish Initiatives on Neutron Scattering* (Iniciativas Españolas en Dispersión de Neutrones). Con tal denominación se pretende dar identidad propia al grupo que se está formando en Grenoble (Francia), como consecuencia lógica de las diversas iniciativas tomadas en los últimos años por parte de las autoridades científicas españolas para potenciar y fomentar el uso de las técnicas de neutrones dentro de la comunidad científica nacional. Entre esas iniciativas cabe destacar la firma de sendos convenios para la explotación en régimen de CRG (Collaborating Research Group) de los instrumentos D1B y D15 del Instituto Laue-Langevin (ILL, Grenoble). Así, el instrumento D1B viene funcionando en régimen de CRG franco-español desde 1998 (en asociación con el CNRS). Por lo tanto, tras la transformación del instrumento D15 en un CRG hispano-francés en 2005 (en asociación con el CEA), germina inmediatamente la idea de crear un grupo de científicos en Grenoble que trabaje conjuntamente y coordine la actividad científica española de ambos CRG's. A esta razón de ser, se le unen objetivos más ambiciosos encaminados a reforzar el papel de las técnicas neutrónicas dentro de la comunidad científica española, entre los que destaca la idea de formar un grupo de científicos y tecnólogos con los conocimientos y la experiencia necesaria como para poder servir en el futuro al desarrollo de grandes proyectos instrumentales dentro y fuera de las fronteras nacionales. Se decide así en 2005 intentar llevar adelante esta iniciativa, dando un nombre propio al grupo y realizando los primeros pasos dirigidos a poder formar un grupo estable en Grenoble.

Los principales **objetivos** de esta iniciativa son:

- Optimizar los recursos humanos y materiales disponibles.
- Dar una visión única de la amplia gama de posibilidades que los CRG's aportan a la comunidad científica española.
- Crear un grupo estable capaz de servir de nexo de unión de la comunidad científica Española con las técnicas de neutrones en general y el ILL en particular.
- Ofrecer toda la ayuda necesaria para que los científicos españoles que lo necesiten puedan sacar el máximo partido de sus experimentos con haces de neutrones, ya sean realizados en alguno de los CRG's españoles o cualquier otro instrumento.
- Contribuir a la formación de científicos y tecnólogos especialistas en técnicas neutrónicas y/o instrumentación relacionada.

Historia de los CRG's

El instrumento D1B es empleado por la comunidad científica española en tanto que instrumento CRG ininterrumpidamente desde el año 1998, mientras que el instrumento D15 se convirtió en un CRG hispano-francés en el año 2005. Además de esta diferencia meramente temporal, ambos CRG's son de tipo diverso y presentan regímenes de funcionamiento particulares en virtud de los acuerdos suscritos en cada caso. A continuación se indica la información de mayor relevancia sobre el funcionamiento de cada CRG.

Instrumento CRG-D1B. Después de pertenecer durante más de 20 años a la "suite" de instrumentos del ILL, en 1997 este difractómetro pasó a convertirse en un **CRG de tipo A** gestionado por el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) a través del *Laboratoire de Cristallographie* (CNRS, Grenoble). Poco después, en 1998, el Ministerio de Educación y Ciencia, a través del CSIC, firmó un convenio de colaboración con el CNRS por el que D1B se convertía en un CRG franco-español, garantizando así un acceso preferente a dicho instrumento para los científicos españoles. Posteriormente, ya en el año 2005, se ha procedido a la renovación de los diferentes convenios entre las partes implicadas, el ILL, el CNRS y el MEC, para que el instrumento D1B continúe siendo un CRG-A franco español hasta el año 2010 y siga prestando un incalculable servicio a la comunidad científica española.

El funcionamiento del instrumento D1B, en régimen de CRG-A es el siguiente. El ILL, que es el propietario del instrumento, cede a un laboratorio o instituto externo, en este caso un consorcio formado por el CNRS y el MEC, a través del *Laboratoire de Cristallographie* y del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón del CSIC, la gestión, el mantenimiento técnico del instrumento, y el uso exclusivo del 50 % del tiempo de haz disponible en D1B a cambio de una cuota económica anual. Los científicos y técnicos responsables del instrumento, contratados por el CNRS y el CSIC, se encargan de dar el soporte técnico y científico necesario a los científicos externos que acuden a realizar cualquier experimento sea en tiempo de haz ILL o en tiempo CRG

El instrumento CRG-D15 del ILL pasó a convertirse en instrumento **CRG de tipo B** gestionado por el *Commissariat à l'Énergie Atomique* (CEA) de Francia en el año 1996. A partir de ese momento ha estado gestionado por el CEA hasta el año 2005. En ese año el MEC llegó a un acuerdo con el CEA para explotar conjuntamente el instrumento D15 en régimen de CRG hasta el año 2010. Las princi-

pales diferencias en la gestión de D15 con respecto al instrumento D1B, provienen del hecho de que el difractor D15 pertenece al CEA y no al ILL, y de que se cede únicamente el 30% del tiempo de haz total al ILL. El tiempo restante es compartido exclusivamente entre el MEC y el CEA al 60 % y al 40 % respectivamente, lo que hace que la comunidad científica española disfrute de unos 95 días de tiempo de haz por año. Al igual que en D1B, la coordinación científica y administrativa del instrumento D15 ha recaído en los últimos años en Javier Campo y Fernando Palacio, miembros del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón.

2

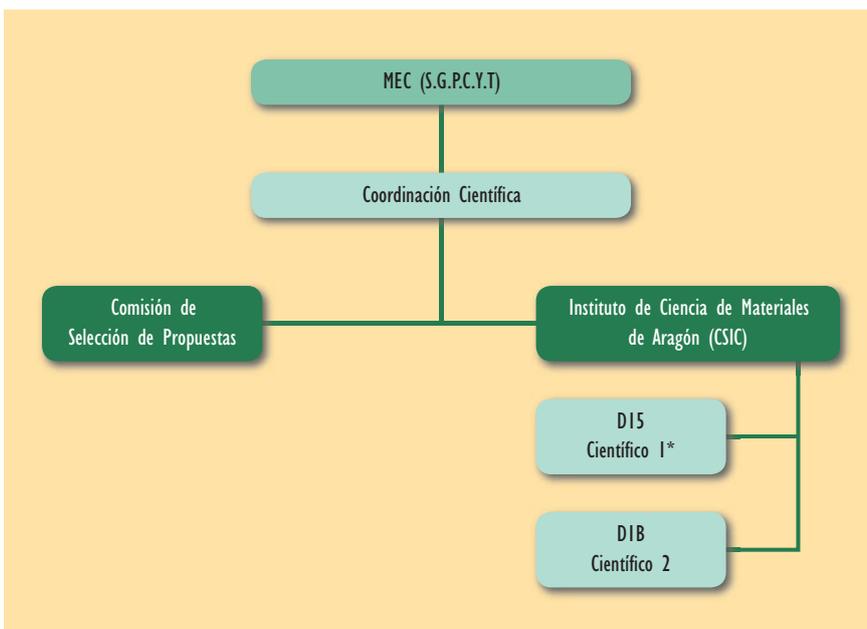
ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN ACTUAL

El MEC, por medio de una encomienda de gestión, cede al CSIC la coordinación administrativa y científica de los dos equipos CRG en el ILL y es el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, centro del CSIC ubicado en Zaragoza, quien la lleva a cabo. El ICMA se encarga, entre otras misiones, de contratar a los científicos de instrumento y de la contabilidad de los CRG's.

Actualmente la organización a nivel español de los CRG's se puede estructurar en 3 niveles. El primer nivel corresponde al MEC, quien decide crear los dos CRG's y además los apoya económicamente. El MEC encomienda el seguimiento y la coordinación, científica y administrativa, de los dos instrumentos (segundo nivel) a una comisión científica, compuesta provisionalmente por J. Campo y F. Palacio, que cuenta con el apoyo administrativo del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón. Asimismo una única Comisión de Selección se encarga de evaluar las propuestas de experimento para los dos instrumentos. Y finalmente en el tercer nivel, están los científicos de instrumento¹, que aseguran el buen funcionamiento de los dos CRG's y proporcionan el soporte científico necesario para los usuarios que acuden a uno de ellos.

ESQUEMA I

ORGANIGRAMA DE SPINS



¹ El Dr. Javier Campo ocupa de forma provisional el puesto de primer científico y CRG- Manager en D15.

El equipo del CRG-D1B, encargado de la gestión del instrumento y de dar el soporte técnico y científico necesario a los científicos externos, se compone de 4 personas: 2 científicos dependientes del CNRS, **1 científico contratado dependiente del CSIC**, y 1 técnico empleado por el CNRS (aunque pagado parcialmente por el presupuesto asignado por el MEC al CRG). Los componentes del equipo actual aparecen en la siguiente tabla.

TABLA I.

LISTADO DE PERSONAL (TANTO DEL CSIC COMO DE OTROS ORGANISMOS), AFILIACIÓN Y DEDICACIÓN TEMPORAL DE LOS INSTRUMENTOS CRG-D1B Y CRG-D15

CRG-D1B		
Nombre	Función	Afiliación
Dr. Olivier Isnard <i>olivier.isnard@grenoble.cnrs.fr</i>	1.º Científico CRG-Manager	Université Joseph Fourier (50%)
Dr. Jean-Louis Soubeyroux <i>soubeyroux@grenoble.cnrs.fr</i>	2.º Científico de instrumento	CNRS 50%
Dr. Miguel Ángel González <i>gonzalez@ill.fr</i>	2.º Científico de instrumento	Contratado CSIC 100%
Alain Daramsy <i>daramsy@ill.fr</i>	Técnico	CNRS 100 %

CRG-D15		
Nombre	Función	Afiliación
Dr. Javier Campo <i>jcampo@unizar.es</i> <i>jcampo@ill.fr</i>	1.º Científico CRG-Manager	Científico Titular CSIC 100 %
Dr. F. Bourdarot <i>bourdarot@ill.fr</i>	2.º Científico de instrumento	CEA 100 %
B. Vettard <i>vettard@ill.fr</i>	Técnico	CEA 100 %
F. Mantegazza <i>mantegaz@ill.fr</i>	Ingeniero	CEA 25 %
B. Longuet <i>longuet@ill.fr</i>	Ingeniero	CEA 25 %

El equipo humano del CRG-D15 está formado por dos científicos de instrumento a tiempo completo, uno responsable de los **experimentos españoles y que es personal del CSIC** (ver nota pie de página anterior) y otro del CEA responsable de los experimentos franceses. Además un técnico de instrumento, personal permanente del CEA a tiempo completo, asiste al CRG en todos los experimentos. Se dispone, en tiempo compartido de 2 ingenieros de instrumento, uno electrónico-informático y otro electro-mecánico, que son personal del CEA de Grenoble.

3

OBJETIVOS, RECURSOS DISPONIBLES, Y ACTIVIDAD CIENTÍFICA DE SPINS

Objetivos de SpINS

SpINS tiene claramente una vocación de servicio para toda la comunidad científica española. Su objetivo principal consiste en **facilitar el acceso de los científicos españoles a las técnicas de neutrones y contribuir a la formación de nuevos investigadores y tecnólogos especialistas en tales técnicas**. Para ello, la totalidad del tiempo de haz disponible se destina a los científicos provenientes de centros de investigación españoles, ofreciéndoles un acceso privilegiado a dos difractómetros de neutrones altamente productivos. **El objetivo general** propuesto puede desglosarse en dos partes y cada una de ellas en varias actividades:

1. **Desde el punto de vista científico** podemos decir que el principal objetivo que se plantean los dos CRG's Españoles del ILL es la formación de investigadores en el área de las técnicas neutrónicas, así como estimular el uso de estas técnicas en la comunidad científica española. De esta manera se pretende preparar a la comunidad científica española ante los retos científicos y tecnológicos que se avecinan, como por ejemplo la construcción de una fuente de neutrones en España o el óptimo aprovechamiento del tiempo de haz español en las fuentes internacionales ILL e ISIS. Para ello los CRG's contribuyen:

- **Mejorando el acceso** de los científicos españoles a los instrumentos D1B y D15 al aumentar el tiempo de haz disponible. De esta manera, aquellos experimentos que no han obtenido el tiempo requerido en los comités del ILL a causa de la fuerte demanda pueden disponer de más tiempo de medida y, en ocasiones, más rápidamente.
- **Incitando** a los científicos noveles en el campo de las técnicas neutrónicas a utilizar la difracción de neutrones en polvo y monocristal. Así, los CRG's proporcionan la ayuda necesaria para facilitar el primer contacto de estos científicos con las técnicas de neutrones y su acceso al ILL, en ocasiones considerado demasiado complejo por parte de científicos sin experiencia en el campo de los neutrones.
- **Permitiendo** la realización de experimentos de ensayo para afianzar futuras solicitudes al ILL.
- **Facilitando** desarrollos de nuevas aplicaciones de las técnicas de difracción de neutrones.
- **Formando** nuevos investigadores y especialmente estudiantes de doctorado.

Para lograr estos objetivos científicos, el personal del grupo está a disposición de la comunidad científica española para escribir nuevas propuestas de experimento, para enseñar a tratar los datos adquiridos, para diseñar nuevos experimentos, para asistir científica y técnicamente en la toma de datos, etc...

Las características de los dos instrumentos CRG hacen que la comunidad científica española que puede beneficiarse sea muy amplia (físicos, químicos, geólogos, cristalógrafos, investigadores en el campo de materiales, etc.).

2. Desde el punto de vista tecnológico, España necesita, y cada vez más, personal especializado en el diseño y construcción de instrumentación científica en el ámbito de las técnicas neutrónicas. En estos momentos, SpINS puede contribuir a la formación de al menos dos personas en esta temática. Para ello se han iniciado, con la ayuda del personal especializado del ILL, varios proyectos tecnológicos cuya finalidad será la construcción de un nuevo detector de neutrones para el instrumento D1B y la construcción de un *obturador secundario* para el instrumento D15 (estas iniciativas se describen más adelante). Las personas que se incorporen al grupo en calidad de *post-docts* participarán, al menos en un 30% de su tiempo, en dichos proyectos con lo cual se les estará formando en estas áreas tecnológicas deficitarias en el país. La potenciación de este nuevo objetivo llevaría consigo:

- Que la cuota económica que España paga en concepto de explotación de los instrumentos en régimen de CRG pueda ser costeada en “especie”. Es decir, dicha cuota sería minorada en el valor de construcción de los citados proyectos u otros proyectos de instrumentación que se pudieran emprender. Indirectamente se estaría incentivando, de esta manera, el desarrollo de tecnología dentro del territorio nacional ya que se pretende que dichos equipos sean diseñados en Grenoble (ILL) y contruidos en España. En este aspecto se ha observado buena disposición por parte del ILL.
- Que España pudiera ir incrementando su participación en otros proyectos tecnológicos, como pudiera ser ISIS-TSII, como consecuencia directa de formar este tipo de científicos con vocación de tecnólogos.

Medios materiales de SpINS

A continuación se describen muy brevemente las características principales de los dos instrumentos que actualmente funcionan en

régimen de CRG con participación española en el ILL: los difractómetros de neutrones D1B y D15.

El instrumento CRG-D1B es un **difractómetro de neutrones para muestras policristalinas** caracterizado por su alto flujo. Está equipado con un multidetector de 400 canales que cubre una región angular de 80° y dispone de una gran variedad de equipamiento para realizar medidas en diferentes condiciones ambientales (criostatos [1.5 - 300K], hornos [20 - 1000°C], 4-círculos para texturas, campos magnéticos, celdas de presión, etc.) Posee dos monocromadores, uno de germanio y otro de grafito pirolítico, que proporcionan neutrones con longitudes de onda de 1.28 y 2.52 Å respectivamente. Su diseño hace de D1B un instrumento especialmente adaptado para la investigación de estructuras y transiciones de fase magnéticas y para la realización de estudios de difracción de neutrones en tiempo real y/o “in situ”.

El instrumento CRG-D15 es un **difractómetro de neutrones térmicos para monocristales** que puede funcionar en configuración de 4-círculos o en geometría de “normal beam”. Puede operar con dos tipos de detectores diferentes, uno monodimensional y otro bidimensional. Su monocromador de cobre puede suministrar neutrones con tres longitudes de onda, 0.84, 1.17 y 1.54 Å. En geometría de “normal beam” el instrumento D15 tiene su propio criostato-imán que puede trabajar a 1.5 K y llegar hasta 10 T o bien hasta 6 T si se emplea la opción de muy bajas temperaturas (50 mK) y también puede operar con presiones del orden de 3 GPa. Hornos y otros equipamientos relacionados con diferentes entornos de muestra también pueden ser empleados. En configuración de 4-círculos se dispone de displax capaces de enfriar hasta 1.5 K. Sus características hacen de D15 un instrumento ideal para estudios cristalográficos, determinación de diagramas de fase H-T, P-T, etc, y determinación de estructuras magnéticas.

Presupuesto de SpINS

Recursos obtenidos vía PGE

La contribución al presupuesto de explotación de los instrumentos D1B y D15 se reparte entre los firmantes, es decir entre el MEC y el CNRS en el caso de D1B y entre el MEC y el CEA en el caso de D15, en función del tiempo de utilización.

Las aportaciones de los socios, CNRS y MEC, al **presupuesto de explotación de D1B** se establecen de la siguiente forma:

- El MEC aporta 1/3 de los costos de funcionamiento, incluyendo los costes del personal técnico necesario. Pone a disposición del CRG-D1B a un científico a tiempo completo.

- El CNRS aporta 2/3 de los costos de funcionamiento, incluyendo los costes del personal técnico necesario. Pone a disposición del CRG-D1B a dos científicos a tiempo parcial.

El CNRS es el organismo encargado de la administración y organización del CRG-D1B, tal y como se define en el contrato entre el ILL y el CNRS.

El presupuesto ordinario anual, previsto para la explotación del instrumento CRG-D1B, sin contar gastos de personal, se establece del siguiente modo (en Euros):

D1B	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total	75 000	75 000	75 000	75 000	75 000	75 000
Contribución CNRS	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
Contribución MEC	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000

Las aportaciones del MEC y del CEA a los **presupuestos de D15** quedan establecidas de la siguiente forma:

- El MEC sufraga los costos de funcionamiento y contrata a su costa a un científico.
- El CEA, propietario del difractor D15, pone a disposición del CRG la máquina y corre a su cargo con el mantenimiento necesario de la misma, incluida la mano de obra.
- El presente modo de financiación pretende una repartición media pro rata de los porcentajes de tiempo del haz de para cada una de las partes del 40% para el CEA y del 60% para el MEC.

El presupuesto ordinario anual previsto para la explotación del instrumento CRG D15 sin contar personal es el que aparece en la siguiente tabla (en € constantes):

D15	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000
Contribución CEA	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Contribución MEC	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000

La contribución del MEC, firmante del contrato con el ILL, incluye la contribución por los costos fijos a abonar al ILL, los costos de funcionamiento cuantificable y las inversiones del MEC. La contribución del CEA incluye los costos de funcionamiento cuantificables y las inversiones del CEA.

Teniendo en cuenta los gastos de personal los presupuestos ascienden para el instrumento D15 a:

D15	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total	305.500	305.500	305.500	305.500	305.500	305.500
Total MEC	166.500	166.500	166.500	166.500	166.500	166.500
Total CEA	139.000	139.000	139.000	139.000	139.000	139.000

De lo anterior es inmediato estimar que el **presupuesto total anual de SpINS en el ILL que aporta el MEC** asciende a **25000 + 70000 + 96500 x 2 = 288 000 €**

Otros recursos obtenidos

A fin de facilitar el acceso de los científicos a los CRG's españoles y atraer nuevos científicos a las técnicas neutrónicas, SpINS ha participado en 2005 en dos convocatorias públicas del Ministerio de Educación y Ciencia que se describen a continuación.

Así en mayo de 2005 se solicitó una *acción complementaria* titulada "**Programa de acceso a los CRG's españoles del ILL**" con objeto de conseguir financiación para subvencionar los **gastos de viaje y estancia** a los investigadores ubicados en España que acceden a tiempo de medida en los CRG's españoles del ILL. Asimismo, en dicha acción se recoge la creación de un presupuesto que permita a los científicos españoles responsables de los CRG's **asistir a congresos** e impartir seminarios que sirvan para **promocionar** el uso de las técnicas neutrónicas en España.

Junto a esta acción complementaria, en junio de 2005 se envió otra petición a la convocatoria nacional de *mejora y acceso de las grandes instalaciones científicas* con el objetivo de establecer un "**Programa de estancias en los CRG's españoles del ILL**" complementario al anterior, normalmente ligado a la realización de experimentos en las dos líneas del grupo, pero sin que esté limitado por la duración del experimento.

El resultado de evaluación de estas solicitudes ha sido positivo y el grupo dispondrá en 2006 de un presupuesto de **97.000 €** para llevar a cabo los objetivos propuestos. Para informar a la comunidad científica española de estas iniciativas, se está terminando de elaborar una página web donde se expondrá toda la información concerniente a SpINS.

La suma total de los recursos económicos obtenidos asciende a 288.000 + 97000 = 385000 € para el año 2006.

Actividad Científica de SpINS en 2005

En este apartado se presentan los resultados más relevantes sobre las propuestas recibidas y los resultados científicos provenientes total o parcialmente de experimentos realizados en los CRG's D1B y D15 aparecidos en 2005. En la sección 6 puede encontrarse un resumen estadístico análogo que cubre la actividad de los CRG's desde su inicio en 1998. En lo que respecta a D15 el número de días disponibles en su primer año de andadura, 2005, para la comunidad científica española ha sido muy reducido debido a los problemas surgidos con el "obturador primario" del equipo.

Durante el año 2005, el reactor del ILL ha funcionado durante 150 días, de modo que los científicos españoles han dispuesto de **25 días** de haz en D1B (1/6 del tiempo total de haz) y de **15 días** en D15.

El número total de propuestas recibidas en 2005 ha sido de 22, solicitando un total de 76 días de medida. De éstas, se han aceptado 16 experimentos durante los 25 días disponibles para la parte española del CRG. En las figuras 1 y 2 se muestra la evolución desde 1998 del número de propuestas recibidas cada año y del número de días solicitados. Como puede apreciarse, existe una fuerte demanda por parte de la comunidad científica española para usar el CRG-D1B, manteniéndose una relación entre el número de días solicitados y el número de días de haz disponibles cercana o superior a 2 y que incluso llega a un factor de 3 en el 2005.

FIGURA 1.
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PROPUESTAS RECIBIDAS Y ACEPTADAS EN EL CRG-DIB

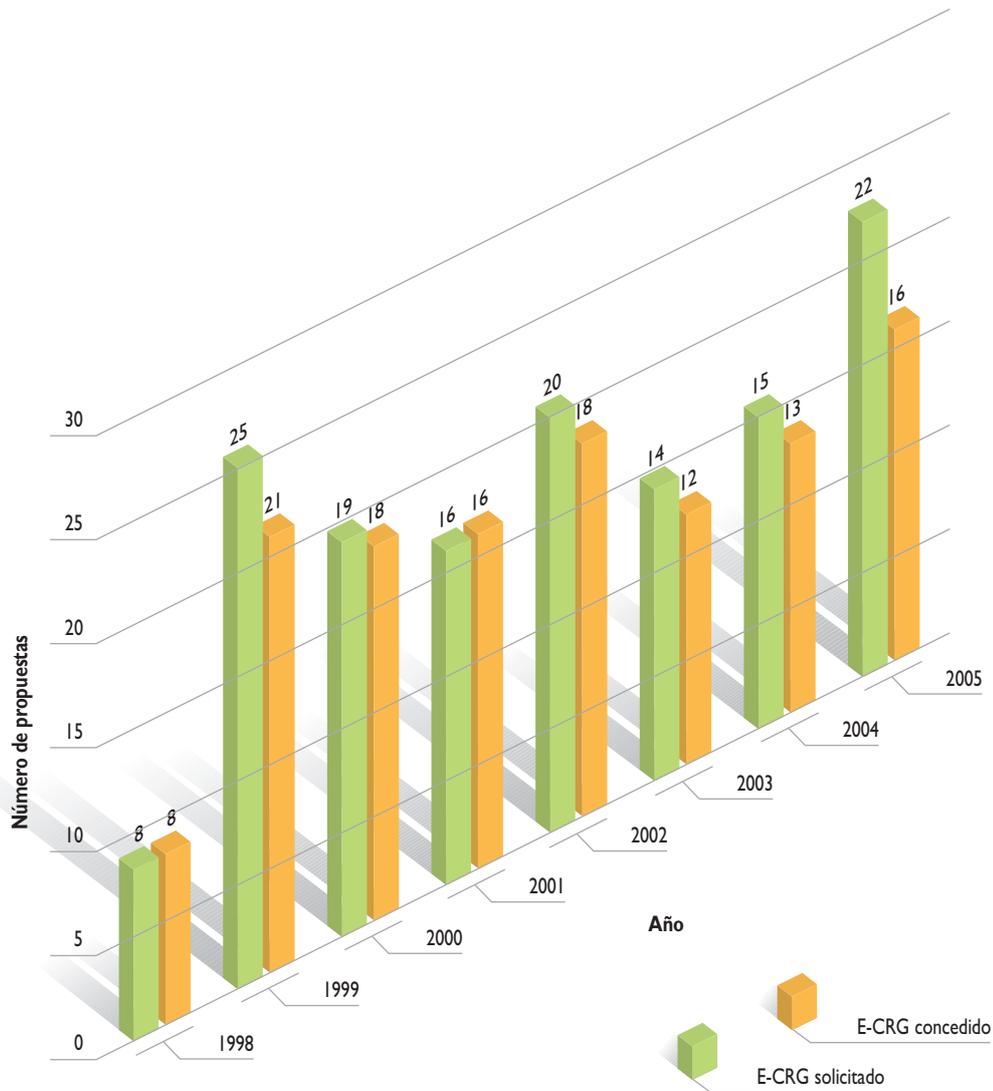


FIGURA 2.
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS DEMANDADOS Y DISPONIBLES EN EL CRG-DIB

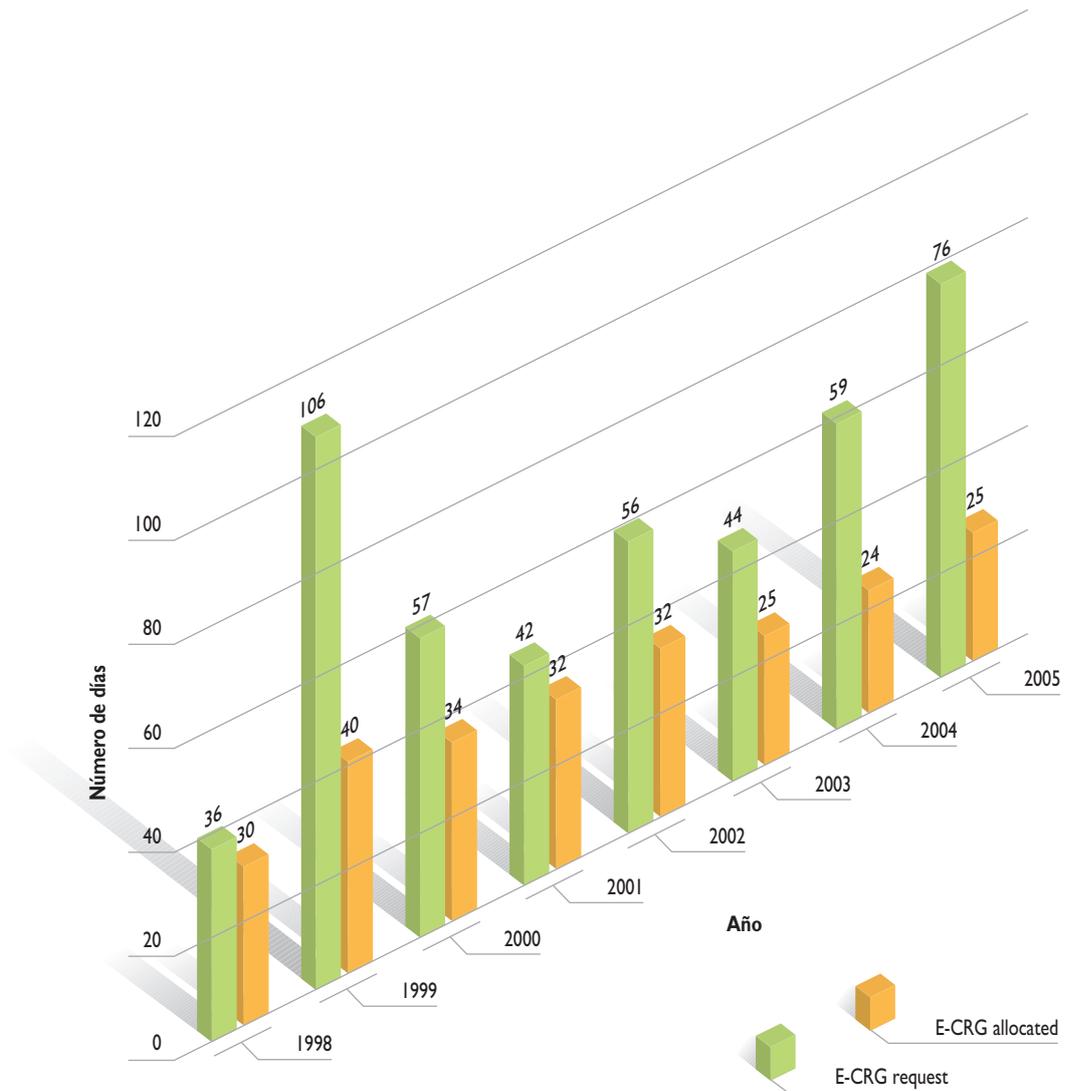


TABLA I.
LISTA DE PROPUESTAS ACEPTADAS EN EL CRG-D1BY EN CRG-D15 EN 2005

Proposal number	Main proposer	Title	Allocated days
E-04-09 (CRG-935)	Fernando Plazaola Universidad del País Vasco (Bilbao)	Spin-glass-like behaviour of clustered Fe _{1-x} Al _x crystalline alloys	3
E-05-02 (CRG-1050)	Teófilo Rojo Universidad del País Vasco (Bilbao)	Influence of Mn ²⁺ (S=5/2), Ni ²⁺ (S=1) and Cu ²⁺ (S=1/2) substitution on magnetic collinear longitudinal sinusoidal structure of Co ₂ (OH)(AsO ₄)	2
E-05-03 (CRG-1067)	David Martínez Universidad de Oviedo	Magneto-volume effects in Fe-Cu metastable solid solutions	2
E-05-04 (CRG-1051)	Carlos Frontera Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (CSIC)	Effect of Mn substitution in Pr _{0.5} Ca _{0.5} Mn _{1-x} M _x O ₃ (M = Ni, Ti; x≤0.5): magnetic order of coexisting low temperature phases	2
E-05-05 (CRG-1068)	Pedro Gorria Universidad de Oviedo	In-situ neutron diffraction study of the amorphous-to-nanocrystalline crystal structural phase transformation in RCo ₅ -type alloys produced by high energy milling (R = Y, Pr)	1
E-05-06 (CRG-1042)	Luis Carlos Pardo Universidad Politécnica de Catalunya (Barcelona)	Short-range order in non texturized FCC phase of tert-butyl-chloride and carbon tetrachloride	2
E-05-07 (CRG-1128)	Angel Muñoz Universidad Carlos III (Madrid)	Texture analysis in Ti alloys reinforced with Y ₂ O ₃	1
E-05-08 (CRG-1129)	Marina Parras Universidad Complutense (Madrid)	Magnetic characterization on the Ba-Mn-Co-O system	1
E-05-09 (CRG-1119)	Marina Parras Universidad Complutense (Madrid)	Magnetic characterization on Ba-Mn-Fe-O	1
E-05-14 (CRG-1127)	Teófilo Rojo Universidad del País Vasco (Bilbao)	Influence of Mn ²⁺ (S=5/2), Ni ²⁺ (S=1) and Cu ²⁺ (S=1/2) substitution on magnetic collinear longitudinal sinusoidal structure of Co ₂ (OH)(AsO ₄)	1
E-05-15 (CRG-1117)	Pedro Fernández Castrillo ILL (Grenoble, France)	Texture in extruded metal matrix composites as a function of the plastic deformation	2
E-05-16 (CRG-1131)	Antonio H. De Aza Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC, Madrid)	Nucleation and crystal growth studies of bioactive glass-ceramics	2
E-05-17 (CRG-1121)	Agustín Lambri Universidad Nacional de Rosario (Argentina)	Study of the phase transitions in Fe-Al-Si alloys and their relation to the damping behavior	1
E-05-18 (CRG-1118)	Gabriel Cuello ILL (Grenoble, France)	Structural changes in Ag-Ge-Se system	2
E-05-19 (CRG-1130)	Carlos Cabrillo Instituto de Estructura de la Materia (CSIC, Madrid)	Crystallization behavior of confined D ₂ within carbon nanotubes	1
E-05-21 (CRG-1120)	Javier Campo Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (CSIC, Zaragoza)	Searching for magnetic chirality in the 3D chiral compound [Mn ₃ (Me ₂ AlH) ₂ {Mo(CN) ₆ }] ₂	1
D15			
E-05-22 (CRG-1136)	Javier Campo Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (CSIC, Zaragoza)	Investigation of the transverse magnetic spin ordering in NiCl ₂ 4S(NH ₂) ₂ induced by a longitudinal magnetic field	15

Clasificando las propuestas en base a la afiliación del proponente principal, tenemos que las 22 propuestas recibidas en 2005 provienen de 12 centros distintos (institutos del CSIC o universidades). Si se tiene en cuenta también la afiliación de los co-proponentes hay 20 centros nacionales y 8 institutos o universidades extranjeras involucrados en medidas realizadas en D1B en 2005. El reparto del tiempo de haz entre los grupos provenientes de estos centros se muestra en las figuras siguientes:

FIGURA 3.
 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CONCEDIDOS EN 2005 EN FUNCIÓN DE LA AFILIACIÓN DEL PRIMER PROPONENTE.

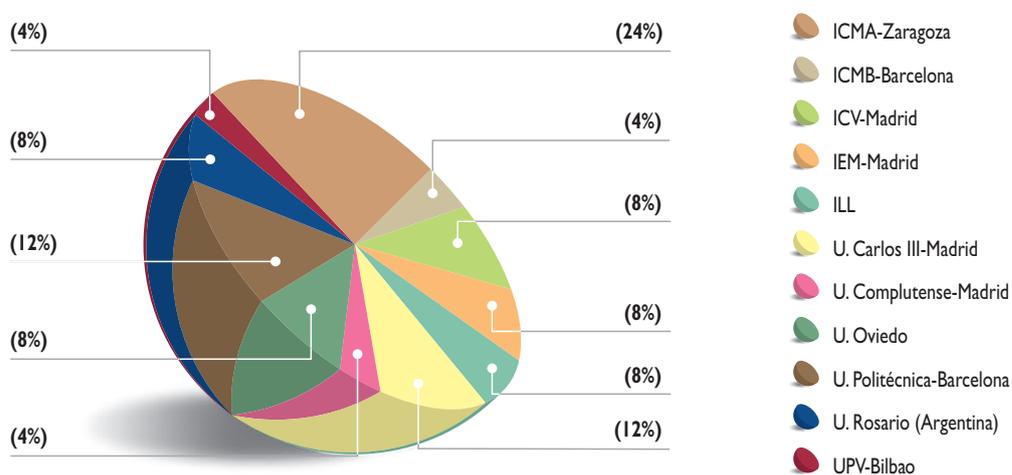
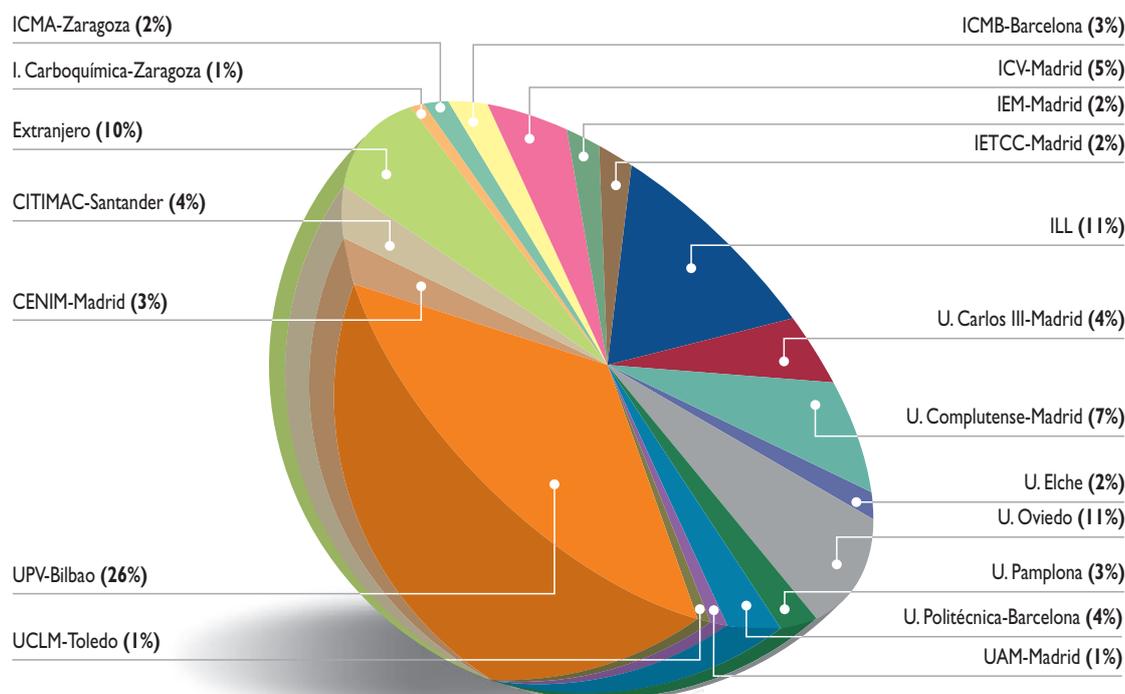


FIGURA 4.

DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CONCEDIDOS EN 2005 EN FUNCIÓN DE LA AFILIACIÓN DE TODOS LOS SOLICITANTES



PUBLICACIONES EN 2005

1. M. A. Arillo, M. L. López, C. Pico, M. L. Veiga, J. Campo, J. L. Martínez, A. Santrich-Badal. *Chem. mater.* **17**, 4162 (2005). "Magnetic behavior of the LiFeTiO₄ spinel."
2. G. Aurelio, A. Fernández Guillermet, G. J. Cuello, P. B. Bozzano. *Mater. Sci. Forum* **480-481**, 565 (2005). "Structural properties and stability of metastable phases in the Zr-Nb system."
3. G. Aurelio, A. Fernández Guillermet, G. J. Cuello, J. Campo. *J. Nucl. Mater.* **341**, 1 (2005). "Structural properties and high-temperature reactions of the metastable Ω phase in Zr-Nb alloys."
4. G. Aurelio, D. Niebieskikwiat, R. D. Sánchez, J. Campo, G. J. Cuello, J. Rivas. *Phys. Rev. B* **72**, 134405 (2005). Neutron diffraction study of phase separation in the Pr_{0.5- δ} Ca_{0.2+ δ} Sr_{0.3}MnO₃ manganite around half doping."
5. J. J. Blanco, M. Insausti, I. Gil de Muro, L. Lezama, T. Rojo. *J. Solid State Chem.* **179**, 19 (2006). "Neutron diffraction and magnetic study of the Nd_{0.7}Pb_{0.3}Mn_{1-x}Fe_xO₃ (0 \leq x \leq 0.1) perovskites."

6. J. Fontcuberta, D. Rubi, C. Frontera, J. L. García-Muñoz, M. Wojcik, E. Jedryka, S. Nadolski, M. Izquierdo, J. Avila, M. C. Asensio. *J. Magn. Magn. Mater.* **290-291**, 974 (2005). "Ferromagnetic coupling strength and electron-doping effects in double perovskites."
7. C. Frontera, J. L. García-Muñoz, M. A. G. Aranda, M. Hervieu, C. Ritter, A. Calleja, X. G. Capdevilla, M. Respaud. *J. Appl. Phys.* **97**, 10C105 (2005). "Magnetism in the low-doping regime ($x < 0.50$) of $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ perovskites."
8. C. Frontera, J. L. García-Muñoz, A. E. Carrillo, A. Caneiro, C. Ritter, D. Martín y Marero. *J. Appl. Phys.* **97**, 10C106 (2005). "Magnetism and vacancy ordering in $\text{PrBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ ($\delta \geq 0.50$)."
9. J. L. García-Muñoz, C. Frontera, M. Respaud, M. Giot, C. Ritter, X. G. Capdevilla. *Phys. Rev. B* **72**, 054432 (2005). "Magnetic properties of $\text{Bi}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{MnO}_3$ ($x \approx 2/8, T_{\text{CO}} = 600$ K): Ferromagnetism and charge order."
10. M. Gich, A. Roig, C. Frontera, E. Molins, J. Sort, M. Popovici, G. Chouteau, D. Martín Marero, J. Nogués. *J. Appl. Phys.* **98**, 044307 (2005). "Large coercivity and low-temperature magnetic reorientation in $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ nanoparticles."
11. P. Gorria, D. Martínez-Blanco, R. Iglesias, S.L. Palacios, M.J. Pérez, J.A. Blanco, L. Fernández Barquín, A. Hernando, M.A. González. *J. Magn. Magn. Mater.* **300**, 229 (2006). "Magneto-volume effects in Fe-Cu solid solutions"
12. P. Gorria, D. Martínez-Blanco, J. A. Blanco, M. J. Pérez, M. A. González, J. Campo. *Physica B* (accepted). "Magnetism and structure of Fe-Cu binary solid solutions obtained by high energy ball milling"
13. M. Jiménez-Ruiz, A. Sanz, A. Nogales, T. A. Ezquerro. *Rev. Sci. Instrum.* **76**, 043901 (2005). "Experimental setup for simultaneous measurements of neutron diffraction and dielectric spectroscopy during crystallization of liquids."
14. O. A. Lambri, J. A. Cano, J. I. Pérez-Landazábal, V. Recarte, A. Peñazola. *Z. Metallkunde* **96**, 8 (2005). "Copper-Lithium alloy produced by powder metallurgy procedures and its age-hardening response."
15. O. A. Lambri, J. I. Pérez-Landazábal, J. A. Cano, V. Recarte, J. Campo, A. Peñazola, M. Ortiz, C. H. Worner. *Powder Technology* **152**, 24 (2005). "Phase evolution in a Cu-18 at.% Li alloy as a function of temperature under different atmospheres."
16. D. Martínez-Blanco, P. Gorria, J.A. Blanco. *J. Magn. Magn. Mater.* **300**, e339 (2006). Nanostructured Fe obtained by high-energy ball milling"
17. L. C. Pardo, N. Veglio, F. J. Bermejo, J. L. Tamarit, G. J. Cuello. *Phys. Rev. B* **72**, 014206 (2005). "Experimental assessment of the extent of orientational short-range order in liquids."

18. J. I. Pérez-Landazábal, V. Recarte, V. Sánchez-Alarcos. *J. Phys. Condens. Matter.* **17**, 4223 (2005). "Influence on the martensitic transformation of the β phase decomposition process in a Cu-Al-Ni shape memory alloy."
19. C. Piqué, E. Abad, J. A. Blanco, R. Burriel, M. T. Fernández-Díaz. *Phys. Rev. B* **71**, 174422 (2005). "Interplay between competing exchange interactions and magnetocrystalline anisotropies in $\text{YFe}_x\text{Mn}_{12-x}$: The magnetic phase diagram."
20. N. Veglio, F. J. Bermejo, L. C. Pardo, J. L. Tamarit, G. J. Cuello. *Phys. Rev. E* **72**, 031502 (2005). "Direct experimental assessment of the strength of orientational correlations in polar liquids."
21. A. Zhukov, J. González, V. Zhukova. *J. Magn. Magn. Mater.* **294**, 165 (2005). "Magnetoresistance in thin wires with granular structure"
22. Marta Castellote, Irene Llorente, Carmen Andrade, Xavier Turrillas, Cruz Alonso, Javier Campo. Cement and Concret Research (en prensa). In situ monitoring the realkalisation process by neutron diffraction: Electroosmotic flux and portlandita formation"

SEMINARIOS Y CONFERENCIAS EN 2005

1. "Futuro y perspectivas de la línea franco-española D1B del ILL". M. A. González (ICMA, CSIC-Universidad de Zaragoza). I Jornada Monográfica sobre Técnicas Neutrónicas Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC), Madrid (14 Enero 2005)
2. "Structure and magnetism of some nanostructured Fe metastable alloys, I. Structure". P. Gorria (Universidad de Oviedo). International Workshop on Nanomagnetism (NANOMAG'04), La Habana (Cuba), November 14-18, 2004
3. "Structure and magnetism of some nanostructured Fe metastable alloys, II. Magnetic behaviour". P. Gorria (Universidad de Oviedo). International Workshop on Nanomagnetism (NANOMAG'04), La Habana (Cuba), November 14-18, 2004
4. "Magneto-volume effects in Fe-Cu solid solutions". P. Gorria (Universidad de Oviedo). Moscow International Symposium on Magnetism (MISM'2005), Moscow (Russia), June 25-30, 2005
5. "Nanostructured Fe obtained by high-energy ball milling". D. Martínez Blanco (Universidad de Oviedo). Moscow International Symposium on Magnetism (MISM'2005), Moscow (Russia), June 25-30, 2005
6. "Magnetism and structure of Fe-Cu binary solid solutions obtained by high energy ball milling". P. Gorria (Universidad de Oviedo). VII Latin American Workshop on Magnetism, Magnetic Materials and Their Applications, Reñaca (Chile), December 12-16, 2005

7. Nuevas iniciativas españolas en fuentes de neutrones. Javier Campo (ICMA, CSIC-Universidad de Zaragoza). Instituto de Cerámica y Vidrio (Madrid) 2005
8. Técnicas de difracción en magnetismo molecular. Javier Campo (ICMA, CSIC-Universidad de Zaragoza). VII Escuela nacional de materiales moleculares (Boi Taull) 2005
9. Conceptos básicos de simetría. Javier Campo (ICMA, CSIC-Universidad de Zaragoza). Curso de Verano “Determinación de estructuras magnéticas mediante difracción de neutrones” de la Universidad de Zaragoza
10. Análisis de representaciones de una estructura magnética. Javier Campo (ICMA, CSIC-Universidad de Zaragoza). Curso de Verano “Determinación de estructuras magnéticas mediante difracción de neutrones” de la Universidad de Zaragoza
11. Aplicaciones recientes de las técnicas neutrónicas en ciencia de materiales. Javier Campo (ICMA, CSIC-Universidad de Zaragoza). Ciclo de seminarios del Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción (Madrid) 2005
12. Tipos de estructuras magnéticas y cómo se describen con coeficientes de Fourier. María Teresa Fernández Díaz (ILL). Curso de Verano “Determinación de estructuras magnéticas mediante difracción de neutrones” de la Universidad de Zaragoza
13. Manejo del software disponible en difracción de neutrones en polvo. Juan Rodríguez Carvajal (ILL). Curso de Verano “Determinación de estructuras magnéticas mediante difracción de neutrones” de la Universidad de Zaragoza
14. “Chemical interaction between the clay barrier and the radioactive waste”. M. D. Alba, R. Alvero, A. I. Becerro, M. A. Castro, P. Chain, A. Escudero, M. Naranjo, A. C. Perdigón, J. M. Trillo. 2nd International Meeting: “Clays in Natural and Engineered Barriers for Radioactive Waste Confinement”, Tours (France), March 14-18, (2005)
15. “Martensitic Transformation in Ni-Fe-Ga Alloys”. J.M. Barandiarán, J. Gutiérrez, P. Lazpita, C. Seguí, J. Pons, E. Cesari, V. A. Chernenko, K. Oikawa, T. Kanomata. International Conference on Martensitic Transformations (ICOMAT’05), Shanghai (China), June 14-17, 2005

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN 2005

1. ¿Para que sirven los neutrones? Javier Campo. “Aragón Investiga” *Portal web* de divulgación científica de la Diputación General de Aragón (07 / 2005)

TESIS Y ESTUDIANTES DE DOCTORADO EN 2005

1. Martí Gich Gracia. Director: Josep Nogués (Universidad Autónoma de Barcelona). “Nanopartícules magnètiques en matrius de sílice” March 3, 2006
2. David Martínez Blanco. Director: Pedro Gorria (Universidad de Oviedo). Estructura y magnetismo de aleaciones Fe-TM (TM = Cu, Ni) obtenidas por aleación mecánica (2006-2007)
3. Alberto Escudero Belmonte. Director: Ana Isabel Becerro Nieto (Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, Universidad de Sevilla-CSIC). “Síntesis, caracterización estructural y estudio de las propiedades mecánicas y ópticas de silicatos de lantánidos” (2006)
4. Imanol de Pedro del Valle. Director: Teófilo Rojo (Universidad del País Vasco). “Propiedades magnéticas de fosfatos y arseniatos de metales de transición” (2006)
5. Damián Martín Rodríguez. Directors: F. Plazaola and J. J. S. Garitaoandía (Universidad del País Vasco). Estudio de las propiedades magnéticas de estructuras ordenadas y desordenadas de los intermetálicos Fe-Al (2006)
6. Patricia Lazpita. Director: J. M. Barandiarán (Universidad del País Vasco). Materiales magnéticos con memoria de forma (2006-2007)
7. Alejandro Sanz. Director: Dr. Tiberio A. Ezquerro (Instituto de Estructura de la Materia, CSIC, Madrid). Structure and dynamics of polymers. Crystallization of liquids and polymers (2006-2007)
8. Alejandro Fernández Martínez. Director: Gabriel Cuello (ILL). “Selenium absorption in imogolites” (2008)
9. Clara González Jiménez. Director: Javier Campo, F. Palacio y Garry Mc Intyre (Universidad de Zaragoza e ILL). “Quiralidad de espín en sistemas moleculares” (2007)

4

ANÁLISIS CRÍTICO DE FUNCIONAMIENTO

Fortalezas

- *Ausencia de fuentes de neutrones en el territorio nacional.* España no dispone de fuentes de neutrones propias (por el momento) y por tanto estos equipos cubren en cierta manera ese vacío en la comunidad científica.
- *Instalaciones únicas.* Los instrumentos CRG-D1B y CRG-D15 son dos difractómetros de neutrones que están situados en la fuente de neutrones más intensa actualmente en operación. Aunque los citados instrumentos no son los mejores en su categoría, al estar superados únicamente por dos instrumentos del ILL (D20 y D9), sin embargo el tiempo de medida solicitado en ellos supera en un factor 3 el tiempo disponible.
- *Tiempo de medida exclusivo para la comunidad científica española.* Los científicos españoles disponen de un tiempo de medida sobre estos equipos que les es exclusivo. Este tiempo viene adjudicado por una comisión de selección de propuestas que está formada por científicos españoles.
- *Posibilidad de hacer experimentos de test.* Los CRG's ofrecen la posibilidad de realizar experimentos de *test* que permitan afianzar futuras propuestas de experimento en otros instrumentos del ILL u otras fuentes internacionales.
- *Formación de investigadores.* Los CRG's forman investigadores en el ámbito de las técnicas neutrónicas e incentivan el uso de éstas en la comunidad científica.
- *Formación de tecnólogos.* Se participa con el ILL en el diseño de instrumentación científica en técnicas neutrónicas. Esta instrumentación se diseña en el ILL y se fabricará en España.
- *El coste de explotación de estos equipos es muy bajo.* Son equipos que prestan servicio a toda la comunidad científica española.
- *Se financian viajes y estancias de experimento.* Recientemente han sido aceptadas dos iniciativas encaminadas a sufragar parte de los gastos de transporte y estancia de los investigadores que obtienen tiempo de medida en SpINS. También se ha creado un programa de estancias subvencionadas de investigadores españoles en el grupo SpINS con el fin de incentivar el uso de las técnicas neutrónicas.
- *La asociación con el CEA en D15.* Tal colaboración nos permite también disponer de tiempo preferencial en los instrumentos que el propio CEA tiene en el ILL también en régimen de CRG. Este es un valor añadido muy importante del CRG-D15.

- *El personal científico de SpINS.* El grupo dispone de muy buenos científicos de instrumento con amplia experiencia probada desde hace años en el ámbito de las técnicas neutrónicas. Eso es un aliciente para los científicos noveles en el uso de las técnicas neutrónicas.
- *Todo el tiempo de medida disponible se reparte entre la comunidad científica española.* Los científicos de instrumento no disponen automáticamente de tiempo de medida propio para realizar sus propias investigaciones en los CRG's. Ellos deben competir, como cualquier otro científico español, en el proceso de selección de propuestas para obtener tiempo de medida en los CRG's españoles.

Debilidades

- *La administración.* En el pasado la administración de los CRG estaba repartida entre la sede central del CSIC y el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón. Se contrataba desde el ICMA y se pagaban las facturas desde la sede central. Ello originó graves problemas burocráticos. En la actualidad se han dado los pasos para que se gestione todo, contratos laborales, facturas, etc, desde el ICMA con lo cual se evitarán problemas indeseados. Se entiende que en un futuro cercano esta administración deba realizarse desde la unidad horizontal de Grandes Instalaciones.
- *Las compras de material.* Habrá que sufrir toda la burocracia de la administración española cuando se desee comprar algún equipo científico de valor superior a 12000
- *Plazas de Científico.* No existe hoy en día una manera de estabilizar permanentemente, bien con contrato indefinido bien con plaza de funcionario, a los científicos de instrumento en los CRG's españoles en el ILL. Es muy difícil encontrar personal capacitado que esté dispuesto a permanecer en Grenoble como científico de instrumento sin expectativas de obtener un puesto laboral indefinido. Urge dotar de plazas estables estos puestos pues en caso contrario el personal que se ha formado acaba marchando a otros organismos más atractivos desde este punto de vista. Los científicos de instrumento están ligados laboralmente al Instituto que los contrata y sin embargo su labor no forma parte de los planes estratégicos de estos institutos. Esta es una debilidad que debe ser superada en la Unidad de Gestión de Grandes Instalaciones.
- *Los contratos laborales.* Se tiene previsto que los Científicos de Instrumento de los CRG's Españoles del ILL sean contratados con el mismo salario que sus homólogos en el ILL. Esta reali-

dad está aceptada y presupuestada por el MEC (ver más arriba). Actualmente no se está contratando con este baremo por problemas con la forma de contratar del CSIC. Esto es un problema a solucionar y por tanto una debilidad actual ya que ha habido científicos que han renunciado a trabajar en los CRG's por estos problemas. Relacionado con esta debilidad también se encuentra el hecho de que los Científicos Titulares del CSIC que desarrollan su trabajo en el extranjero complementan su salario por medio de "dietas en el extranjero" ahora bien esta situación no puede mantenerse legalmente por espacio de tiempo consecutivo mayor de dos años.

- *Medicina del trabajo.* Los científicos españoles en los CRG's españoles del ILL no disponen de un servicio de medicina de trabajo.
- *El CSIC no anuncia adecuadamente las actividades de SpINS en sus medios de internet.* Desde el propio grupo SpINS se está elaborando un sitio web para suplir esta carencia.
- *Escasa visibilidad fuera del área de materiales y de física.* Aunque existen investigadores provenientes de las áreas de química y geología que realizan experimentos en los CRG's españoles del ILL, se observa que todavía existe desconocimiento de las posibilidades que SpINS ofrece en dichas áreas. Los científicos responsables de instrumento dedican parte de su actividad a mostrar dando seminarios por toda España toda la potencialidad de las técnicas neutrónicas.

Oportunidades

- *La fuente de espalación de neutrones en España (FNE).* Se tiene previsto construir una fuente de neutrones por espalación en territorio español y en el momento actual España no tiene el personal, científico y tecnológico suficiente para realizar un proyecto de tal envergadura. SpINS ofrece la posibilidad de formar tanto científicos como tecnólogos que serán necesarios para tal proyecto a muy corto plazo. No se excluye incluso la posibilidad de que el proyecto español se convierta en el gran proyecto europeo de fuente de neutrones por espalación, la *European Spallation Source* (ESS).
- *El segundo blanco de ISIS.* En el Reino Unido se está construyendo un segundo blanco en su fuente de espalación llamada ISIS y situada en el RAL (Oxfordshire). España está contribuyendo económicamente al citado proyecto pero se observa que el retorno que recibe no corresponde con lo que aporta, ni desde el punto de vista científico ni tampoco tecnológico. Desde SpINS se está po-

tenciando la participación española en proyectos de instrumentación en el ILL y se espera que a medio plazo se pueda pasar a participar en proyectos tecnológicos de ISIS.

- *Los programas de reincorporación de doctores.* Una fuente de obtención de recursos humanos pueden ser los programas Ramón y Cajal y Juan de la Cierva del MEC. Se debe agilizar la manera de poder tener desplazados en Grenoble en SpINS personal científico contratado al amparo de estos programas.
- *Becas en organismos internacionales.* Los CRG's españoles del ILL aparecen como centros receptores de este tipo de becas que convoca anualmente el MEC. Son becas bien pagadas asignadas a los CRG's.

Amenazas

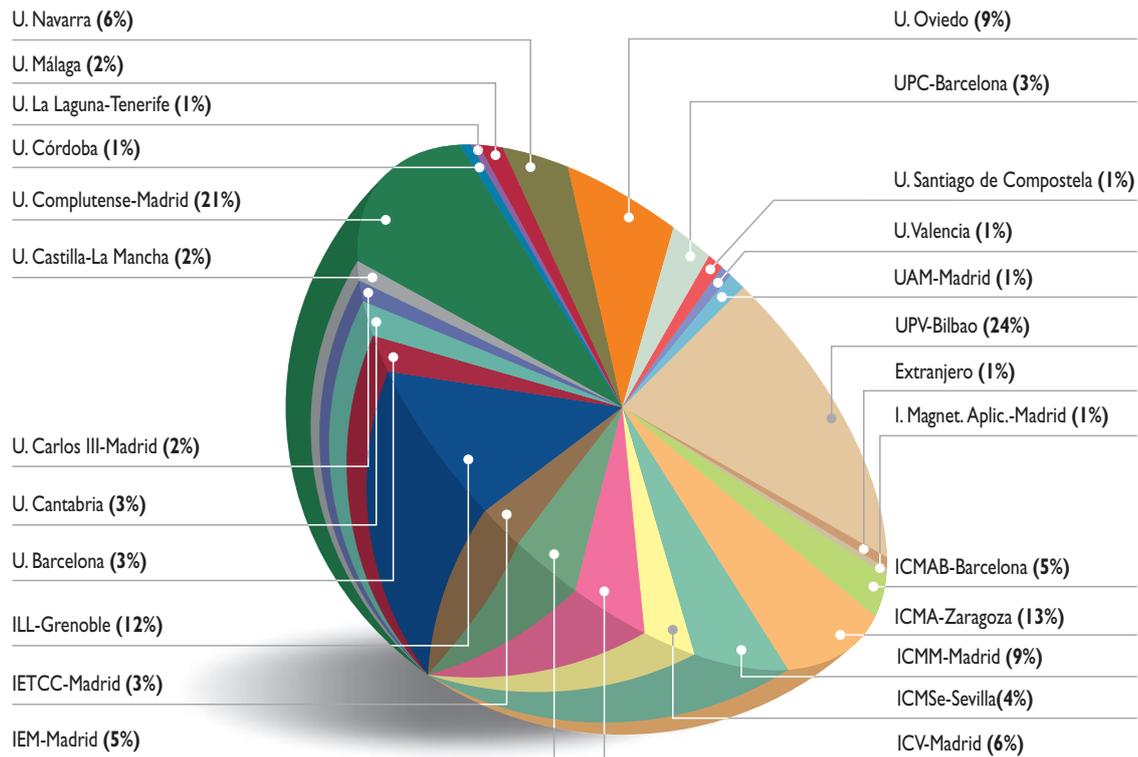
- *ISIS.* El hecho de que ahora la Administración Española está participando en ISIS implica que los científicos españoles disponen de tiempo de medida también en esa fuente de neutrones con lo cual puede ocurrir que disminuya el número de científicos españoles que realicen sus experimentos de difracción neutrones en los CRG's españoles del ILL.
- *El ILL se cierra casi con toda seguridad en 2020.* Se tiene previsto que el ILL esté funcionando hasta que la nueva fuente ESS concluya sus trabajos. Incluso esta amenaza puede no ser tal puesto que fuentes pulsadas (fuentes de espalación) y fuentes continuas (reactores nucleares) al disponer de características diferentes son complementarias.

Análisis integrado

El grupo SpINS da servicio a toda la comunidad científica española, tanto proveniente de Universidades como de las diferentes áreas científicas del CSIC y especialmente las áreas de Materiales y Física. La actividad específica, desde el punto de vista científico, de SpINS se encuentra relacionada únicamente por la actividad del ILL y en menor medida ISIS, siendo todas complementarias. Por el contrario las nuevas iniciativas, encaminadas al desarrollo de instrumentación, son novedosas y necesarias en España.

FIGURA 5.

DISTRIBUCIÓN DE TIEMPO OBTENIDO POR LOS DIFERENTES CENTROS DE INVESTIGACIÓN ESPAÑOLES DESDE EL AÑO 1998. OBSÉRVESE QUE MAS DE UN 25 % DEL TIEMPO TOTAL ES EMPLEADO POR LOS INVESTIGADORES DEL CSIC



Las líneas de actuación corresponden con los objetivos planteados. Los objetivos científicos están bien consolidados como se puede deducir del número de publicaciones, tesis y seminarios relacionados con los CRG's españoles del ILL y el número de investigadores que emplean los equipos. No obstante es necesario todavía potenciarlos en el aspecto de recursos humanos ya que las nuevas iniciativas de estancias encaminadas a la formación de la comunidad científica española absorberán bastante tiempo de los científicos de instrumento. Por tanto estas líneas de actuación deben potenciarse siendo de alta relevancia para el CSIC.

En cuanto a las iniciativas tecnológicas, que son novedosas, y que se están introduciendo en el 2006, hay que potenciarlas. Estas iniciativas son de alto interés para el CSIC.

Se sigue confirmando el éxito de los CRG's entre la comunidad científica española. Prueba de ello es la fuerte demanda de tiempo de medida respecto al número de días disponibles, alcanzándose un ratio de 3 entre la petición de tiempo de haz y la oferta disponible.

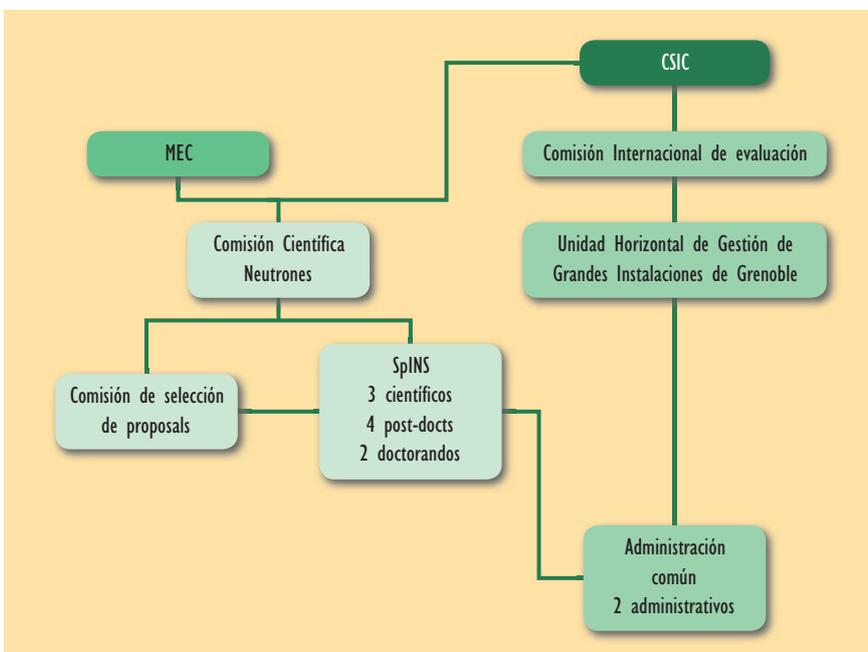
5

PLAN ESTRATÉGICO FUTURO

Si se crea la unidad de Gestión de Grandes Instalaciones en Grenoble entonces toda la administración (contratación de personal, seguridad social, asesoría laboral, pagos de salarios y complementos por residencia eventual, pago de cuotas al CNRS e ILL, oficina de información tecnológica de empresas españolas, gestión de viajes, estancias, recepción de propuestas, compra de material, etc...) que realiza ahora el ICMA pasará a depender de la citada unidad. Para todas estas gestiones, relacionadas con SpINS, es necesario por lo menos **un titulado administrativo bilingüe**.

Asimismo se planea crear una Comisión Científica paritaria entre el CSIC y el MEC que se encargue de aprobar los presupuestos del grupo SpINS, dar el visto bueno a sus líneas de actuación prioritarias, elegir a los científicos de instrumento, elegir a los miembros de las comisiones de evaluación, establecer nuevas relaciones científicas, etc ...

Se pretende asimismo que el grupo SpINS sea evaluado cada 2 años por la misma comisión internacional de expertos que evalúa a los centros del área de materiales del CSIC.



Si se dota de dependencias propias a la citada Unidad de Gestión Grandes Instalaciones en Grenoble, el grupo SpINS necesitara espacio físico para albergar al menos a 6 personas, entre las cuales estarán los investigadores externos que se acojan al programa de estancias en SpINS y algunos de los post-doct.

Actualmente, SpINS está formado por los dos científicos responsables (uno de ellos provisional) de la parte española de los CRG's D1B y D15. Sin embargo, se pretende que en el año 2006 se incorporen uno o varios post-docs y que la estructura pueda crecer paulatinamente durante los próximos años hasta alcanzar un tamaño ideal permanente de **3 científicos, 4 post-doct y 2 estudiantes de doctorado**, que le permita alcanzar los objetivos propuestos. Los puestos de científico deberían estabilizarse en permanencia.

Las líneas de actuación previstas para los siguientes años corresponden con los objetivos planteados. No se descarta que desde la Unidad de Gestión Grenoble, concretamente desde el grupo SpINS (Spanish Initiatives on Neutron Scattering), se pueda llegar también a desarrollar alguna iniciativa española en ISIS, como por ejemplo pueda ser un programa equivalente de estancias y viajes para ISIS para incentivar el uso de las técnicas de espalación y a medio plazo se pretende participar en proyectos de instrumentación de ISIS-TSII

En cuanto a relaciones externas el grupo SpINS seguirá estrechamente vinculado al ICMA mientras no exista la Unidad de Gestión de Grandes Instalaciones de Grenoble y continuará evidentemente su colaboración (por definición) con el ILL, el CNRS y el CEA. Se pretende ampliar estas colaboraciones con grupos de desarrollo de instrumentación de ISIS. Será la Comisión Científica quien decida las nuevas relaciones externas que puedan establecerse.

6

INDICADORES DE EJECUCIÓN

Los indicadores objetivos de ejecución podrían ser los siguientes según que actividades se evalúen.

Para estimar la **calidad científica** de los experimentos realizados

- Número de publicaciones en revistas ISI.

Para estimar **la satisfacción** de los investigadores españoles visitantes

- La evaluación que cada científico español que emplea los CRG's debe realizar al terminar un experimento o estancia incluida en el "experimental report"

Para estimar si se cumple con el objetivo de **formación** de investigadores

- Número de visitas de investigadores a SpINS.
- Número de estudiantes de tesis españoles que emplean las instalaciones.
- Número de eventos (congresos, escuelas, reuniones, seminarios, etc...) organizados

Para estimar si los instrumentos son de **interés** para la comunidad científica española.

- Ratio de días de haz solicitados a días concedidos
Para estimar si las instalaciones **funcionan** correctamente
- Número de días de haz empleados, es decir, el cómputo de los días de haz disponibles menos los días de haz perdidos por problemas de operación.

Para estimar si se cumplen los **objetivos tecnológicos**

- Número de proyectos de instrumentación abordados y ejecutados.

Indicativo general

- Resultado de la comisión internacional de evaluación

En la siguiente tabla se puede encontrar un desglose por años de la actividad científica realizada en los CRG's del ILL. Básicamente corresponde a la actividad de un solo instrumento pues el segundo, el D15, ha comenzado lentamente en el año 2005.

Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Propuestas recibidas	8	25	20	15	20	14	15	22
Propuestas aceptadas	8	21	17	15	18	12	13	16
Días solicitados	36	111	64	43	58	44	59	76
Días concedidos	30	40	36	31	32	25	24	25
Publicaciones	0	2	12	12	19	9	25	22
Congresos								acumulado 37
Seminarios								acumulado 17
Estudiantes de tesis								acumulado 33



**Grandes Instalaciones;
Buques Oceanográficos
y Bases Polares**



1

ANTECEDENTES

El CSIC creó en 2000 la Unidad de Tecnología Marina, - en adelante UTM -, dentro del área de Recursos Naturales del CSIC, con la misión de desarrollar tecnologías al servicio de la investigación Nacional de las Ciencias Marinas y proporcionar al MEC el soporte técnico y logístico para realizar investigación de calidad internacional en la investigación marina y polar española. En el aspecto de servicios, la UTM facilita a los investigadores del país la instalación y mantenimiento de equipamientos técnicos y científicos a bordo de los buques oceanográficos, BIO Hespérides, BO García del Cid, la construcción del BO Sarmiento de Gamboa, así como en las Bases Antárticas Española, Juan Carlos I, y apoyo logístico a la BAE Gabriel de Castilla. Además, de realizar proyectos en tecnologías marinas que paulatinamente se van incorporando a las instalaciones gestionadas. La UTM del CSIC posee una estructura orgánica que incluye diferentes secciones técnicas. A día de hoy dispone de una plantilla de 14 funcionarios, 2 interinos, 17 contratados laborales, 2 contratos del fondo social europeo (I3P), y 4 becarios predoctorales, 1 Contrato Juan de la Cierva y 1 contrato MEC Post Doctoral. Por las características de este tipo de contratos laborales, en la Unidad se da una situación laboral precaria, lo que supone la inestabilidad general de la plantilla.

2

BUQUES OCEANOGRÁFICOS

Los buques oceanográficos gestionados por el CSIC están a disposición de los científicos españoles en régimen competitivo para la realización de investigación oceanográfica. El Buque de Investigación Oceanográfica **Hespérides**, es hasta la fecha el buque insignia de la investigación marina nacional. El buque desde sus inicios está gestionado técnica y científicamente por el CSIC, siendo la parte operativa responsabilidad de la Armada Española, ya que el buque está en la lista oficial de buques de la Armada desde su botadura en el año 1990. El Buque de Investigación **García del Cid** por sus dimensiones realiza investigación en zonas próximas a la costa del Mediterráneo, y Atlántico y está operativo desde 1979. **El BO Mytilus**, está gestionado desde el Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo, y su dedicación a la investigación se circunscribe en su mayor parte al entorno de Galicia, aunque en ocasiones realiza investigación en otras zonas de la Península Ibérica y Canarias. **El BO Sarmiento de Gamboa**, es un moderno buque de investigación multidisciplinar que fue botado a finales de Enero del 2006, y que será entregado al CSIC (Armador) a finales de este mismo año.

Buque de Investigación Oceanográfica HESPERIDES

El BIO Hespérides, buque de la Armada Española, es el único buque polar español abierto a todos los investigadores. Por tanto la prioridad en su investigación está en la Investigación Antártica. Las demandas de acceso al buque y a toda su infraestructura científica se realizan a través de proyectos de investigación financiados por el Plan Nacional de I+D, Programas Marcos Europeos, el resto del tiempo disponible lo utiliza la Armada, a través del Instituto Hidrográfico de la Marina, para la investigación en la Zona Económica Exclusiva Española (ZEEE) que supone alrededor de 30 días. Por otra parte el mantenimiento anual del buque se realiza en 45 en la Base de Cartagena. Adicionalmente, la preparación del buque al inicio y final de las campañas supone 30 días (en la Armada lo denominan alistamiento). Durante el periodo de mantenimiento en la Base de Cartagena, el personal técnico del CSIC realiza distintas actividades de mantenimiento del equipamiento científico que gestiona.

La contribución del BIO Hespérides al estudio de los océanos es una de las claves del impulso y desarrollo de la investigación marina en los últimos años en España. El buque realiza un promedio de 260 días al año 24 horas diarias, es un auténtico laboratorio flotante que realiza investigación con estándares internacionales de calidad. Los laboratorios y equipamiento multidisciplinar disponi-

bles a bordo componen una instrumentación compleja que operan y mantienen equipos de técnicos e ingenieros cualificados. Esta responsabilidad se encuentra estructurada en el marco del CSIC, en la Unidad de Tecnología Marina (UTM) que presta el servicio técnico a bordo del buque durante las campañas, y mantiene su sofisticado equipamiento científico en perfectas condiciones para su utilización por los científicos españoles. El CSIC realiza todo el soporte técnico de las campañas de investigación con un personal un promedio de 6-7 técnicos por campaña.



El BIO Hespérides en sus ya quince años de experiencia ha realizado más de un centenar de campañas de investigación, surcando desde nuestros mares próximos, Mediterráneo y Atlántico norte, hasta Atlántico sur, Pacífico, y Caribe. Ha movilizado a más de dos mil investigadores de Universidades españolas y extranjeras, Organismos públicos de Investigación, como el CSIC, IEO, IHM, ROA, etc., ha realizado interrumpidamente tareas de investigación desde su botadura, a excepción de la parada de cerca de un año para realizar las obras de media vida, que supuso un re-acondicionamiento de todo el buque, desde la habitabilidad, laboratorios, equipamiento, hasta algunos cambios en la motorización. El BIO Hespérides tras más de diez años continuados de investigación oceanográfica realizó en 2003 una adecuación de la habitabilidad y de los equipamientos científicos con el fin de mantener el elevado grado de competitividad de sus inicios, finalizando las obras en septiembre del 2004. Estas obras, por otra parte son frecuentes en

buques de investigación, y se denominan genéricamente Obras de Media Vida. (OMV).

En el cuadro de la figura adjunta se muestran las principales características técnicas del BIO Hespérides.

BOTADO EN 1990. ENTREGADO A LA ARMADA EN ABRIL DE 1991

Características técnicas	
Eslora total	82,5 m
Eslora entre perpendiculares	77,8 m
Manga	14,3 m
Distancia al agua desde la cubierta de trabajo	3,1 m
Desplazamiento en rosca	1.879,4 ton
Desplazamiento total	2.665,6 ton
Calado	4,42 m
Desplazamiento a plena carga con margen de servicio	2.727,8 ton
Calado correspondiente	4,42 m
Margen de servicio	62,2 ton
Velocidad máxima	14,7 nudos
Autonomía en provisiones	60 días
Gasoil	528 m ³
Sistema de propulsión y maniobrabilidad	Diesel-Eléctrica
Capacidad para científicos	29
Tripulación de la Armada	58

El buque está especialmente equipado para realizar investigación multidisciplinar que va desde estudios en oceanografía física y química, aspectos sobre el cambio climático y biodiversidad, riesgos naturales, contaminación marina, márgenes continentales, prospección de recursos naturales, hasta dinámica de recursos pesqueros. Todas ellas disciplinas de marcado interés estratégico, así a los pocos meses de la catástrofe del Prestige, el BIO Hespérides realizó varios proyectos de investigación para evaluar in situ, los riesgos de vertido de los dos pecios que yacían en el fondo de las costas gallegas, igualmente se realizaron varias campañas de investigación para evaluar en impacto en toda la columna de agua.

Equipamiento científico

El Hespérides es una de las mejores plataformas de investigación marina, que incluye el más moderno equipamiento para poder desarrollar un amplio abanico de estudios multidisciplinarios en diferentes campos de la investigación marina. En la tabla adjunta se especifican los equipos principales disponibles para la investigación multidisciplinar marina.

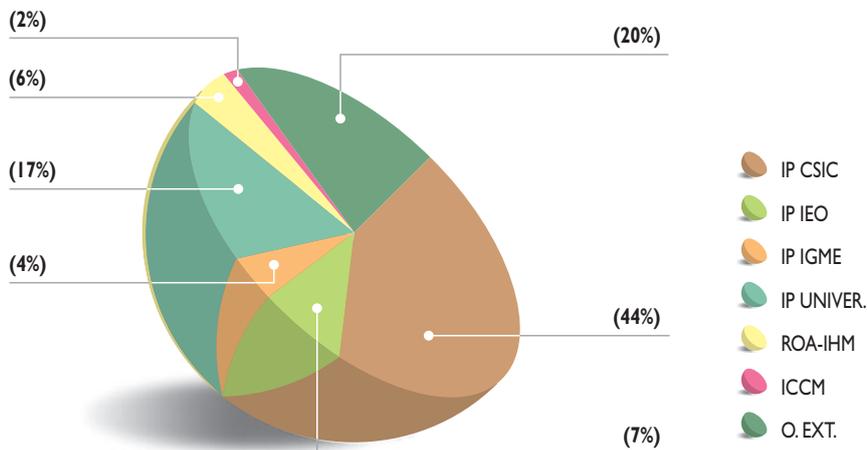
Ecosondadores y equipamiento acústico	Oceanografía, biología y química de las aguas
Ecosondador hidrográfico	Roseta de 24 botellas de 12 l y sondas CTD
Ecosondador biológico	Correntímetro Doppler
Ecosondador Multihaz de aguas profundas	Termosalinógrafo, salinómetro autosal, fluorómetros
Ecosondador multihaz de aguas someras	Contador de centelleo
Perfilador acústico Doppler	Espectrofotómetro, espectrofluorómetro, contador de partículas, autoanalizador.
Geofísica	Infraestructura
Gravímetro marino, con gravímetro terrestre para calibración	Cuatro chigres científicos, dos con cables coaxiales blindados y dos con cables de acero
Magnetómetro marino	Dos pórticos laterales y un pórtico de popa
Sistema de sísmica multicanal (96 canales)	Laboratorios secos 330 m ²
	Espacio disponible en cubierta: 280 m ²
	Sistema informático integrado y red local

Programa Científico / Interés tecnológico

El BIO Hespérides realizó su primera campaña Antártica a finales del año 1991, y desde entonces ha realizado cada año su singladura Antártica, de acuerdo con las Planes Nacionales de I+D, exceptuando la campaña 2003-04, ya que entre Noviembre del 2003 y marzo de 2004 se realizaron sus Obras de Media Vida (op. cit.)

La realización de las campañas de investigación a bordo del Hespérides, se logra mediante proyectos de investigación, dentro de los distintos Planes Nacionales de I+D, en función de la calidad de los proyectos de investigación, y mediante un sistema competitivo tras su aprobación por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva. En el periodo 2000-2005, se han realizado un total de 35 campañas de investigación, con diferentes instituciones, en el cuadro de la figura adjunto se muestra el porcentaje de días de campañas por instituciones nacionales.

BIO HESPÉRIDES 2000-2005. ORGANISMOS PARTICIPANTES



El CSIC, a través de la UTM, está comprometido en una significativa apuesta de futuro en el desarrollo tecnológico de la instrumentación y sistemas de adquisición y de información que forman parte del equipamiento del buque. El área básica de investigación científica es la que corresponde a las Ciencias Marinas en sus distintos ámbitos de investigación:

- Oceanografía física y química
- Biología Marina
- Ecosistemas
- Geociencias marinas
- Cartografía

Instituciones participantes

El BIO Hespérides, se construyó en el año 1990, entregándose a la Armada el 16 de Mayo de 1991. La Comisión de Gestión del BIO Hespérides tiene carácter interministerial y su constitución y responsabilidades vienen determinadas por acuerdos de Consejo de Ministros de 29/07/88 y de 2/22/90 y Orden Ministerial de 30/11/90. La Comisión de Gestión del Hespérides ha sido la encargada de la toma de decisiones en torno a la gestión científica del buque hasta la creación de la Comisión de Coordinación y Seguimiento de las Actividades de los Buques Oceanográficos (COCSABO). En el año 2003 (Orden PRE/583/2003, de 13 de marzo), se crea la COCSABO, cuyo objetivo genérico es la coordinación de campañas a bordo de los buques oceanográficos españoles, análisis de las necesidades de equipamiento científico, tripulaciones, personal de apoyo técnico, etc.

La encomienda de gestión técnica se realiza mediante la firma de un convenio anual entre el Ministerio de Educación y Ciencia y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, a través de la Unidad de Tecnología Marina. La UTM adscrita al Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales (CMIMA), pertenece al área de Recursos Naturales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y tiene la responsabilidad de realizar el apoyo logístico y tecnológico a la investigación oceanográfica y polar, así como el desarrollo tecnológico en el ámbito de las ciencias marinas y polares.

Presupuesto y operación

El coste de operación, mantenimiento y actualización continua de la instrumentación y equipamiento del BIO Hespérides está en el rango de los 1.3M de euros al año (ejercicio 2005), en los que se incluyen los costes laborales del personal técnico, los costes corrientes, las inversiones en reposición del equipamiento científico, las inversiones en nuevo equipamiento e instrumentación y su mantenimiento. La financiación se realiza desde el Ministerio de Educación y Ciencia. La parte operativa es responsabilidad de la Armada Española, quien realiza el mantenimiento del buque, reparaciones, víveres y combustible.

Buque de Investigación GARCIA DEL CID

El BO García del Cid, pertenece al CSIC y es un buque de investigación costera, fundamentalmente trabaja en el Mediterráneo Occidental, zonas Ibérica del Atlántico, y entorno al Archipiélago

Canario, eventualmente se desplaza, donde le proyecto científico lo requiera, caso del Mediterráneo Oriental, y otras zonas del Atlántico Norte. Tiene su base en el puerto de Barcelona, y el mantenimiento se realiza en Vigo.

El buque fue botado en el año 1979 y sus características generales se muestran en el cuadro adjunto, y ha constituido una verdadera escuela para varias generaciones de científicos marinos, y supuso en su día un gran impulso en la precaria investi-



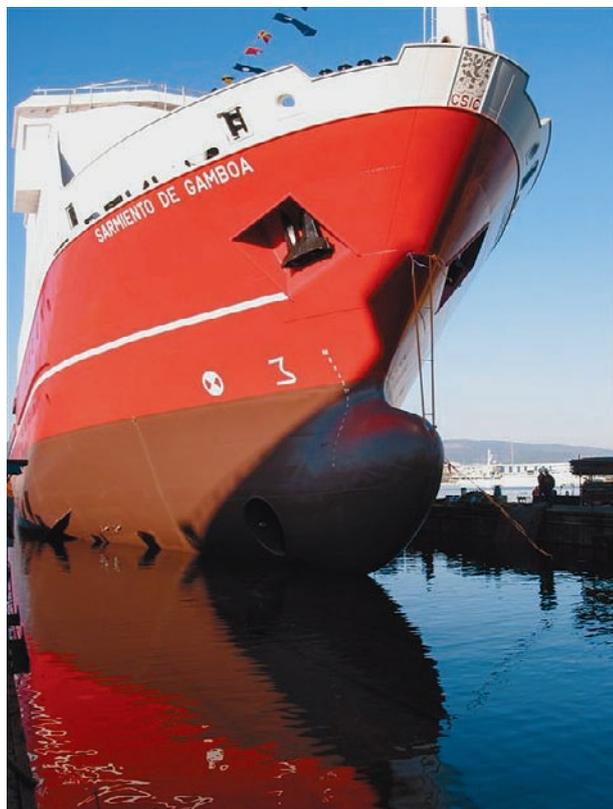
gación experimental española. El equipamiento del buque permite realizar investigación marina en ámbitos de oceanografía, geología y geofísica, así como en investigación pesquera experimental con artes bentónicos y pelágicos, o investigación de fitoplancton, zooplancton, ictioplancton. El buque está equipado con laboratorios húmedo y seco, pórtico en popa y chigres para trabajos en cubierta (20m²), y diverso equipamiento acústico (adcp, sondas, multihaz, etc.), y tiene una buena capacidad de maniobra para el fondeo y recogida de boyas, correntímetros, trampas de sedimentos, etc.

CARACTERÍSTICAS GENERALES BO GARCIA DEL CID	
Eslora Total	37,2 m
Manga	8,4 m
Calado	4,71 m
Desplazamiento	539 t
Registro bruto	285,5 t
Velocidad Máxima	10 nudos
Autonomía	5700 millas/ 24 días
Motor Principal	Diesel Barreras-Deutz
Potencia	1160 Hp
Tripulación	14
Científicos	12

Desde su entrada en funcionamiento el BO García del Cid ha realizado centenares de proyectos de investigación marina, debido al tamaño medio del mismo, tiene una relativa facilidad de acceso, por lo que le confiere una significativa importancia en investigaciones costeras, cada vez más necesarias para conocer el entorno próximo de nuestras costas. Sin embargo, es importante mencionar que tras más de veinticinco años al servicio de la investigación española, los costes de mantenimiento, las nuevas tecnologías accesibles, y la edad del buque, sugieren su sustitución en los próximos años, para mantener los índices de calidad y excelencia en la investigación de la franja costera.

Buque de Investigación SARMIENTO DE GAMBOA

El BO Sarmiento de Gamboa, es el buque de investigación oceanográfica más moderno de España, que toma su nombre del ilustre navegante, matemático y cosmógrafo español del siglo XVI, contará con una dotación de 16 tripulantes y 25 científicos. Con 70 metros de eslora por 15,5 metros de manga, ha sido concebido desde su fase de diseño como un buque de investigación multidisciplinar.



El buque sigue las recomendaciones de la Fundación Europea de la Ciencia, en cuanto a la concepción y diseño de nuevas infraestructuras de investigación europeas, como son la interoperabilidad, la seguridad, la fiabilidad y una importante capacidad para investigaciones multidisciplinares, que permitirán consolidar estrategias para una colaboración y coordinación en el espacio europeo de la investigación marina dentro de los distintos Programas Marcos de la Unión Europea y Programas Nacionales de I+D. La optimización en la concepción de la arquitectura naval proporcionará beneficios tanto en un bajo mantenimiento, como en una reducida emisión de NOx (Normativa MARPOL 73/78 Anexo VI), entre otros aspectos. Por tanto, cabe destacar el esfuerzo realizado por el Astillero Freire y el CSIC para desarrollar un buque de última generación y dotar a España con un buque Oceanográfico de tan altas prestaciones, que desde su botadura cumplirá con los requisitos necesarios para incorporarse a la flota oceanográfica europea. En el cuadro adjunto se muestran las principales características técnicas del buque.

B/O SARMIENTO DE GAMBOA: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES		PROPULSION DIESEL-ELECTRICA
Eslora total	70,50 m.	2 Motores Eléctricos/Tandem, DC, 2 x 1.200 Kw.
Manga	15,50 m.	PROPULSORES:
Puntal	10,60 m.	Hélice propulsora principal (popa) 4p., fix
Calado	4,9 m.	Hélice de proa acimutal/tunel (combi) 590 Kw.
Tonelaje de registro Bruto	2.979	Hélice de popa tunel de 350 Kw.
CAPACIDADES		TRIPULACION:
Combustible	550 m3	25 Científicos / 16 Tripulantes
Agua dulce	110 m3	VELOCIDAD:
Agua de lastre	495 m3	14 Nudos, autonomía: 40 días

El nuevo buque dispone entre su equipamiento científico de seis tipos diferentes de laboratorios (principal, termorregulado, de análisis, de química, de pesca y de vía húmeda). Esta disposición ocupa más de 450 m² dedicados laboratorios y locales, además de 150 m² habilitados para uso común de descanso de la tripulación y científicos. Los laboratorios se distribuyen en: Laboratorio Principal; Laboratorio Termorregulado; Laboratorio de Análisis; Laboratorio de

Química; Laboratorio de Pesca Disección; y Vía húmeda. Además, existen otros locales como un centro de control de sondas, un hangar para operaciones con el CTD, un centro de operaciones de sísmica, un centro de cálculo, un local para el gravímetro, una cámara frigorífica de -25°C (15 m^3), una sala de pre-congelación y un parque de pesca y bodega. Las zonas de uso general están constituidas por una sala de reuniones, sala de informática, y una zona de esparcimiento donde se ubican las salas de TV y bibliotecas. También destacar los tanques anti-escora de corrección automática que permiten que el barco esté adrizado en todo momento y dando un mayor confort a la tripulación.

Entre las características que hacen de la nave un buque puntero destacan la doble quilla retráctil y la góndola acústica. El diseño y ubicación de la doble quilla permitirá al barco evitar perturbaciones hidrodinámicas, mientras que la góndola acogerá la instalación de un sofisticado sistema de sensores acústicos y oceanográficos de alta resolución. Este sistema permitirá cartografiar el fondo y subfondo marino, realizar estimación de biomasa, determinar corrientes o fijar el posicionamiento de vehículos submarinos operados por control remoto.

La puesta en funcionamiento del Sarmiento de Gamboa permitirá cubrir un déficit de buques oceanográficos modernos, a la vez que situará a España en la cabeza de la investigación oceanográfica mundial, con capacidad para dar respuesta a los grandes retos científicos que plantea el siglo XXI, desde la circulación oceanográfica global y la biodiversidad e investigación pesquera, hasta estudios relacionados con el cambio climático o la exploración de los fondos oceánicos y sus recursos.

3

BASES POLARES

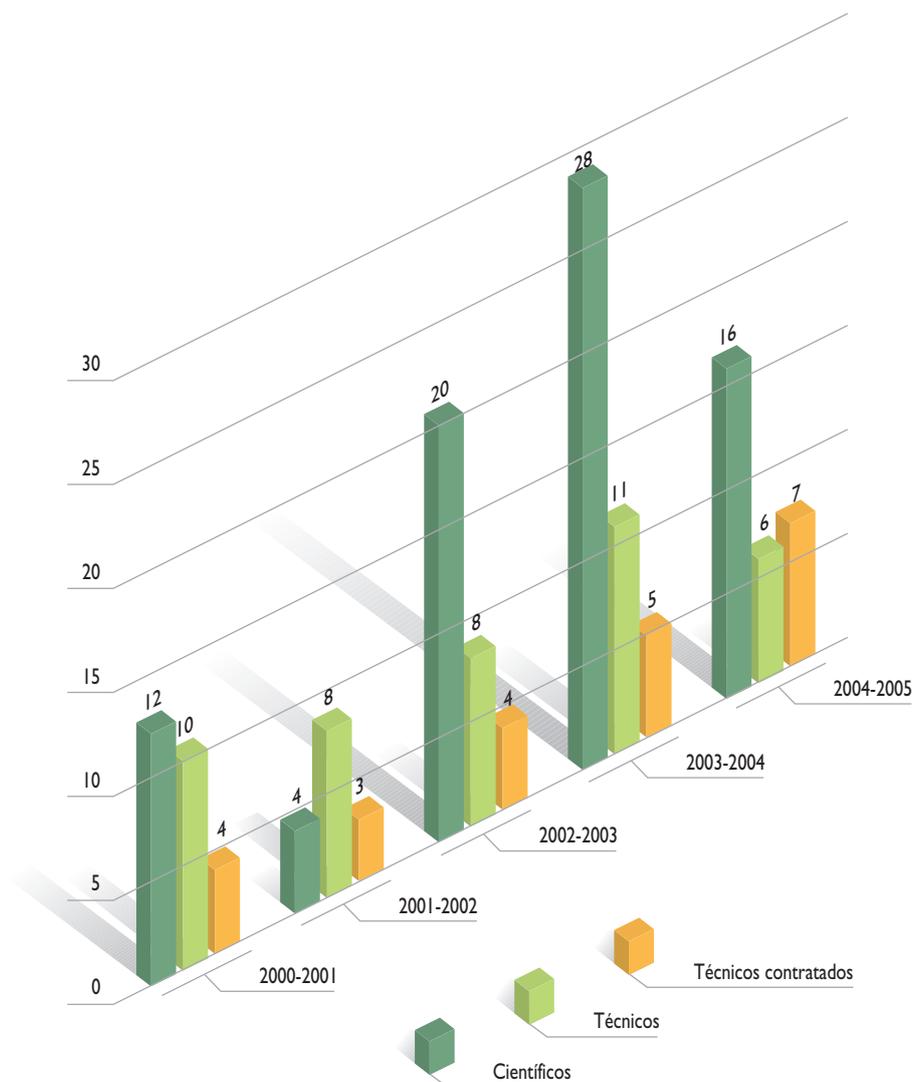
Base Antártica Española Juan Carlos I

La Base Antártica Española (BAE) Juan Carlos I, gestionada por el CSIC, fue abierta en enero de 1988; es una Gran Instalación Científica del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC). La base está ocupada únicamente durante el verano austral, desde mediados de noviembre hasta principios de marzo, aunque se mantienen registros automatizados durante todo el año. Como todas las instalaciones antárticas españolas, tiene como objetivo apoyar las actividades de nuestro país en la Antártida, en particular la realización de los proyectos de investigación científica que coordina el Subprograma de Investigación en la Antártida del Programa Nacional de Recursos Naturales.

Se encuentra situada en la costa SE de Bahía Sur, en la Península Hurd de Isla Livingston (archipiélago de las Shetland del Sur), a unas 20 millas de navegación de la base española Gabriel de Castilla, situada en Isla Decepción.

La base proporciona el soporte para la investigación científica que se realiza en la isla, además de ser la “base” de operaciones de otras actividades científicas en campamentos alejados de la BAE, como Península Byers, y otros. Uno de los aspectos más complejos en la logística de la Base son los largos periodos de estancia del personal técnico para apoyar la investigación que se realiza, bien en la Isla Livingston, o en los campamentos relativamente próximos como Byer. En la figura se muestra la evolución en el periodo 2000-2005 del personal que participan en la investigación de la BAE Juan Carlos I.

CAMPAÑAS 2000-2005. EVOLUCIÓN DEL PERSONAL QUE PARTICIPA
EN LA BAE JUAN CARLOS I



La capacidad máxima de alojamiento de la base es de 19 personas, aunque las condiciones actuales de la base no aconsejan superar las 17. El área de habitabilidad está formada por los módulos iniciales de la base de origen finlandés, y específicamente diseñados para este fin que se transportaron en un buque polaco, así como por otro transportado más tarde, y distintos espacios cerrados que delimitan un paralelepípedo rectangular de unos 176 m² de superficie de los que sólo 36 m² están dedicados a alojamientos.

El área de laboratorios de la base es una construcción de origen nacional que junto a un patio cubierto, que actúa de almacén, forma

un paralelepípedo de unos 80 m². Los espacios están distribuidos formando una biblioteca y sala de trabajo así como los laboratorios de meteorología, geología y biología. Este último se conoce como Laboratorio Profesor Antoni Ballester en homenaje al fundador e impulsor de la base y de la presencia española en la Antártida. La base cuenta con un completo equipamiento de microscopía, así como material auxiliar de laboratorio, estufas y balanzas. De la misma forma, para el desarrollo de los trabajos de oceanografía costera cuenta, entre otros, con un CTD, botellas Niskin e instrumentación de laboratorio como espectro-fluorímetro y oxímetro.

La base dispone de infraestructuras, vehículos terrestres y embarcaciones que permiten la movilidad de los equipos de investigación tanto en las zonas cubiertas por glaciares como las zonas costeras próximas a la base. Los sistemas de energías alternativas y de comunicaciones permiten el registro en invierno de un grupo de estaciones automáticas (meteorología, geomagnetismo, sísmica) y el envío de series resumidas datos a España.

A parte de las instalaciones de laboratorios y habitabilidad, la BAE JCI dispone de una serie de módulos y áreas de servicios, formada por un conjunto de contenedores (ISO 20') independientes, y galpones de estructura de aluminio, que ofrecen una disponibilidad de unos 180 m² para talleres, almacenes y gestión de los servicios funcionales de la base (agua, energía, residuos).



Programa Científico / Interés tecnológico

La BAE Juan Carlos I tiene como objetivo apoyar las actividades de nuestro país en la Antártida, en particular la realización de los proyectos de investigación científica que coordina el Subprograma de Investigación en la Antártida del Programa Nacional de Recursos Naturales. La investigación en la Antártida figura como un objeto prioritario dentro del Plan Nacional de I+D+I (2004-2007). Se encuadra dentro del Programa Nacional de Biodiversidad, Ciencias de la Tierra y Cambio Global y Año Polar Internacional 2007-2008.

La Base Antártica Juan Carlos I funciona sin interrupción desde el año 1988, de acuerdo con las Planes Nacionales de I+D. Todos los

proyectos que se realizan en la base cumplen escrupulosamente el Tratado de Madrid concerniente al impacto medioambiental.

El desarrollo de las campañas antárticas en las plataformas mencionadas, suponen la participación cada año de una alrededor de media docena de proyectos de investigación distintos, con la participación de más de treinta investigadores y técnicos especialistas de la UTM

Las áreas científicas que han desarrollado proyectos en la BAE Juan Carlos I son:

- Geodesia/cartografía
- Oceanografía litoral
- Observaciones geomagnéticas
- Glaciología continental
- Observaciones meteorológicas
- Biología marina (offshore)
- Geología estructural y Petrología
- Geomorfología
- Geología/Geofísica (offshore)
- Sismología
- Monitoreo de Ozono estratosférico
- Biología terrestre (Liquenología, Limnología)
- Biología litoral, producción costera y ecología en zonas de mar-helado
- Caracterización del canal ionosférico
- Monitorización medioambiental. Impacto diario actividades humanas

Existen varios programas de adquisición de largas series temporales como la estación meteorológica, observatorio geomagnético, ecología costera, o datos medioambientales. La mayoría de estas series temporales, se registran incluso durante el resto de año gracias a la instalación de las energías alternativas. Estos registros constituyen un valor añadido a la base debido al interés científico de mantener largas series temporales de datos

A parte del interés científico de las áreas anteriormente mencionadas la base Juan Carlos I, proporciona una plataforma para la investigación y ensayo tecnológico en campos tan dispares como los sistemas de tratamiento de aguas residuales en condiciones frías, la monitorización y control remoto de observatorios desatendidos,

la transmisión de datos en el canal ionosférico y la utilización de energías renovables en ambientes extremos.

Instituciones participantes

La encomienda de gestión técnica de la instalación se realiza mediante la firma de un convenio anual entre el Ministerio de Educación y Ciencia y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, a través de la Unidad de Tecnología Marina. La UTM-CSIC está en contacto permanente con el Comité Polar Español que es la autoridad nacional que coordina todas las actividades Polares españolas.

El Comité Polar Español (CPE) fue creado por acuerdo de la Comisión Permanente de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), el 18/05/1998, siendo la base para la coordinación de todas las actividades dependientes de la Autoridad Antártica Nacional. La función de coordinación con las instituciones implicadas se realiza a través de la Secretaría Técnica del Comité Polar Español, dependiente de la Dirección General de Investigación.

El CPE, con las funciones de coordinación general, aprobación de permisos relativo a la normativa de protección ambiental y establecimiento de prioridades para todas las actividades de Ciencia y Tecnología relacionadas con el Tratado Antártico, está presidido por la Directora General de Investigación y cuenta con representantes de diversos Ministerios.

Presupuesto y operación

El coste de operación, mantenimiento y actualización continua de la instrumentación de la BAE JCI está en el rango de los 0.85 M de euro (2005), en los que se incluyen los costes laborales del personal técnico, los costes logísticos de aprovisionamiento, las inversiones en equipamiento científico, las inversiones en nuevas infraestructuras y el coste del mantenimiento de infraestructuras, equipamiento e instrumentación. La financiación se realiza desde el Ministerio de Educación y Ciencia.