

**PUNTO 4**  
**PLAN ESTRATÉGICO DEL INSTITUTO DE**  
**AUTOMÁTICA INDUSTRIAL**

**TABLA DE CONTENIDO**

4.PE. PLAN ESTRATÉGICO DEL INSTITUTO DE AUTOMATICA INDUSTRIAL .....	5
4.PE-IAI.1. Análisis del estado del arte o posicionamiento del instituto DE AUTOMATICA INDUSTRIAL en su entorno competitivo .....	6
4.PE-IAI.2. Misión y Visión del Instituto .....	10
4.PE-IAI.2.1 Misión .....	10
4.PE-IAI.2.2 Visión .....	11
4.PE-IAI.3. La estrategia de INVESTIGACIÓN .....	11
4.PE-IAI.3.1 Objetivos generales .....	11
4.PE-IAI.3.2 Objetivos específicos.....	12
4.PE-IAI.4. Condiciones y tendencias externas y criterios de evaluación propuestos .....	12
4.PE-IAI.4.1 Calidad en la investigación.....	13
4.PE-IAI.4.2 Impacto de la investigación .....	13
4.PE-IAI.4.3 Generación de ingresos.....	14
4.PE-IAI.4.4 Valor añadido.....	14
4.PE. DEPARTAMENTO DE CONTROL AUTOMÁTICO.....	1
4.GC.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE CONTROL (GC) EN SU ENTORNO COMPETITIVO .....	1
4.GC.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO DE CONTROL.....	4
4.GC.2.1 Misión .....	4
4.GC.2.2 Visión .....	4
4.GC.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN .....	4
4.GC.3.1 Objetivos generales .....	4
4.GC.3.2 Objetivos específicos.....	5
4.GC.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS .....	6
4.GC.4.1 Calidad en la investigación.....	6
4.GC.4.2 Impacto de la investigación .....	6
4.GC.4.3 Generación de ingresos.....	7
4.GC.4.4 Valor añadido.....	7
4.PE. DEPARTAMENTO DE SISTEMAS.....	9
4.GPA.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE PERCEPCIÓN ARTIFICIAL (GPA) EN SU ENTORNO COMPETITIVO .....	9
4.GPA.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO DE PERCEPCIÓN ARTIFICIAL (GPA).....	12
4.GPA.2.1 Misión .....	12
4.GPA.2.2 Visión .....	12
4.GPA.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN .....	13
4.GPA.3.1 Objetivos generales.....	13
4.GPA.3.2 Objetivos específicos .....	13
4.GPA.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS .....	14
4.GPA.4.1 Calidad en la investigación .....	14
4.GPA.4.2 Impacto de la investigación.....	15

4.GPA.4.3 Generación de ingresos .....	15
4.GPA.4.4 Valor añadido .....	15
4.BI.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE BIOINGENIERÍA (BIOINGENIERIA) EN SU ENTORNO COMPETITIVO .....	17
Lista de personal a 1 de enero de 2005.....	17
4.BI.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO BIO.....	20
4.BI.2.1 Misión .....	20
4.BI.2.2 Visión .....	20
4.BI.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN .....	20
4.BI.3.1 Objetivos generales.....	20
4.BI.3.2 Objetivos específicos .....	22
4.BI.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS .....	24
4.BI.4.1 Calidad en la investigación .....	25
4.BI.4.2 Impacto de la investigación.....	25
4.BI.4.3 Generación de ingresos .....	26
4.BI.4.4 Valor añadido .....	26
4.GEND.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA (GEND) EN SU ENTORNO COMPETITIVO .....	27
Lista de personal a 1 de enero de 2005 .....	27
4.GEND.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO GEND.....	29
4.GEND.2.1 Misión .....	29
4.GEND.2.2 Visión .....	30
4.GEND.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN .....	30
4.GEND.3.1 Objetivos generales .....	30
4.GEND.3.2 Objetivos específicos .....	32
4.GEND.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS .....	33
4.GEND.4.1 Calidad en la investigación .....	34
4.GEND.4.2 Impacto de la investigación.....	34
4.GEND.4.3 Generación de ingresos .....	34
4.GEND.4.4 Valor añadido .....	35
4.LOPSI.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO LOCALIZACIÓN Y EXPLORACIÓN EN SISTEMAS INTELIGENTES (LOPSI) EN SU ENTORNO COMPETITIVO .....	36
Lista de personal a 1 de enero de 2005 .....	36
4.LOPSI.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO LOCALIZACIÓN Y EXPLORACIÓN EN SISTEMAS INTELIGENTES (LOPSI).....	37
4.LOPSI.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN .....	38
4.LOPSI.3.1 Objetivos generales .....	38
4.LOPSI.3.2 Objetivos Específicos.....	39
4.LOPSI.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS .....	40
4.LOPSI.4.1 Calidad en la investigación .....	41
4.LOPSI.4.2 Impacto de la investigación.....	41
4.LOPSI.4.3 Generación de ingresos .....	42

4.LOPSI.4.4 Valor añadido .....	42
4.PE. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA .....	43
4.AUTOPIA.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS (AUTOPIA) EN SU ENTORNO COMPETITIVO .....	43
Lista de personal a 1 de enero de 2005 .....	43
4.AUTOPIA.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS (AUTOPIA).....	45
4.AUTOPIA.2.1 Misión.....	45
4.AUTOPIA.2.2 Visión.....	45
4.AUTOPIA.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN.....	45
4.AUTOPIA.3.1 Objetivos generales .....	45
4.AUTOPIA.3.2 Objetivos específicos.....	45
4.AUTOPIA.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS.....	46
4.AUTOPIA.4.1 Calidad en la investigación.....	46
4.AUTOPIA.4.2 Impacto de la investigación .....	47
4.AUTOPIA.4.3 Generación de ingresos .....	47
4.AUTOPIA.4.4 Valor añadido.....	47
4.GAMHE.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS DE MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO (GAMHE) EN SU ENTORNO COMPETITIVO .....	48
Lista de personal a 1 de enero de 2005 .....	48
4.GAMHE.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS DE MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO (GAMHE) .....	50
4.GAMHE.2.1 Misión.....	50
4.GAMHE.2.2 Visión .....	50
4.GAMHE.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN.....	50
4.GAMHE.3.1 Objetivos generales .....	50
4.GAMHE.3.2 Objetivos específicos .....	50
4.GAMHE.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS.....	51
4.GAMHE.4.1 Calidad en la investigación.....	51
4.GAMHE.4.2 Impacto de la investigación .....	52
4.GAMHE.4.3 Generación de ingresos.....	53
4.GAMHE.4.4 Valor añadido.....	53

#### 4. PE. PLAN ESTRATÉGICO DEL INSTITUTO DE AUTOMÁTICA INDUSTRIAL

Antes de presentar con detalle el Plan Estratégico, conviene hacer algunas precisiones acerca de la organización del documento, de modo que se puedan comprender mejor algunos cambios respecto a los capítulos anteriores de este Plan Estratégico.

Dado que la actividad investigadora del IAI-CSIC viene determinada en gran medida por la de sus Grupos de Investigación, para la preparación del Plan Estratégico (siguiendo las recomendaciones emitidas por el CSIC) se ha procedido a analizar el Plan Estratégico de cada grupo y, posteriormente, con esta información y otra adicional se ha realizado la síntesis y la visión global del PE del Instituto. Se presenta, pues, en primer lugar, el Plan Estratégico del IAI-CSIC, y posteriormente se recogen los Planes Estratégicos detallados de cada Grupo de Investigación. A este respecto conviene indicar que el Plan Estratégico se desarrolla en torno a la organización actual de tres Departamentos de investigación: **CONTROL AUTOMÁTICO, SISTEMAS e INFORMÁTICA**, entendido éste último como Ciencias de la Computación.

En lo referente a los grupos de investigación existentes en enero de 2005, se ha considerado oportuno incluir los Planes Estratégicos de todos los grupos actualmente existentes, en concreto de los grupos de: **Control, Percepción Artificial (GPA), Evaluación no Destructiva (GEND), Guiado automático de automóviles (AUTOPIA) y Automatización de los procesos de mecanizado de alto rendimiento GAMHE**). Además, el Grupo de Sensores, Actuadores y Microsistemas (**SAM**) y el Grupo de Aprendizaje Automático y Descubrimiento de Conocimiento (**GADA**) se funden en el Grupo **Bioingeniería**. Tal como se comentó en capítulos anteriores, el objetivo de esta unión es aplicar los conocimientos complementarios de ambos grupos a la Bioingeniería dirigida a la mejora directa del bienestar de la persona. Asimismo, de **SAM** se crea el Grupo Localización y Exploración en Sistemas Inteligentes, **LOPSI**, cuya investigación se centra en técnicas de localización y exploración aplicadas a la potenciación de los sistemas inteligentes. Estos últimos grupos aparecen como de reciente creación en el Capítulo 5 del PE.

En cuanto a las grandes líneas de investigación del Instituto se consideran: **AUTOMÁTICA, ROBÓTICA, SISTEMAS SENSORIALES y de ACTUACIÓN e INTELIGENCIA ARTIFICIAL y sus APLICACIONES**. Desaparece la Línea **ACÚSTICA** y, en su lugar, se propone la Línea de **EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA**, más orientada a las aplicaciones específicas de los ultrasonidos y otras técnicas. Además, se propone la creación de dos nuevas líneas de investigación: **BIOINGENIERÍA**, tema central de este nuevo grupo, con énfasis en las áreas de discapacidad, salud y deporte, y **SISTEMAS ENERGÉTICOS AVANZADOS: INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES Y PILAS DE COMBUSTIBLE**, con un especial énfasis en el diseño, modelado, integración tanto de elementos físicos (sensores, procesadores y actuadores) como de

elementos lógicos (percepción, interpretación, toma de decisión, control) encaminados al diseño y desarrollo de sistemas energéticos eficientes.

Por lo tanto, el Plan Estratégico para el próximo quinquenio que se presenta a continuación, se desarrolla en torno a esta organización, que se considera más acorde para su exposición.

#### 4. PE-IAI.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL INSTITUTO DE AUTOMATICA INDUSTRIAL EN SU ENTORNO COMPETITIVO

##### A) Análisis DAFO del IAI

<i>Fortalezas</i>
<p><b>1. Fortaleza en la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Tradición histórica y prestigio del IAI en su actividad investigadora al máximo nivel en su área de especialización, con líneas de investigación definidas a largo plazo. El IAI cuenta con una importante tradición y trayectoria científica de más de 30 años en la automatización avanzada y en la transferencia de tecnología hacia amplios sectores de la industria y de la investigación, unido todo ello a una experiencia y un conocimiento científico acumulado muy significativos.</li><li>b. Importante capacidad y amplia experiencia en la formación de personal investigador, mediante la realización en el IAI de tesis doctorales y de trabajos de maestría de prestigio internacional, con gran presencia de alumnos de otras universidades y de diversas nacionalidades.</li><li>c. El IAI cuenta, a través de sus Grupos de Investigación, con suficiente masa crítica de conocimiento multidisciplinar y con una larga experiencia en las disciplinas científicas en las que se sustenta la actividad del mismo.</li></ul> <p><b>2. Fortaleza en la captación de recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Importante experiencia en la obtención de contratos de investigación con la industria, y en la consiguiente labor de transferencia de tecnología.</li><li>b. Importante experiencia en la preparación de propuestas y obtención de proyectos de investigación del Plan Nacional y de la Comunidad Autónoma.</li><li>c. Importante experiencia en la preparación de propuestas y obtención de proyectos de investigación y redes financiadas por la CE.</li></ul> <p><b>3. Fortaleza en los medios disponibles y en la capacidad de explotación de resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Disponibilidad de instalaciones interiores y de espacios en exterior</li></ul>

- apropiados para la realización de experimentos reales, así como de una dotación de infraestructura de apoyo especializado, y de un número significativo de prototipos para la evaluación y la demostración.
- b. Capacidad probada para promover la explotación comercial de diversas tecnologías (incluyendo la creación de varias empresas de base tecnológica de origen científico), y para proteger los derechos de propiedad intelectual mediante patentes.

**4. Fortaleza en la internacionalización de su actividad:**

- a. Alta internacionalización de la actividad científica del IAI, que ha establecido, desde hace muchos años, lazos de colaboración con grupos de investigación de otros Centros del CSIC, de Universidades y de Centros Tecnológicos, y que mediante su participación en proyectos y redes financiados por la CE y por la AEI, y por las estancias de sus investigadores en centros de investigación y universidades de gran prestigio de multitud de países (y la recepción de investigadores extranjeros), ha ampliado su interrelación con grupos de investigación a nivel mundial. Los grupos de investigación del IAI, por su labor de profunda dedicación y excelencia de sus resultados, son considerados de referencia en España, y, algunos de ellos, son de referencia obligada en el ámbito internacional, siendo la tendencia actual a acrecentar la internacionalización del IAI en sus ámbitos de investigación. Muy destacada relación con Iberoamérica.
- b. Aumento del número de publicaciones y patentes en los últimos años.
- c. Capacidad probada para la organización de congresos internacionales y de actividades de demostración dentro y fuera de nuestras fronteras.

***Debilidades***

1. Bajo número de investigadores de plantilla, y preocupante alta edad media de los mismos, con lo que se está abriendo una importante brecha de edad entre los miembros de plantilla y los becarios o contratados en formación.
2. Lejanía a los Centros Universitarios, que dificulta la consecución de becarios.
3. La gran duración de la “carrera científica típica”, la carencia de competencias del Instituto en la oferta de plazas, y la demanda de titulados cualificados desde el sector industrial, que hacen muy difícil retener becarios y doctores.
4. Escaso apoyo a nivel de preparación de propuestas y de gestión de proyectos, así como una excesiva rigidez administrativa, lo que conlleva una gran sobrecarga en los Investigadores Principales, que deben prestar una gran atención a toda clase de tareas burocráticas.
5. Escasez de personal de apoyo técnico lo que plantea dificultades para la realización de prototipos y pruebas experimentales, actividad indispensable para el correcto avance de las actividades de investigación en esta área. Destaca la escasez de personal en el taller mecánico y la falta de personal electricista y electrónico.
6. Penalización científico-académica del esfuerzo dedicado a la ejecución de proyectos de interés industrial o aplicado, que conllevan una carga de

<p>experimentación considerable lo que, junto a la confidencialidad exigida en muchos casos, impide la preparación de publicaciones.</p> <p>7. Dificultades de algunos grupos del IAI para conseguir participar en proyectos de los Programas Marco de la CE.</p>
<p><i>Oportunidades</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clara demanda social de los resultados de las investigaciones en que se enmarca la actividad del IAI, reforzada por la existencia en España y en la UE de un sector industrial de enorme valor económico, social y tecnológico. La expansión de la Automática hacia nuevas áreas de interés social como: los robots de servicios, la medicina (p.e. robótica médica, telemedicina, imagen ultrasónica para diagnóstico de enfermedades), la seguridad en carretera, la evaluación no destructiva, la inteligencia artificial, la energía, el medioambiente, las pilas de combustible, la agricultura de precisión, la bioingeniería, y el mecanizado de alta velocidad, está en correspondencia con las líneas de investigación del IAI propuestas para los próximos años.</li> <li>2. Las líneas de investigación en las que desenvuelve su actividad el IAI son disciplinas muy atractivas, y necesarias para el desarrollo sostenible de la sociedad, por lo que existe la oportunidad de reforzar los grupos del IAI con personal científico formado aquí y en el extranjero.</li> <li>3. La mayoría de las líneas y sublíneas de investigación del IAI están priorizadas a nivel Internacional y Nacional, y existe una creciente demanda de las Administraciones Autonómica, Nacional y Europea de impulsar aplicaciones de las nuevas tecnologías, favoreciendo la colaboración con agentes del sistema Ciencia – Tecnología – Empresa, y una importante orientación hacia la potenciación de la investigación multidisciplinar.</li> <li>4. Los Programas Marco y la nueva Área de Investigación Europea, con la posibilidad de participar en proyectos de investigación y redes financiados por la CE, suponen una oportunidad cierta para la continuidad de las actividades del IAI. La incipiente industria y el desarrollo científico y tecnológico de Iberoamérica suponen una oportunidad para proyección de las actividades del IAI.</li> <li>5. Se realiza una investigación de autentica proyección en la transferencia de tecnología con repercusión y resultados comparables a los mejores centros de innovación internacionales en relación a sus recursos.</li> <li>6. Disponibilidad de espacio en el IAI para abordar las actuaciones orientadas a proporcionar más amplitud a los laboratorios de investigación y experimentación, y para potenciar la realización de nuevos proyectos interdisciplinares, con lo que aumentarán las posibilidades de transferencia de la tecnología.</li> </ol>
<p><i>Amenazas</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La falta de dotación de plazas para nuevo personal investigador, y por lo tanto la disminución, por jubilación y/o por excedencias voluntarias, del número de investigadores del IAI, con la consiguiente pérdida de masa crítica y del conocimiento acumulado, lo que puede conllevar a una pérdida de la posición de liderazgo que se mantiene en diversas líneas de investigación.</li> </ol>

2. La dificultad que, en cualquier caso, implica una carrera de formación excesivamente dilatada, sin un horizonte claro por falta de una política definida del CSIC, y con pocos alicientes, lo que conlleva frecuentes renunciadas a becas para incorporarse a la universidad (mayor facilidad de promoción) o a la industria, debido a la alta demanda del mercado de trabajo en las líneas de investigación que cultiva este Instituto.
3. La falta de dotación de plazas de personal técnico y auxiliar, y las dificultades para su promoción, con lo que se pone en serio riesgo la actividad experimental y de demostración.
4. Los criterios de evaluación de la actividad investigadora, de acceso a nuevas plazas y de promoción interna, en el área en que desenvuelve su actividad el IAI, no tienen en cuenta la especificidad de la investigación en el área, que implica una importante labor experimental y de transferencia de tecnología. Los criterios de evaluación priorizan las publicaciones SCI, y no incorporar otros índices muy relevantes para el área, como son la participación en proyectos o contratos directos con la industria, las publicaciones en *proceeding* ISI, y las patentes, lo que suponen una merma en la competitividad aparente de los investigadores del IAI.
5. La excesiva burocratización de la actividad investigadora, con una normativa muy rígida, que penaliza especialmente a los proyectos con carga experimental y que dificulta las relaciones con otros grupos e instituciones, tanto a nivel nacional como europeo o iberoamericano.

#### B) Posicionamiento integrado

El IAI lleva a cabo su actividad investigadora mediante la cooperación de sus científicos organizados en siete Grupos de Investigación que se distribuyen por los tres Departamentos. Para comprender el posicionamiento del IAI respecto al estado del arte en su área de competencia, se presenta a continuación lo más destacable del posicionamiento integrado de cada Grupo (para más detalles ver más adelante el PE de cada grupo):

1. El grupo de Control está actualmente considerado como uno de los grupos de investigación líderes a nivel europeo en robótica y en control automático, y destaca por su productividad científica y por su rendimiento en la captación de recursos.
2. El grupo de Percepción Artificial está especializado en la integración-fusión de información obtenida de sensores muy variados, su tratamiento automático inteligente y su empleo para toma de decisiones, dando respuesta a demandas con problemáticas muy variadas. Es un grupo multidisciplinar, puntero en el diseño y desarrollo de sistemas percepción-planificación-acción.
3. El grupo de Bioingeniería ha sido creado por integración sinérgica de los grupos SAM y GADA con el objetivo de investigar en la captación e interpretación de señales y datos biológicos y en la interacción hombre-máquina. Los numerosos trabajos internacionales del Grupo de Bioingeniería hacen de éste un equipo muy destacado a nivel europeo, especialmente en tecnologías de apoyo a la discapacidad y otros problemas relacionados con la salud.

4. El grupo de Evaluación No Destructiva (GEND) es el mayor grupo dedicado a esta temática en España. Es un grupo multidisciplinar que constituye una referencia para las industrias del sector y que mantiene numerosas colaboraciones con otros grupos de investigación nacionales e internacionales en esta temática
5. El grupo LOPSI tiene como objetivo general conseguir conocimientos científicos y desarrollar soluciones tecnológicas basadas en técnicas precisas y fiables de localización y exploración del entorno que puedan ser aplicadas en la potenciación de sistemas inteligentes.
6. El grupo AUTOPIA es líder en España en el guiado de vehículos autónomos, posición reconocida en ámbitos científicos nacionales relacionados con la robótica y el control inteligente. En el ámbito europeo AUTOPIA está entre los grupos punteros en investigación de vehículos inteligentes.
7. El grupo GAMHE es puntero en España en la automatización de los procesos de mecanizado, como se ha reconocido en numerosos ámbitos. Prueba de ello fue la invitación del MCYT para que desarrollara el contenido de la línea estratégica de Mecanizado a Alta Velocidad para el anterior PN de I+D.

Tabla 4.1. Posición competitiva del IAI en las líneas de Investigación

Líneas de Investigación	Valoración Global	Capacidad	Calidad	Tendencia Competitiva	Relevancia Observaciones	Propuestas de Actuación
Automática	4	3	4	Mejora	4	Potenciar
Robótica	4	3	5	Mejora	5	Potenciar
Sistemas sensoriales y de actuación	4	3	5	Mejora	4	Potenciar
Inteligencia Artificial	4	4	4	Mejora	4	Potenciar
Ensayos no destructivos	4	4	5	Mejora	4	Potenciar
Sistemas energéticos avanzados	4	3	5	Mejora	5	Potenciar
Bioingeniería	4	4	5	Mejora	5	Potenciar

## 4. PE-IAI.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL INSTITUTO

### 4. PE-IAI.2.1 Misión

El Instituto de Automática Industrial define su misión como ***“Realizar investigaciones que trasciendan en un avance significativo respecto al estado del arte en Automática y en las disciplinas científicas afines que interaccionan con ella, impulsando la diseminación de los conocimientos elaborados para que repercutan con un claro beneficio a la sociedad”***.

Esta misión se puede concretar en los siguientes puntos:

- Contribuir a ampliar las bases científicas de las disciplinas y líneas de investigación del IAI al máximo nivel en el ámbito internacional.
- Formar personal investigador que genere, transforme, proyecte y transfiera ciencia y tecnología para emprender, promover e impulsar el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico, económico, social y cultural de España y de la UE.
- Apoyar la investigación aplicada y multidisciplinar para generar conocimiento que pueda ser volcado en desarrollos tecnológicos en los campos de la Automatización y Robotización de procesos y sistemas de naturaleza múltiple.
- Facilitar la transferencia de las nuevas tecnologías electrónicas de la información, comunicaciones y energía para el desarrollo y potenciación del tejido industrial y de los Servicios a los Ciudadanos.
- Contribuir a la internacionalización del CSIC. Difundir los resultados de la investigación, a través de la participación activa en Jornadas, Semanas de la Ciencia, Ferias y en todos los medios de comunicación accesibles, para conocimiento de la Sociedad.

#### 4. PE-IAI.2.2 Visión

La visión del IAI se puede concretar en los siguientes puntos:

- La visión del IAI es ***“convertirse en un centro de referencia y de excelencia en investigación básica y aplicada y en formación de investigadores de carácter multidisciplinar en la automatización de procesos y sistemas, integrando disciplinas interrelacionadas de amplio contenido, y liderando la investigación en las mismas en el ámbito de la UE”***. Ser un instituto de investigación capaz de despertar el interés de colaborar con nosotros en las mejores universidades y centros de investigación similares a nivel internacional, y de obtener una importante demanda de colaboración por parte de los agentes socio-económicos.
- Mantener, y acrecentar en lo posible, el prestigio del IAI y su actual reconocimiento en el ámbito internacional, profundizando en las líneas de investigación actuales, disminuyendo la distancia entre teoría y práctica, extendiendo el horizonte de aplicación de la automática, y propiciando la puesta en explotación y la difusión de sus conocimientos y sus resultados. Realizar intercambios y colaboraciones a nivel mundial y servir de referencia para las actividades del área.

#### 4. PE-IAI.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

##### 4. PE-IAI.3.1 Objetivos generales

Desde sus inicios el IAI se propuso el logro de ciertos objetivos generales (ver más adelante los objetivos generales de cada grupo), estos son contribuir a:

- Un progreso científico, en las líneas de investigación propuestas, algunas de las cuales se encuentran actualmente en las fronteras del conocimiento.

- La resolución de problemas en el entorno socio-económico que requieran una aportación científico-tecnológica.
- La investigación en aplicaciones innovadoras y desarrollos que mejoren la competitividad del tejido productivo español y de la UE.
- Impulsar la difusión y transferencia del conocimiento y de los resultados de la investigación, potenciando su proyección social y cultural.
- Contribuir a la formación de calidad de científicos.

#### **4. PE-IAI.3.2 Objetivos específicos**

El cumplimiento de los objetivos generales se concreta en el logro de ciertos objetivos específicos (en los apartados correspondientes se presentan los objetivos específicos de cada grupo). Estos son:

- Potenciar y apoyar todas las líneas de investigación de los grupos del IAI.
- Potenciar las actividades del Instituto en áreas de alto interés social y/o industrial priorizadas por el Plan Nacional, el Plan Regional de Investigación, y los Programas Marco de la UE.
- Potenciar la incorporación de nuevo personal investigador de plantilla.
- Mejorar la categoría del personal investigador de plantilla.
- Potenciar la incorporación de nuevo personal auxiliar de plantilla.
- Mejorar la categoría y el nivel de formación del personal auxiliar.
- Potenciar la participación de los grupos del IAI en Proyectos de investigación/Redes.
- Potenciar la realización de patentes.
- Potenciar la realización de publicaciones científicas.
- Potenciar la organización de congresos internacionales
- Potenciar la formación de personal investigador
- Potenciar las actividades tendentes a una mayor internacionalización del IAI.

#### **4. PE-IAI.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS**

El IAI lleva a cabo su actividad investigadora en un área de gran actividad y competitividad en el ámbito internacional, y esta situación se proyecta de forma gradual y sostenida hacia el futuro, tal como muestran todos los indicadores proporcionados por los resultados de los análisis prospectivos de diversos organismos internacionales.

Las condiciones externas son favorables, ya que las líneas de investigación que se cultivan requieren todavía de importantes contribuciones científicas, y, por otro lado, la expansión del campo de aplicación de la Automática y las otras disciplinas afines, supone una necesidad de profundizar en diversos aspectos de la investigación en esta área. Por ello, una de las prioridades de nuestras

investigaciones y su proyección hacia los próximos años, es la de explotar la capacidad de generar conocimiento que involucre e integre, progresivamente, conocimiento de otras áreas. La medida del éxito de nuestra actividad vendrá dada por el empleo de los siguientes criterios de evaluación.

#### **4. PE-IAI.4.1 Calidad en la investigación**

Para juzgar la calidad en la investigación del IAI se usarán los siguientes indicadores:

- Transferencia de tecnología al sector socio-económico: cuantificable por el número e importe de los contratos de investigación y de transferencia firmados con empresas.
- Patentes, a las que debe darse una correcta valoración. Si bien es cierto que actualmente, se considera, en algunos foros, que una patente licenciada es equiparable a una publicación en una revista SCI, en nuestra opinión esta valoración dista mucho de ser proporcionada al esfuerzo necesario para conseguir dicha patente, que además debe pasar los rigurosos filtros que establecen las empresas a la hora de efectuar inversiones.
- Obtención de recursos competitivos.
- Publicaciones en Revistas SCI.
- Publicaciones en Congresos referenciados como ISI Proceeding Significant Conferences (ver listado en <http://www.isiknowledge.com/isiproceedings>)
- Empresas de tipo spin-off propiciadas a partir de la investigación y desarrollos realizados en el IAI.
- Trasvase de personal investigador altamente cualificado y formado en el IAI a otros agentes sociales (Universidad, Instituciones, Empresas).

#### **4. PE-IAI.4.2 Impacto de la investigación**

Para juzgar el impacto de la investigación del IAI se usarán los siguientes indicadores:

- Repercusión de la investigación en sistemas de interés social
- Potenciación medible de las PYMES españolas mediante la contribución a la innovación de sus productos para mejorar su competitividad en el mercado internacional (por ejemplo incorporándolas a proyectos nacionales o europeos).
- Lanzamiento y ayuda a empresas spin-off para el desarrollo de productos generados a partir de la investigación realizada durante años en el IAI.
- Repercusión de la investigación en la industria (por ejemplo, prototipos industriales comercializados, patentes en explotación, royalties).
- Participación en proyectos internacionales y redes, especialmente de la CE.
- Incremento en el número de publicaciones y de citas en revistas internacionales.

- Protección de la propiedad intelectual: patentes concedidas y licenciadas así como programas registrados .
- Incremento de la capacidad y competitividad de las empresas e instituciones con las que se colabora.

#### **4. PE-IAI.4.3 Generación de ingresos**

El IAI, con su actividad, genera ingresos mediante la consecución competitiva de proyectos en:

- Convocatorias del Plan Nacional y de la Comunidad de Madrid
- Contratos directos con empresas para la realización de proyectos de investigación y de transferencia de tecnología, incluyendo licencia de patentes.
- Convocatorias de los Programas Marco y otras acciones de la UE.

#### **4. PE-IAI.4.4 Valor añadido**

En síntesis, el IAI proporciona un valor añadido al CSIC mediante:

- Internacionalización del CSIC a través de publicaciones en temas de relevancia altamente priorizados a nivel internacional y nacional. Presencia de nuestros investigadores en universidades extranjeras, y recepción de investigadores (nacionales y de otros países e instituciones).
- Divulgación del CSIC a través de los desarrollos y empresas de tipo spin-off que han surgido del mismo en ámbitos tecnológicos y empresariales.
- Imagen internacional del CSIC en las presentaciones a Congresos y Jornadas, fundamentalmente en aquellas en las que se realiza una demostración de carácter científico-tecnológico con un sistema físico.
- Organización de Congresos Internacionales en la sede central del CSIC.
- Participación en proyectos de la CE y de la AECI.
- Presencia frecuente en los medios de comunicación.

**PARTE B**  
**PLAN ESTRATÉGICO DE LOS GRUPOS DE**  
**INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO DE**  
**AUTOMATICA INDUSTRIAL**

#### 4.PE. DEPARTAMENTO DE CONTROL AUTOMÁTICO

##### 4.GC.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE CONTROL (GC) EN SU ENTORNO COMPETITIVO

Lista de personal a 1 de enero de 2005

Dr.	D	Manuel A. Armada Rodríguez	Investigador Científico
Dr.	D.	José de No Sánchez de León	Investigador Científico
Dr.	D.	Salvador Ros Torrecillas	Investigador Científico
Dr.	D.	Pablo González de Santos	Científico Titular
	D.	Jesús Reviejo Sánchez	Técnico Especialista de Grado Medio de OPI
Dr.	D.	Teodor Akinfiyev	Contrato Ramón y Cajal
Dra.	D. <sup>a</sup>	Elena García Armada	Contrato I3P Doctor
Dr.	D.	Joaquín Estremera Rodrigo	Titulado Superior. Contratado
	D.	Manuel E. Prieto Pérez-Borroto	Titulado Superior. Contratado
	D.	Javier F. Sarria Paz	Técnico de Investigación y Laborat.
	D.	José Antonio Cobano Suárez	Becario FPI
	D. <sup>a</sup>	Roemi E. Fernández Saavedra	Becaria FPU
	D.	Octavio García Reguero	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D.	Tomás Guardabrazo Pedroche	Becario FPI
	D.	Héctor Montes Franceschi	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D.	Samir Nabulsi Abussaid	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D.	Roberto Carlo Ponticelli Lima	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D. <sup>a</sup>	Carlota Salinas Maldonado	Becaria FPI
	D.	Pedro Antonio Alarcón Barrios	Permiso de Estancia
	D.	David Mauricio Alba Lucero	Permiso de Estancia
	D.	Germán A. Dorta Martínez	Permiso de Estancia (U. Simón Bolívar)
	D.	Jorge Luis López Córdova	Permiso de Estancia
	D.	Alvaro Lou Vega	Permiso de Estancia
	D.	Rafael E. Salazar Novo	Permiso de Estancia

#### A) Análisis DAFO

##### *Fortalezas*

1.- **Líneas de investigación definidas a largo plazo, con un importante historial y conocimiento científico** acumulado y consolidado en Automática (treinta años), y en Robótica (veinticinco años). Elevado prestigio científico en el campo de los robots caminantes en el ámbito internacional. Las líneas de investigación no están sujetas a modas u oportunistas, representando una investigación seria y meditada.

2.- **Importante experiencia en la preparación de propuestas y obtención de proyectos de investigación y redes financiadas por la CE**, lo que ha dado lugar a la consecución de notables recursos de financiación, y a la creación, *de facto*, de una amplia red de cooperación, especialmente en el ámbito europeo, que garantiza nuestra relación con numerosas instituciones y empresas, lo que permite asegurar nuestra intervención en proyectos en los años venideros. Añadir a esto nuestra participación en numerosos proyectos del Plan Nacional y la obtención de contratos con la industria, lo que diversifica las fuentes de financiación y disminuye el riesgo de las oscilaciones a que está sujeta actualmente la financiación de la investigación. Esto permite combinar y coordinar las diferentes partidas de financiación para conseguir un mejor aprovechamiento, lo que redundará en una ventaja importante: la de poder mantener las líneas de investigación fundamentales y la trayectoria decidida para las mismas, independientemente de que exista una financiación explícita para ellas. Esto garantiza, de algún modo, un crecimiento sostenible a largo plazo, y evita tener que cambiar de línea de trabajo por motivos ajenos al interés científico.

<p><b>3.- Importante actividad de formación de personal investigador de numerosas nacionalidades</b> mediante la dirección de tesis doctorales, tesis de maestría y trabajos fin de carrera. Relación de cooperación bien establecida y continuada con otras instituciones en el ámbito internacional mediante estancias y publicaciones conjuntas (Academia de Ciencias de Rusia, Carnegie Mellon Univ, MIT, Stanford, University of Southern California, University of California (Santa Barbara), ENSI Bourges, etc.). La participación en los comités de programa de los simposia más prestigiosos, la experiencia en la organización de congresos internacionales, la edición de libros y de <i>proceedings</i>, y la actuación como editores, editores de números especiales, y de revisores en las revistas más representativas del área, hace que los investigadores del grupo tengan un claro conocimiento del estado del arte y de la proyección del mismo hacia el futuro. La actuación de los miembros del grupo en comités de revisión de proyectos y de programas de la CE, de proyectos del Plan Nacional, y de proyectos presentados a diversas agencias de investigación de países europeos e iberoamericanos, proporciona un conocimiento privilegiado acerca de la situación de la investigación en nuestra área, lo que beneficia de forma clara al proceso de toma de decisiones necesario para decidir el direccionamiento que deben tomar nuestras investigaciones.</p> <p><b>4.- Importante infraestructura tanto a nivel de conocimiento como de prototipos</b>, resultantes del historial de proyectos, y que permiten, con las adaptaciones oportunas, mantener un alto nivel de validación experimental, lo cual, si bien requiere de un gran esfuerzo, es difícil de encontrar, a este nivel, en otros grupos del mismo área, y supone una gran capacidad de demostración directa de nuestro potencial. Siendo la Robótica multidisciplinar, acreditamos conocimiento en todos sus campos por nosotros mismos, y la experiencia acumulada permite ejecutar los más complicados proyectos europeos, incluyendo el diseño y la realización de prototipos, al máximo nivel de exigencia con tiempos de respuesta cada vez más cortos: máximo nivel de competitividad en esta área. Se posee un conocimiento importante en la preparación de patentes para proteger el derecho de propiedad intelectual de nuestras investigaciones, y el número de publicaciones en revistas de prestigio está aumentando de forma continuada en los últimos años, lo que se está traduciendo en la consecución de los correspondientes tramos de investigación.</p>
<p><i>Debilidades</i></p> <p>1.- <b>Bajo número de investigadores de plantilla.</b></p> <p>2.- <b>Dificultad, típica en el área, para conseguir más becarios</b> y/o que permanezcan en el grupo, por la fuerte competencia con el sector productivo, y la evidente posición de desventaja del CSIC frente a las universidades, a lo que hay que añadir las barreras administrativas y las dificultades para establecer convenios de cooperación, especialmente con las universidades de otros países. Se dispone de muchos prototipos de robots, pero no se les puede sacar todo el partido posible debido a la escasez de personal en formación.</p> <p>2.- <b>Poco personal en el taller mecánico y falta de personal electricista y electrónico</b> en el IAI, que afecta negativamente a nuestras posibilidades de experimentación. Falta de personal auxiliar o ayudante para mantener la infraestructura de investigación existente.</p> <p>3.- Dada la complejidad de la preparación y gestión de los proyectos europeos, y al no haber suficiente infraestructura de apoyo para estos temas, se produce una <b>gran sobrecarga en los Investigadores Principales que deben prestar una gran atención a las tareas burocrática</b>, lo que, reduce el porcentaje de dedicación a las tareas que les deberían ser más propias.</p>
<p><i>Oportunidades</i></p> <p>1.- La <b>expansión de la Automática y la Robótica hacia nuevas áreas de aplicación</b> requiere de una gran experiencia previa en este campo, por lo que la capacidad, experiencia dilatada y conocimientos del Grupo CONTROL nos sitúan en una posición óptima para aprovechar las próximas oportunidades, que están en línea con nuestra actividad.</p> <p>2.- De acuerdo con el Report 48 (Delphi) "Social Impacts of Robotics and Advanced Automation towards the Year 2010" del IPTS (Institute for Prospective Studies) (JRC) y de acuerdo con las previsiones de la IFR, <b>el crecimiento del mercado de la robótica hasta el 2010 será mucho mayor en la UE y en USA que en Japón: los robots de servicios y los robots industriales incrementarán</b>, simultáneamente, su presencia en todos los sectores económicos, alcanzándose niveles de automatización en muchos de ellos de hasta el 50% para el año 2010.</p> <p>3.- <b>Los Programas Marco y la nueva área de Investigación Europea, financiadas por la CE, suponen una oportunidad cierta</b> de llevar a cabo investigaciones, en concurrencia competitiva, en nuestra área. Habiendo obtenido proyectos en el III, IV, V y VI PM (dos por el momento en este último), las directrices de los borradores conocidos del 7º Programa Marco confirman el interés de</p>

las áreas de la automática y de la robótica para la sociedad europea, por lo que esto supone una garantía de que dichas oportunidades seguirán existiendo.

4.- **La automática y la robótica son disciplinas muy atractivas para los estudiantes, y necesarias para el desarrollo sostenible de la sociedad**, por lo que existe la oportunidad de formar personal investigador en esta área, tanto para la investigación como para la industria.

5.- **Se observa que la industria española está iniciándose en la robótica de servicios y en la automatización de sistemas cada vez más complejos**, lo que supone una oportunidad para el grupo de continuar obteniendo contratos con el sector empresarial con los que financiar nuestras investigaciones.

6.- Dadas la capacidad de formación y el nivel de relación internacional del grupo, **existe la oportunidad de reforzar el mismo con personal científico formado aquí y en el extranjero.**

#### *Amenazas*

1.- **Disminución, por excedencias voluntarias o por jubilación, de miembros del grupo**, por lo que hay una amenaza cierta para el crecimiento del grupo de Control. Hay una alta capacidad de formación que no se corresponde con el crecimiento del grupo en los últimos años.

2.- **Proyectos que se van a otros grupos** de I+D por no poder responder a las oportunidades de nuevos proyectos por falta de personal de plantilla en el grupo.

3.- **Pérdida del conocimiento acumulado** por no poder incorporar al personal formado de forma adecuada.

4.- **Falta de un incremento en la financiación a esta área** lo suficientemente significativa y continuada por parte del PN y de la CAM. Esta falta de apoyo puede suponer que otros países como Korea (la inversión en investigación en el año 2000 fue del 18% para investigación básica, y de un 82% para aplicada y experimental) que invierten más y de forma creciente, ganen la batalla tecnológica. Muchos países se basan mucho en la inversión privada, pero aquí no hay tejido industrial suficiente y, aunque nuestras relaciones en Europa puedan permitir paliar esto en parte, sería indudablemente más ventajoso contar también con apoyo local, como sucede en nuestro entorno de los países más avanzados de la UE.

5.- **Pérdida de la posición de liderazgo** a favor de grupos universitarios por su mayor agilidad en gestión y mayor facilidad para obtener personal investigador fijo y en formación.

6.- **Dificultad de establecer colaboraciones estratégicas dentro de España** debido a que la normativa de valoración de la actividad investigadora y que es empleada para la promoción, incentiva la competencia en lugar de la cooperación, impidiendo la creación de grupos virtuales de mayor tamaño crítico.

## B) Posicionamiento Integrado

El grupo de Control (Departamento de Control Automático) está actualmente considerado como uno de los grupos de investigación líderes a nivel europeo en robótica, con un gran nivel en robots caminantes y escaladores, compitiendo principalmente con Alemania, Francia, Finlandia, UK, e Italia, pero también con algunos departamentos españoles muy bien posicionados. Destaca su productividad y rendimiento con el personal investigador de plantilla activo con el que cuenta. Sin embargo necesita aumentar su tamaño para poder abarcar los frentes que una línea de trabajo tan multidisciplinar (teoría de control, mecánica, electrónica, comunicaciones, fusión sensorial) requiere. Tanto por publicaciones (incluidos congresos aceptados) como por patentes, proyectos nacionales e internacionales, contratos con empresas, transferencia de tecnología y actividades de divulgación, el Departamento está reconocido como de primera línea, y esta posición nacional e internacional puede mejorarse con una adecuada dotación de recursos, económicos y de personal, y convertirlo en un polo de referencia que atraiga investigadores de todo el mundo. El Departamento de Control Automático con sus robots caminantes, publicaciones, organización de congresos internacionales, obtención de fondos de proyectos nacionales e

internacionales y de contratos y presencia en actividades de difusión da al CSIC una gran proyección externa y contribuye de forma significativa a la financiación del Instituto.

Tabla 4-GC-1.- Posición competitiva del Grupo de Control en las líneas de Investigación del IAI.

Líneas de Investigación	Valoración Global	Capacidad	Calidad	Tendencia Competitiva	Relevancia Observaciones	Propuestas de Actuación
Automática	4	3	4	Mejora	5	Potenciar
Robótica	4	3	5	Mejora	5	Potenciar
Sistemas sensoriales y de actuación	4	3	4	Mejora	5	Potenciar

## 4.GC.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO DE CONTROL

### 4.GC.2.1 Misión

Contribuir a ampliar las bases científicas del control automático y de la robótica al máximo nivel en el ámbito internacional. Formar personal investigador que genere, transforme, proyecte y transfiera ciencia y tecnología para emprender, promover e impulsar el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico, económico, social y cultural de la UE.

### 4.GC.2.2 Visión

Ser un grupo de referencia a nivel mundial en Automática y Robótica, liderando la investigación en estas disciplinas en el ámbito de la UE. Ser un grupo de investigación capaz de despertar el interés de colaborar con nosotros en los mejores grupos similares a nivel internacional, y de obtener una demanda de colaboración por parte del sector industrial.

Mantener, y acrecentar en lo posible, el prestigio del Grupo de Control y su actual reconocimiento en el ámbito internacional, profundizando en las líneas de sistemas de locomoción y de robots de servicios, disminuyendo la distancia entre teoría y práctica, extendiendo el horizonte de aplicación de la automática y de la robótica, y propiciando la puesta en explotación y la difusión de sus conocimientos y sus resultados. Realizar intercambios y colaboraciones a nivel mundial y servir de referencia para las actividades del área.

## 4.GC.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

### 4.GC.3.1 Objetivos generales

Desde sus inicios el Grupo de Control se propuso el logro de ciertos objetivos generales que, hoy en día, con su capacidad y experiencia, puede ampliar y cumplir de forma íntegra. Estos son:

- Contribuir al progreso científico en las líneas de investigación propuestas, algunas de las cuales se encuentran actualmente en las fronteras del conocimiento.
- Formar personal investigador al máximo nivel en nuestra área de conocimiento.
- Reforzar y ampliar la capacidad del grupo mediante la incorporación de personal investigador.
- Llevar a cabo proyectos de investigación, fundamentalmente en los ámbitos europeo e iberoamericano, reforzando los lazos de cooperación existentes y abriendo nuevas perspectivas con otras regiones.
- Realizar contratos de investigación para la transferencia de tecnología al sector industrial.
- Apoyar y asesorar al Ministerio de Educación y Ciencia, a los distintos Programas Marco de la UE, y a diversas Instituciones nacionales y extranjeras, en cuanto a la calidad y a la planificación estratégica de la investigación en las áreas de nuestra competencia.

#### 4.GC.3.2 Objetivos específicos

Tabla 4-GC-3.2.- Objetivos Específicos

Objetivo	Actuación	Responsable	Qué se hace	Condiciones	Plazos	Observaciones
Incorporación de personal investigador de plantilla	Formación de investigadores.	Personal Investigador del GC /CSIC	Captación de recursos para mantener doctores	Fuerte competencia	5 años	Indispensable para mantener la actividad actual y potenciarla
Proyectos de investigación/Redes	Obtención de 2-3 proyectos del 6PM y 1 del 7PM. Obtención de 2 proyectos del Plan Nacional o CAM. Obtención de 3 contratos con empresas.	Personal Investigador del GC	Preparación de propuestas y elaboración de contratos	Fuerte competencia	5 años	Fundamental para consolidar la excelencia en la investigación, y la financiación del personal y la actividad.
Publicaciones	5 SCI al año. 40 congresos ISI en cinco años.	Personal Investigador del GC	Consolidar resultados y preparar las publicaciones	Se necesita incorporar personal de plantilla y becarios en formación.	5 años	Fundamental para la promoción y para diseminar los resultados
Patentes	5 patentes en cinco años.	Personal Investigador del GC	Preparar patentes	Realizar proyectos	5 años	Fundamental para la proteger la propiedad intelectual
Organización de congresos internacionales	Participar en los comités de programa de 10 congresos internacionales. Organizar 1-2.	Personal Investigador del GC	Participación activa en el ámbito internacional.	Mantener la presencia en las diversas organizaciones científicas y redes internacionales	5 años	Fundamental para la diseminación de resultados y la internacionalización del GC.
Formación de personal investigador	8-10 tesis doctorales en cinco años. 8-10 tesis de maestría.	Personal Investigador del GC	Dirección de tesis.	Se necesitan becarios en formación	5 años	Fundamental para mantener el nivel científico.
Internacionalización	Acrecentar la dimensión internacional, y mantener una	Personal Investigador del GC	Participar en redes y proyectos UE.	Financiación pública para estas actividades.	5 años	Fundamental para mantener el nivel científico.

	relación estable con otros grupos de excelencia					
--	---	--	--	--	--	--

#### 4.GC.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS

El grupo de Control lleva a cabo su actividad investigadora en un área de gran competitividad en el ámbito internacional, donde la Automática en general y la Robótica en particular son objeto de una atención creciente por su impacto social y mediático, y esta situación se proyecta de forma gradual y sostenida hacia el futuro, tal como muestran todos los indicadores proporcionados por los resultados de los análisis prospectivos de diversos organismos internacionales (un último indicativo, de especial importancia, es el borrador del 7º Programa Marco, en el que la Robótica vuelve a tener un papel muy relevante de forma explícita, a diferencia de lo sucedido en el 6º PM). Las condiciones externas son pues favorables, ya que las líneas de investigación que se cultivan requieren todavía de importantes contribuciones científicas, y, por otro lado, la expansión de los campos de aplicación de la robótica supone una necesidad de profundizar en los aspectos tecnológicos, incluida la estandarización, la incorporación de nuevas técnicas de diseño, el empleo de nuevos materiales, la realización de actuadores más eficientes, y, en general, la transdisciplinariedad que supone la investigación en esta área. Por ello, una de las prioridades de nuestras investigaciones y su proyección hacia los próximos años, es la de explotar la capacidad de generar conocimiento que involucre e integre, progresivamente, aspectos de control, fusión sensorial, y conocimiento de otras áreas. La medida del éxito de nuestra actividad vendrá dada por el empleo de los siguientes criterios de evaluación.

##### 4.GC.4.1 Calidad en la investigación

Destacan los siguientes indicadores de calidad en la investigación:

- Consecución competitiva de proyectos financiados por la CE (máximo nivel de competitividad en Europa).
- Reconocimiento internacional a la labor realizada.
- Designación para comités científicos de congresos y publicaciones.
- Reconocimiento nacional.
- Presencia y/o participación en comisiones de revisión de proyectos, nacionales e internacionales.

##### 4.GC.4.2 Impacto de la investigación

Destacan los siguientes indicadores del impacto de la investigación:

- Citas en revistas internacionales.

- Protección de la propiedad intelectual: patentes concedidas y licenciadas o en explotación.
- Incremento de la capacidad y competitividad de las empresas con las que se colabora.

#### **4.GC.4.3 Generación de ingresos**

El grupo de Control, con su actividad, genera ingresos mediante la consecución competitiva de proyectos en:

- Convocatorias de los Programas Marco y otras acciones de la CE.
- Convocatorias del Plan Nacional y de la Comunidad de Madrid
- Contratos directos con empresas para la realización de proyectos de investigación y de transferencia de tecnología, incluyendo licencia de patentes.

#### **4.GC.4.4 Valor añadido**

El Departamento de Control Automático con sus realizaciones de prototipos de robots y sistemas de automatización complejos, publicaciones, organización de congresos internacionales, obtención de fondos de proyectos nacionales e internacionales, y de contratos y presencia en actividades de difusión, da al CSIC una gran proyección externa y contribuye de forma significativa a la financiación del Instituto. A esto hay que añadir una destacada y frecuente presencia en medios de comunicación, referencias en prensa y otros medios ligados a resultados interesantes de las investigaciones que se llevan a cabo.

En síntesis, el grupo de Control proporciona un valor añadido al CSIC mediante su:

- Contribución en temas de investigación de amplio interés para la comunidad científica de un grupo de investigación en robótica y automática sólido y con gran historial y proyección hacia el futuro, de características únicas en el CSIC, con una capacidad importante para la formación de personal investigador.
- Contribución a la internacionalización y a la mejor imagen del CSIC a través de publicaciones, participación en redes de cooperación, participación y organización de congresos internacionales, e intercambio de personal científico.
- Contribución económica al crecimiento sostenible del CSIC a través de los costes indirectos de los múltiples proyectos actuales y previsibles del grupo Control.
- Participación en la diseminación y reconocimiento del CSIC en los ámbitos español e internacional a través de los proyectos con empresas e instituciones, mediante la intervención y la diseminación en los medios de comunicación y en las actividades institucionales del CSIC, y mediante la

protección de los derechos de propiedad intelectual, temas en los que destaca la labor del grupo de Control.

#### 4.PE. DEPARTAMENTO DE SISTEMAS

##### 4.GPA.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE PERCEPCIÓN ARTIFICIAL (GPA) EN SU ENTORNO COMPETITIVO

Lista de personal a 1 de enero de 2005

Dra. D <sup>a</sup>	María C. García-Alegre Sánchez	Científica Titular
Dr. D.	Domingo Guinea Díaz	Científico Titular
Dra. D <sup>a</sup>	Angela Ribeiro Seijas	Científica Titular
Dr. D.	Leandro González Rodríguez	Doctor Contratado
D <sup>a</sup>	Beatriz Díaz Gómez	Becaria FPI
D.	Jorge Carrascal García	Becario I3P postgrado
D.	Carlos A. Rivera Heredia	Becario I3P postgrado
D.	Wilton E. Agila Gálvez	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	Omar Cavero Torres	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	David Martín Gómez	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	Javier Peral Osma	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	Miguel Angel Rubio González	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	Alberto García-Hombrados	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	Jesús Vicente Bayarri Castell	Permiso de Estancia
D.	Fabrice Joseph Comba	Permiso de Estancia
D.	Manuel Galvez Galvez	Permiso de Estancia
D <sup>a</sup>	Lorena Peña Ruiz	Permiso de Estancia
D.	Juan Manuel Sánchez Encinal	Permiso de Estancia

#### A) Análisis DAFO

<i>Fortalezas</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Disponibilidad de instalaciones y de espacios en exterior apropiados</b> para el desarrollo de las líneas de investigación en automatización de tractores comerciales y agricultura de precisión así como en la gestión de la energía y medioambiente, que no poseen otras Instituciones y grupos del área.</li> <li>2. <b>Dotación de infraestructura de apoyo especializado</b> en los talleres electrónico y mecánico.</li> <li>3. <b>Alta internacionalización de la actividad científica.</b></li> <li>4. <b>Lazos de colaboración establecidos desde hace años con grupos de investigación de otros Centros del CSIC</b> en temas de Robótica, Visión artificial y Extracción de Conocimiento para Agricultura de Precisión (IAS, CCMA)), Tecnologías Avanzadas en Medioambiente (CCMA) y Nuevas Energías-Pilas de Combustible (ICV, ICP, ICTP), con el objetivo de conseguir una investigación multidisciplinar.</li> <li>5. <b>Intensa colaboración con los grupos de la Red de Pilas de Combustible CSIC-Universidad</b>, centrada en la aplicación de estos dispositivos y en la proyección de los desarrollos realizados al entorno industrial español.</li> <li>6. <b>Investigadores con conocimiento multidisciplinar</b>, lo cual permite la integración de un conjunto de modelos y técnicas bien establecidas a lo largo de los 10 últimos años, en diversos sistemas y aplicaciones, desde la perspectiva de un modelo integrador y global del sistema.</li> <li>7. <b>Contactos y relaciones con los mejores grupos de investigación en las líneas propuestas</b>, como lo demuestran los múltiples proyectos coordinados a nivel Nacional e Internacional, las estancias y visitas realizadas y la recepción de visitantes.</li> </ol>

<p>8. <b>Investigación en un grupo de tamaño medio, que favorece la coordinación de tareas</b>, con unos objetivos claros, visibles en las diversas aplicaciones acometidas.</p> <p>9. <b>Promotores de la explotación comercial de diversas tecnologías (2 spin-off)</b></p> <p>10. <b>Clara demanda social:</b> 1) de los temas y especialidades del grupo, demostrado con el gran volumen de proyectos de I+D y 2) del personal formado.</p> <p>11. <b>Capacidad demostrada en tareas de formación de personal investigador</b></p>
<p><i>Debilidades</i></p> <p>1. <b>Reducido número de publicaciones SCI</b> debido al gran esfuerzo realizado por el grupo en la captación de financiación en temas prioritarios tanto en los Programas Europeos como Nacionales de investigación y en la realización de proyectos de carácter industrial (total = 0.942 Millones euros). Además debido a los protocolos de gestión del CSIC el grupo, detecta las siguientes condiciones adversas que dan lugar a puntos de debilidad:</p> <p>2. <b>Penalización científico-académica del esfuerzo dedicado a la transferencia de tecnología</b> en la realización de proyectos de carácter industrial.</p> <p>3. <b>Desfase entre las exigencias de la innovación industrial competitiva, en tiempo y recursos, y la respuesta institucional de la investigación en tecnología donde la agilidad en la capacidad de respuesta es un factor crítico:</b> por ejemplo el plazo de 20-30 días para organización y redacción de un proyecto coordinado entre varios grupos de investigación y empresas frente a los 6-10 meses para su evaluación por la administración.</p> <p>4. <b>Dificultad de dar respuesta adecuada y a tiempo, a la demanda y presión de los proyectos de I+D+I</b>, debido al gran número de personal becario en formación y personal contratado por plazos cortos, que se tiene que ir cuando ya es un experto.</p> <p>5. <b>Dificultad en la gestión de personal al establecerse distinciones obvias entre:</b> becarios FPI o FPU y contratos o becas financiadas por proyectos industriales.</p> <p>6. <b>Insuficiente ayuda para la promoción y difusión de la investigación desarrollada en el IAI</b>, que por otro lado puede poseer un alto impacto mediático, para conseguir el reconocimiento por el organismo, por otras instituciones y por empresas que requieren la actividad desarrollada.</p> <p>7. <b>La gran demanda de proyectos I+D, difícilmente puede obtener una respuesta adecuada debido al reducido número de investigadores de plantilla.</b></p> <p>8. <b>Dificultad organizativa para la creación de equipos multidisciplinares Inter-Centros</b>, más allá de la participación en proyectos de investigación coordinados, debido a la compartimentación administrativa del CSIC en áreas de conocimiento estancas en la práctica. Este factor puede ser crítico en temas como las pilas de combustible donde se precisa el trabajo coordinado, día a día, de un único equipo de investigadores de formación muy diversa (Físicos, Químicos, Ingenieros Mecánicos, Electrónicos, mecánica de fluidos, materiales, etc.).</p>
<p><i>Oportunidades</i></p> <p>1. <b>La mayoría de las líneas y sublíneas de investigación están priorizadas a nivel Internacional y Nacional</b>, con un auge creciente: Robótica, Robots móviles, sistemas complejos, sistemas basados en TIC, pilas de combustible, gestión inteligente de energía, etc.</p> <p>2. <b>Demanda de las Administraciones Local, Nacional y Europea (VI y VII Programa marco) de impulsar aplicaciones de las nuevas tecnologías</b> (electrónica, informática y de comunicaciones) para potenciar el tejido industrial y la sociedad del conocimiento en toda la EU.</p> <p>3. <b>Creciente colaboración con agentes del sistema Ciencia, Tecnología, Empresa</b> (centros tecnológicos, universidades, empresas en la definición y realización de proyectos y programas de I+D+I)</p> <p>4. <b>Potenciación de la investigación multidisciplinar</b> para el avance del conocimiento</p>

científico-tecnológico.
5. <b>Se realiza una investigación de autentica proyección en la transferencia de tecnología con repercusión y resultados comparables a los mejores centros de innovación internacionales en relación a sus recursos.</b>
<i>Amenazas</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>La existencia de una normativa enormemente rígida y obsoleta de gestión</b> que dificulta una respuesta rápida ante las propuestas de proyectos de I+D, especialmente frente a las necesidades y exigencias de las empresas.</li> <li>2. <b>La valoración científica, enfocada exclusivamente a publicaciones SCI, constituye una clara amenaza a la formación de investigadores en áreas tecnológicas</b>, que requieren una alta dedicación al desarrollo de los sistemas, cuya transferencia al sector industrial se persigue desde los gobiernos y programas europeos.</li> <li>3. <b>La competencia con departamentos similares de la universidad</b> que poseen una mayor flexibilidad en la contratación de personal y en la gestión de la investigación.</li> <li>4. <b>La creciente adquisición de tecnologías y sistemas comerciales a otros países</b> (muchas veces a USA), ante la burocracia e inercia de los centros de investigación para el desarrollo productos alternativos.</li> <li>5. <b>La velocidad con que evolucionan las nuevas tecnologías y los bajos costes de muchos de los productos y sistemas</b> generados con las mismas, fundamentalmente en países asiáticos, contrasta con la gran inercia de la Administración y el aumento de los costes indirectos globales de los proyectos con la industria. Esto no potencia la investigación de alto riesgo para la empresa, que en muchos casos podría ser el embrión de los desarrollos más novedosos.</li> <li>6. <b>Los criterios de evaluación de la actividad investigadora no están relacionados directamente con el tipo de trabajo a realizar en un área tecnológica</b>; además los criterios ni son homogéneos ni temporalmente estables. De hecho, el trabajo en proyectos aplicados y de transferencia industrial se encuentra claramente ignorado, si no penalizado, frente a los criterios de valoración “académicos” donde se prioriza de forma casi exclusiva la publicación científica (SCI).</li> <li>7. <b>La alta demanda del mercado de trabajo en las líneas de investigación que cultiva este grupo</b>, genera ofertas sobre el personal en formación o ya formado que van en detrimento de su carrera investigadora (incierto porvenir y retribuciones adecuadas pero inestables) en relación a una carrera en el mundo empresarial.</li> </ol>

## B) Posicionamiento Integrado

El Grupo de Percepción Artificial, centra su investigación en los modelos de organización del conocimiento en sistemas complejos multi-sensoriales para la toma de de decisiones y actuación inteligente. El grupo posee un refrendo tanto Nacional como Internacional, que se plasma en las relaciones y proyectos compartidos con diversos grupos de investigación. La integración de técnicas de Inteligencia Artificial en sistemas sensorizados para tiempo real constituye una investigación puntera con un amplio abanico de aplicaciones. Actualmente destaca su contribución en temas de gestión de energía, de información medioambiental, de agricultura de precisión, de automatización de tractores para la realización autónoma de tareas y navegación en agricultura, de extracción de modelos espacio-temporales partir de un gran volumen de datos (GIS) utilizando técnicas de softcomputing y finalmente de diseño y desarrollo de pilas de combustible, como aportación ineludible en una gestión de energía sostenible. Se

trata de un grupo estable, con una trayectoria de 11 años compuesto por tres investigadores de plantilla, con un promedio de 4-5 doctores en los últimos cinco años.

#### **4.GPA.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO DE PERCEPCIÓN ARTIFICIAL (GPA)**

##### **4.GPA.2.1 Misión**

- Apoyar la investigación aplicada y multidisciplinar para generar conocimiento que pueda ser volcado en desarrollos tecnológicos en los campos de la Automatización y Robotización de procesos y sistemas de naturaleza múltiple.
- Facilitar la transferencia de las nuevas tecnologías electrónicas de la información, comunicaciones y energía para el desarrollo y potenciación del tejido industrial y de los Servicios a los Ciudadanos en este país, en especial en el campo de las nuevas fuentes de energía (Pilas de Combustible), energías renovables y medioambiente.
- Difundir los resultados de la investigación aplicada, a través de la participación activa en Jornadas, Semanas de la Ciencia, Ferias y en todos los medios de comunicación accesibles, para conocimiento de la Sociedad que en definitiva está soportando los gastos de la investigación pública.
- Contribuir a la creación de habilidades relacionadas con las nuevas tecnologías, interés por la investigación y la aplicación a temas concretos a través de la demostración en cursos y seminarios en laboratorios o estaciones piloto del IAI (Pilas de Combustibles, Redes inalámbricas de nodos sensoriales, Medioambiente, Agricultura de Precisión).

##### **4.GPA.2.2 Visión**

- La visión del grupo es mantenerse como referencia tanto en la investigación básica como aplicada, manteniendo su carácter multidisciplinar en la automatización y robotización de procesos y sistemas, integrando disciplinas de amplio contenido y aparente disparidad como son la Electrónica, Mecánica, Automática, Informática y las Técnicas de Inteligencia Artificial.
- En esta posición se constituirá como un puente entre la investigación básica y la aplicada demandada cada vez con mayor intensidad por el tejido empresarial de este país para la iniciación y desarrollo de Departamentos de I+D en empresas en estrecha colaboración con el CSIC.

### **4.GPA.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.GPA.3.1 Objetivos generales**

**Contribuir a:**

- A. Un progreso científico, en las líneas de investigación propuestas; algunas de las cuales se encuentran actualmente en las fronteras del conocimiento.
- B. La formación de calidad de científicos y tecnólogos
- C. La resolución de problemas en el entorno socio-económico que requieran una aportación científico-tecnológica
- D. La investigación en aplicaciones innovadoras y desarrollos que mejoren la competitividad del tejido productivo español.
- E. Impulsar la difusión y transferencia del conocimiento y de los resultados de la investigación, potenciando su proyección social y cultural.

#### **4.GPA.3.2 Objetivos específicos**

En relación al punto A:

- Potenciar la integración de las técnicas de Inteligencia Artificial en la generación de sistemas que se adapten a entornos dinámicos, actualmente un reto en los campos de la Robótica y la Automática.
- Favorecer el desarrollo de técnicas de análisis, a tiempo, para la interpretación y toma de decisión sobre el gran volumen de datos generados en los sistemas multi-sensor.
- Aumentar la producción de publicaciones SCI en revistas, hasta llegar a 2-3 por investigador y año.
- Derivar una parte de los esfuerzos y tiempo, dedicado hasta la fecha a la consecución de financiación con empresas, a la publicación de resultados y modelos, al ser este el criterio clave para la promoción académico-investigadora.

En relación al punto B:

- Seguir impartiendo cursos en los programas de Master y de Doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid y de la Universidad de Alcalá de Henares.
- Mantener la dirección de proyectos fin de carrera, fin de Master y Tesis Doctorales (al menos una por cada doctor del grupo en el próximo quinquenio).

En relación al punto C:

- Concentrar la potencialidad del grupo en áreas de alto interés social y/o industrial priorizadas en los ámbitos de gestión de la investigación competitiva.
- Perseguir un contacto mayor con las Administración Nacional y Local para potenciar y difundir la problemática Medioambiental y Energética y la necesidad de realizar una monitorización y control real de los mismos.

En relación al punto D:

- Seleccionar la temática de los proyectos de cooperación con empresas para dirigirlos a la generación de tecnologías con alto valor de conocimiento añadido, que permitan una implantación inmediata en el mercado nacional e internacional.
- Seguir promoviendo, tal y como se ha hecho en el quinquenio anterior, las empresas spin-off-CSIC donde el conocimiento del grupo se plasma en la resolución de un tipo de problema y en la obtención de un producto demandado por un sector industrial.

En relación al punto E:

- Continuar con la participación en Jornadas de difusión de la Ciencia y la Tecnología, impartiendo conferencias y realizando demostraciones de los resultados de la investigación.
- Seguir colaborando con los Centros de Enseñanza Secundaria, Corporaciones Locales, Asociaciones Empresariales, Universidades y Centros de Investigación en la difusión del conocimiento que pueda tener un interés directo para los mismos.
- Favorecer la difusión de la investigación básica y aplicada en los medios de comunicación para que la sociedad que nos financia a través de múltiples Instituciones disponga de un conocimiento simplificado y continuo de las expectativas, iniciativas y logros de los grupos de investigación de este país.

Tabla 4-GPA-3.2.- Objetivos Específicos

Líneas de Investigación	Valoración Global	Capacidad	Calidad	Tendencia Competitiva	Relevancia Observaciones	Propuestas de Actuación
Robótica	4	3	5	Mejora	5	Potenciar
Sistemas sensoriales y de actuación	4	3	5	Mejora	5	Potenciar
Inteligencia artificial y sus aplicaciones	4	3	5	Mejora	5	Potenciar
Sistemas energéticos avanzados	4	3	5	Mejora	5	Potenciar

#### 4.GPA.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS

##### 4.GPA.4.1 Calidad en la investigación

- Alta tasa de obtención de recursos competitivos.
- Publicaciones en Congresos de prestigio referenciados en la lista de ISI Thomson: ISI Proceeding Significant Conferences
- Transferencias de tecnología
- Publicaciones en Revistas Internacionales y SCI

- Investigación y desarrollos realizados por este grupo con alto valor de conocimiento añadido que da lugar a la creación de empresas spin-off CSIC para la transferencia tecnológica de los prototipos desarrollados en los proyectos de investigación (FORMA@2000 Santiago Ledesma, SOTech Gregorio Sánchez Mezquita)
- Formación y posterior trasvase de personal investigador altamente cualificado y formado a otros agentes sociales (Universidad, Instituciones, Empresas)

#### **4.GPA.4.2 Impacto de la investigación**

- Repercusión de la investigación en sistemas de interés social (ejemplo, red inalámbrica de sensores para medida calidad del aire en polígonos industriales: Municipio de Arganda)
- Potenciar a las PYMES españolas a la innovación de productos para mejorar su competitividad en el mercado internacional (ejemplo Proyecto HORMAS, proyecto AJUSA)
- Lanzamiento y ayuda a empresas spin-off para el desarrollo de productos generados a partir de la investigación realizada.
- Patente en explotación

#### **4.GPA.4.3 Generación de ingresos**

- Las tecnologías electrónicas, de la información y las comunicaciones que cultiva este grupo atraen la demanda de múltiples empresas. Sin embargo en muchos casos no se consigue materializar muchos contratos por la excesiva burocracia y falta de flexibilidad asociada a la formalización y desarrollo de los mismos.
- Las expectativas en estos campos (Sistemas Multisensor-Actuador, Sistemas de información, Sistemas energéticos avanzados: integración de energías renovables y pilas de combustible) son inmejorables, en lo que se refiere a un mercado potencial, con gran proyección socio-económica, pero es necesario arbitrar mecanismos de ayuda a los investigadores en la gestión y desarrollo de los proyectos I+D+I que les permitan disponer de tiempo para realizar la investigación básica requerida en la generación de conocimiento.

#### **4.GPA.4.4 Valor añadido**

- Internacionalización a través de publicaciones en temas de relevancia altamente priorizados a nivel internacional y nacional.
- Participación en diversos Congresos Internacionales (ISI Conferences) y visitas a centros nacionales e internacionales para establecer lazos de colaboración.

#### 4. PLAN ESTRATÉGICO DEL INSTITUTO DE AUTOMATICA INDUSTRIAL

- Divulgación del conocimiento a través de los desarrollos y empresas de tipo spin-off, que han surgido del grupo, en ámbitos tecnológicos y empresariales.
- Imagen internacional del CSIC en las presentaciones a Congresos y Jornadas, fundamentalmente en aquellas en las que se realiza una demostración de carácter científico-tecnológico con un prototipo.

#### 4.BI.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE BIOINGENIERÍA (BIOINGENIERIA) EN SU ENTORNO COMPETITIVO

##### Lista de personal a 1 de enero de 2005

Dr.	D.	Ramón Ceres Ruíz	Profesor de Investigación
Dr.	D.	Leopoldo Calderón Estévez	Investigador Científico
Dr.	D.	Luis J. Barrios Bravo	Científico Titular
Dr.	D.	José Luis Pons Rovira	Científico Titular
Dra.	D <sup>a</sup>	M. <sup>a</sup> Dolores del Castillo Sobrino	Investigadora Titular (OPI)
	D.	Fernando J. Brunetti Fernández	Becario FPU
	D.	Juan Camilo Moreno Sastoque	Becario I3P Predoctoral
	D.	Eduardo Rocón de Lima	Becario I3P Predoctoral
	D.	Leandro Bueno	Becario I3P Postgrado
	D.	Antonio M <sup>a</sup> Cullell Miranda	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D.	Juan Antonio Miranda Díaz	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D.	Andrés Felipe Ruiz Olaya	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D.	José I. Serrano Moreno	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D.	Juan Carlos Contreras Barbosa	Permiso de Estancia

##### A) Análisis DAFO

###### *Fortalezas*

1. **Conocimiento científico y tecnológico adquirido y actividades desarrolladas en Bioingeniería durante los últimos 13 años por gran parte de los integrantes de los grupos SAM y GADA, origen, del actual, así como por otros investigadores de campos afines.** Estas actividades suponen la realización de 41 proyectos de I+D, participando en 9 redes temáticas, con establecimiento de numerosas relaciones estables con instituciones nacionales e internacionales y con una producción de 154 artículos, comunicaciones a congresos, etc.
2. **Importante internacionalización de las actividades del IAI en Bioingeniería,** en cuanto a participación y liderazgo de redes y proyectos, estancias, recepción de investigadores postdoctorales externos y organización de encuentros.
3. **El IAI como generador de acciones de coordinación en el área de la Bioingeniería.** Promoción por el IAI de la red iberoamericana RIBERDISCAP. Creación por el Comité Español de la IFAC de un Grupo Temático de Bioingeniería, dentro del campo de la automática, en el que el IAI desarrolla una especial actividad. Así mismo dentro del Plan Nacional se ha creado la Red REDINBIO que agrupa a unas cuarenta instituciones, la mayor parte de universidades, y solamente el IAI por parte del CSIC.
4. **Creación en enero de 2005 de la empresa TECHNAID para desarrollo de soluciones tecnológicas en el campo de la salud.** Empresa generada como spin-off del Grupo SAM del IAI, comenzando a comercializar, entre otros productos, algunos originados de resultados del Grupo, con el correspondiente acuerdo con el Instituto.
5. **Reconocimiento científico de la labor del IAI en el ámbito de la Bioingeniería.** Diversas actuaciones del Instituto en el campo de la Bioingeniería tales como obtención de uno de los Premios Internacionales de la ONCE de tecnologías en su edición de 2002, participación en jurados de los Premios Infanta Cristina del

<p>IMERSO, participación en la elaboración del Libro Blanco de I+D+i de la Discapacidad, en numerosos tribunales de tesis doctorales y revisión de revistas y comités de evaluación de ANEP, AENOR, P. Marco y otros.</p>
<p><i>Debilidades</i></p>
<p>1. <b>Desequilibrio actual entre los diferentes departamentos del Instituto.</b></p>
<p><i>Oportunidades</i></p>
<p>1. <b>Importancia creciente del área de Bioingeniería.</b> La Bioingeniería representa en la actualidad uno de los campos emergentes de la ciencia y la tecnología y que se pone de manifiesto por su inclusión en varias de las prioridades del Programa Marco de la U.E., especialmente en los programas NMP e IST, y así mismo en el Plan Nacional que dedica un Subprograma además de distintos apartados de diferentes programas.</p> <p>2. <b>Participación del IAI en la creación del Cluster multidisciplinar en Biotecnología.</b> Acción realizada en colaboración con la Cámara de Comercio de Madrid. Así mismo se han sentado las bases para la creación de una red española de agentes tecnológicos en torno a la discapacidad.</p> <p>3. <b>Rol activo del nuevo Grupo de Bioingeniería en la generación de acciones de investigación.</b> Se han presentado en el presente momento cinco proyectos de investigación a convocatorias de la UE en esta área de Biotecnología, siendo tres de ellos liderados por el IAI. Así mismo, se ha solicitado la construcción de un laboratorio experimental de biometría para potenciar las investigaciones en estos temas. Además, hay varias propuestas en preparación.</p> <p>4. <b>No hay centros de Bioingeniería en España que desarrollen una investigación básica en Biomecánica y Control del Movimiento.</b> No obstante, existe una demanda, por parte de la sociedad, que requiere este tipo de conocimientos relacionados con la salud, ergonomía, bienestar o deporte.</p> <p>5. <b>Necesidad creciente de transferencia hacia la sociedad de resultados en el área de la Bioingeniería.</b> La existencia de centros especializados en transferir en ciertas áreas los conocimientos propios de un Grupo de Bioingeniería a distintos ámbitos de aplicación, por ejemplo, en tecnologías médicas (rehabilitación, ayudas técnicas a discapacitados), en ergonomía (análisis del puesto de trabajo) o en deporte (evaluación del rendimiento "performance").</p>
<p><i>Amenazas</i></p>
<p>1. <b>Desarrollo creciente por potentes grupos multinacionales de soluciones tecnológicas competitivas en TICs</b> cada vez más adaptadas a problemas clásicos de la industria de fabricación.</p> <p>2. Falta de apoyo y posibilidades de colaboración del sector productivo por estar centrado actualmente en general en soluciones de bajo nivel tecnológico</p>

## B) Posicionamiento Integrado

El Grupo de Bioingeniería integra el dominio de las tecnologías mecatrónica, sensórica y procesamiento de señales orientadas a la medida y actuación para el movimiento y actividades de las personas, tanto sanas como disminuidas.

**Capacidades de investigación. Masa crítica con relación al entorno.**

En el área de Bioingeniería, se cuenta con un grupo importante a nivel nacional, que puede considerarse de tamaño medio en el ámbito internacional, con un total de 5 doctores en plantilla y 9 becarios/contratados.

#### **Calidad relativa.**

El impacto de las investigaciones en Bioingeniería cubre tanto el aumento del número y la potencialidad de los investigadores, como la difusión de sus conocimientos en medios contrastados y la implementación y explotación (spin-off) de ayudas técnicas para patologías y discapacidad.

#### **Tendencia competitiva.**

La competitividad científica en Bioingeniería del Instituto se espera aumentar desde un nivel medio internacional a un nivel muy alto principalmente liderando proyectos europeos y estructuras de participación, aumentando el cuadro de científicos y los intercambios con centros y empresas de alta cualificación.

Tabla 4-BI-1.- Posición competitiva del grupo de BIOINGENIERIA en las líneas de Investigación

Líneas de Investigación	Valoración Global	Capacidad	Calidad	Tendencia Competitiva	Relevancia Observaciones	Propuestas de Actuación
Bioingeniería	4	4	5	5	4	A potenciar

#### **Relevancia del CSIC, y su valor añadido, o complementariedad, respecto de otros actores que desarrollan esas líneas en España.**

Pese a los escasos medios actuales del CSIC en temas relacionados con la automática e informática en Bioingeniería, con estas propuestas y otras acciones de coordinación tales como las iniciadas con centros como el CNM (CSIC) de Barcelona, y apoyándose en otros centros del CSIC de ciencias biomédicas (Inst. de Biomedicina de Valencia, Inst. Neurociencias de Alicante...), se pretende aumentar claramente el papel del CSIC en este campo. Instituciones competidoras en España son principalmente ciertas universidades, principalmente la UPM (ETSIT), la UPC (ETSII), IBV-UPV; en Europa se pueden citar el CALL Center y RNIB (UK), Swedish Handicap Institute (Suecia), Center for Sensory Motor Interaction (DK), Scuola Sup Sant'Anna (Italia), y otros.

#### **Propuesta de actuación.**

Creación de un nuevo Grupo de Bioingeniería mediante la integración de los grupos de investigación SAM y GADA que permita:

1. Fortalecer la posición del IAI y del CSIC en el área de la Bioingeniería tanto en el ámbito nacional como internacional.
2. Obtener un conocimiento científico y tecnológico de calidad en el área de la Bioingeniería.
3. Permitir la transferencia de este conocimiento a la sociedad con actuaciones en los campos de la discapacidad, el envejecimiento, la salud y el deporte prioritariamente.
4. Mejorar la visibilidad y difusión de los resultados científicos.

5. Contribuir a una mejor organización interna del IAI por la creación del nuevo grupo con un enfoque multidisciplinar.

#### **4.BI.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO BIO**

##### **4.BI.2.1 Misión**

La misión del IAI en el área de la Bioingeniería se centra en la realización de actividades de investigación tendentes a la generación de nuevos conocimientos y al desarrollo de soluciones tecnológicas explotables, orientado todo ello a la comprensión y al control de los sistemas biológicos humanos y su relación con el entorno.

Con ello se pretende aumentar la potencialidad del IAI para dar una respuesta aún más adecuada a la Sociedad dirigiendo las investigaciones a la mejora directa del bienestar de la persona.

En este contexto, se contemplan el análisis y la evaluación de funciones y estructuras corporales así como la compensación de ciertos déficits, dependencias y patologías. Serán igualmente objeto de interés los sistemas que permitan potenciar la actividad humana y su relación con el medio, ya sea en el ámbito de la salud y deporte o en el de la autonomía de personas mayores y con discapacidad neurológica, motora o sensorial.

##### **4.BI.2.2 Visión**

En el área de Bioingeniería, partiendo de las bases actuales, se plantea convertir el Instituto, en el plazo de 4 a 6 años, en un centro de primer nivel europeo y de máxima referencia a nivel español en cuanto a análisis, construcción de modelos biológicos humanos y sistemas asociados de compensación funcional de capacidades físicas y cognitivas, principalmente ligadas al envejecimiento y a la discapacidad así como en otras áreas afines de la salud y deporte.

#### **4.BI.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN**

Las disciplinas propias del área de Bioingeniería se enmarcan dentro del campo de la Automática y las Ciencias de la Computación. Los trabajos a desarrollar comprenden la captación de señales y su procesamiento, así como el análisis de los datos derivados de ellas y otros datos biológicos e igualmente el modelado de biosistemas humanos. Para mejorar estos procesos de análisis y modelado se podrá integrar conocimiento procedente de otras fuentes con el fin de reducir la incertidumbre, especialmente en casos complejos. Se contempla también como parte importante el desarrollo de nuevo dispositivos físicos potenciadores o alternativos de las capacidades humanas, incluyendo sistemas multimodales de interacción con el entorno.

##### **4.BI.3.1 Objetivos generales**

De acuerdo con la misión y visión del nuevo grupo de Bioingeniería, se plantean los siguientes objetivos generales:

B1) Diseñar proyectos de investigación que aporten profundas mejoras en aspectos básicos de la bioingeniería, en concreto en la adquisición y tratamiento de señales y datos biológicos, y en la interacción hombre-máquina.

B2) Promover el desarrollo de la bioingeniería por medio de la sinergia y fertilización cruzada entre los campos de la automática, las ciencias de la computación y la biología aportando significativas contribuciones científicas y desarrollos tecnológicos de utilidad en los dominios de la discapacidad, el envejecimiento y la salud y deporte.

El desarrollo de los objetivos generales B1 y B2 se llevará a cabo mediante el fomento de las siguientes sublíneas de investigación dentro de la línea general de Bioingeniería:

#### CAPTACIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑAL BIOELÉCTRICA Y BIOMECÁNICA. ANÁLISIS DE DATOS BIOLÓGICOS.

Medida de EMG, EEG, ENG

Fusión señal bioeléctrica – biomecánica

Desarrollo y estudio de modelos fisiológicos y biomecánicos

Contextualización de la información (entornos inteligentes)

#### INTERACCIÓN HOMBRE – MÁQUINA Y ROBÓTICA DE REHABILITACIÓN

Estrategias de control

Actuadores para aplicación de carga biomecánica

Estimulación funcional. TMS.

Captación y procesamiento de señal ultrasónica y táctil. Percepción alternativa y extendida.

#### NEUROIMAGEN FUNCIONAL

Métodos experimentales en IRMf y otras técnicas no invasivas.

Procesado de señal, inferencia estadística, modelado y reconocimiento de patrones para neuroimagen.

Fusión multimodal de imagen

#### SISTEMAS COGNITIVOS

Aprendizaje automático.

Descubrimiento de conocimiento

Lingüística computacional

Arquitecturas cognitivas.

### Análisis del control neuronal del movimiento

En cuanto a los campos de aplicación, los trabajos se orientarán a las siguientes áreas:

#### CIENCIA

Investigaciones en Neurociencia Cognitiva  
Modelos neurofisiológicos  
Modelos biomecánicos

#### DISCAPACIDAD-ENVEJECIMIENTO Y REHABILITACIÓN

Interfaz hombre – máquina. Ayudas técnicas mediante interfaces cerebro-computador.

Accesibilidad  
Compensación y estabilización funcional. Movilidad, orientación, manipulación y comunicación.  
Compensación cognitiva  
Análisis de trastornos del movimiento  
Tecnologías de apoyo a deficientes visuales y cognitivos  
Elaboración de esquemas, resúmenes  
Motores de búsqueda en sistemas de información

#### SALUD Y DEPORTE

Estudios de ergonomía  
Ayuda al diagnóstico. Sistemas de diagnosis a partir de casos expresados en lenguaje natural escrito.  
Diagnosis y caracterización de daños y patologías cerebrales  
Modelado, valoración, objetivación y evolución de tratamientos y patologías  
Tele-monitorización y telemedicina e Instrumentación biomédica  
Evaluación del rendimiento (performance)

B3) Formar personal técnico e investigador en bioingeniería.

B4) Fomentar iniciativas de proyección al mercado de soluciones tecnológicas para problemas de salud y deporte y discapacidad.

B5) Acciones de creación de foros y estructuras de relación entre los diferentes agentes (médicos, psicólogos, terapeutas, usuarios...) para mejora de los planteamientos y resolución de los problemas.

#### **4.BI.3.2 Objetivos específicos**

Las actuaciones específicas para el desarrollo de los objetivos generales son:

Para el desarrollo de B1):

B1.1) Desarrollar de forma constante y simultánea en el seno del equipo al menos dos (2) proyectos de investigación básica de generación de conocimientos (CICYT, CAM), dos (2) de fomento de la innovación tecnológica (EUROPEOS, PROFIT, IBEROEKA, EUREKA) y dos (2) de transferencia de tecnología.

Para el desarrollo de B2):

B2.1) Publicar al menos cinco (5) artículos anuales en revistas internacionales de prestigio, tanto en el ámbito técnico (Sensors & Actuators A, IEEE T. Neural Systems and Rehabilitation engineering, IEEE T. Biomedical Eng., IEEE Eng. in Med. and Biology, J. of Technology and Disability, Biological Cybernetics) como de investigación biomédica (J Biomechanics, Gait&Posture, J Neurophysiology, Experimental Brain Research), y diez (10) ponencias en diferentes congresos (Eurosensors, IEEE ICRA, IEEE EMBS, J. de Automática, International Society of Biomechanics (ISB), International Society for Posture and Gait Research (ISPGR) y la European Society of Biomechanics (ESB).

B2.2) Participar anualmente en la organización de un (1) congreso-seminario nacional (dar continuidad a las Jornadas de Bioingeniería) y otro internacional (dar continuidad a la serie Iberdiscap), más otras acciones en temas afines. A medio plazo, se podría plantear acoger una de los congresos bianuales de la sección de la ISB dedicada al análisis del movimiento en 3-D.

B2.3) Participación en comités editoriales de revistas científicas.

Para el desarrollo de B3):

B3.1) Defensa de una (1) Tesis Doctoral anual centradas en el desarrollo de las líneas de investigación del departamento.

B3.2) Fomento de estancias de investigación en los centros con los que se colabora habitualmente y con otros centros afines (ámbito nacional, europeo e internacional).

B3.3) Elaboración de dos (2) Tesis de Maestría anuales.

Para el desarrollo de B4):

B4.1) Fortalecimiento de acciones de transferencia en la línea del spin-off generado en el Grupo y otras de tipo transnacional.

B4.2) Explotar al menos una (1) realización cada dos años (en colaboración con empresas del sector o la spin-off del grupo).

Para el desarrollo de B5):

B5.1) Establecer una red nacional en el ámbito de las líneas de investigación o de los campos de aplicación del Departamento de Bioingeniería con el concurso de los diferentes agentes (centros de I+D+i, fabricantes y asociaciones de usuarios).

B5.2) Desarrollo de colaboración estable con centros en el área (en el ámbito local e internacional).

#### **4.BI.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS**

Existe actualmente una clara y generalizada tendencia hacia la investigación multidisciplinar y las tecnologías convergentes. La Bioingeniería es una muestra de ello, y la reciente creación del National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering, como el más nuevo de los National Institutes of Health (NIH) en los EE. UU., es una prueba palpable de la mencionada tendencia.

Aquí en Europa, las distintas administraciones promueven y generan el marco que permite potenciar el desarrollo de la investigación en el ámbito de la Bioingeniería. En el entorno europeo, la investigación en Bioingeniería está fomentada a través de tres áreas temáticas dentro del VI Programa Marco de Investigación

1. Ciencias de la vida, genómica y biotecnología aplicadas a la salud (Life sciences, genomics and biotechnology for health, LIFESCIHEALTH)
2. Tecnologías de la sociedad de la información, (Information society technologies, IST), y
3. Nanotecnologías y nanociencias, materiales multifuncionales basados en el conocimiento y nuevos procedimientos y dispositivos de producción, (Nanotechnologies and nano-sciences, knowledge-based multifunctional materials and new production processes and devices, NMP).

De estas tres áreas temáticas, la primera presenta un enfoque orientado hacia acciones para la mejora de la calidad de vida de las personas incluyendo nuevos métodos para diagnósticos más precisos así como en cuanto a la mejora de tratamientos. Las dos últimas (de las que previsiblemente más se beneficiará el nuevo Departamento de Bioingeniería), plantea la investigación en el ámbito de la información, obtención de conocimiento y desarrollo de nuevas tecnologías para la medida, interpretación e integración de información para la salud y deporte y de ayuda a la discapacidad.

En el ámbito Nacional y Regional, los programas de investigación contemplan subprogramas específicos orientados a la investigación en tecnologías sanitarias y de ayuda a la discapacidad. Así, el plan de investigación de la Comunidad de Madrid, contempla la investigación en el áreas de Tecnologías y Ciencias de la Salud, y más en concreto con acciones específicas en Biotecnologías y Ciencias de la Salud (Bioinformática y modelización virtual, Imágenes biomédicas, Tecnologías de la información y comunicación en biomedicina, Procedimientos terapéuticos asistidos por ordenador y cirugía mínimamente invasiva, Neurociencias, Ingeniería Biomédica...).

Un entorno similar se puede constatar en el ámbito nacional. Existen varias acciones en línea con la propuesta de creación del nuevo Departamento de Bioingeniería a través de los siguientes Programas Nacionales:

- Dentro del área de Ciencias de la Vida:

- PN de Biomedicina,
  - PN de Tecnologías para la Salud y el Bienestar,
  - PN de Biotecnología,
- Área de Química, Materiales y Diseño y Producción Industrial:
  - PN de Diseño y Producción Industrial,
- Área de Tecnologías de la Sociedad de la Información:
  - PN de Tecnología Electrónica y de Comunicaciones,
  - PN de Tecnologías Informáticas,
  - PN de Tecnologías de Servicios de la Sociedad de la Información.

El sector empresarial beneficiario y relacionado con la Bioingeniería comprende una serie de subsectores importantes que actúan en las diferentes facetas de fabricación, soporte y distribución, desarrollo de aplicaciones y mantenimiento. El conjunto de las empresas de tecnología sanitaria, cuya federación de empresarios (FENIN) está organizada por subsectores como los de electromedicina, cardiovascular, neurocirugía, implantes para cirugía ortopédica y traumatológica, servicios sanitarios y otros.

El conjunto de las acciones descritas más arriba establece un entorno favorable al desarrollo de la Bioingeniería en el que tanto la administración como la empresa privada se constituyen en agentes financiadores de las distintas actividades.

#### **4.BI.4.1 Calidad en la investigación**

Los indicadores de calidad de la investigación propuesta deben estar en relación directa con las acciones específicas propuestas en el apartado 4.3.2. Se proponen los siguientes:

- Aumento del número de doctores de 6 a 10.
- Aumento del personal total de 14 a 25.
- Publicación de entre 1 y 2 artículos científicos en revistas SCI por investigador y año.
- Participación en entre 2 y 3 conferencias nacionales e internacionales por investigador y año.
- Obtención de al menos un proyecto de investigación por investigador y año.
- Dirección de al menos una tesis doctoral por investigador en el periodo 2005-2009.

#### **4.BI.4.2 Impacto de la investigación**

Consolidación del spin-off "TechAid S.L.", principalmente con resultados de investigaciones del IAI y de otras acciones de transferencia.

#### **4.BI.4.3 Generación de ingresos**

Aumento de los ingresos por proyectos con las distintas administraciones y con empresas además de las participaciones sobre los productos comercializados por TechAid S.L.

#### **4.BI.4.4 Valor añadido**

La investigación propuesta además de ser científicamente relevante tiene un marcado contenido social en tanto que pretende dar respuesta a necesidades de la sociedad en cuanto a la calidad de vida de las personas.

#### 4.GEND.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA (GEND) EN SU ENTORNO COMPETITIVO

##### Lista de personal a 1 de enero de 2005

Dr.	D.	Luis Gómez-Ullate Alvear	Investigador Científico
Dr.	D.	José Javier Anaya Velayos	Científico Titular
Dr.	D.	Carlos Fritsch Yusta	Científico Titular
Dr.	D.	Alberto Ibáñez Rodríguez	Científico Titular
Dr.	D.	Oscar F. Martínez Graullera	Científico Titular
Dra.	D <sup>a</sup>	María Teresa Sánchez Martín	Científica Titular
	D.	Eugenio Villanueva Martínez	Titulado Técnico
Dr.	D.	Roberto Carlos Giacchetta	Titulado Superior. Contratado
Dra.	D <sup>a</sup>	Montserrat Parrilla Romero	Titulada Superior. Contratada
	D.	Juan Carlos Liébana Gallego	Técnico Superior. Contratado
	D.	Manuel Cegarra Polo	Técnico Superior. Contratado
	D.	Daniel Jiménez González	Becario
	D.	Ignacio Segura Pérez	Becario

##### A) Análisis DAFO

###### *Fortalezas*

1. **Grupo de investigadores con suficiente masa crítica** en diversas áreas científicas relativas a evaluación no destructiva (END).
2. **Capacidad demostrada a lo largo de los últimos 15 años para acometer iniciativas de investigación multidisciplinar con rápida y amplia capacidad de respuesta.**
3. **Intensa colaboración desde hace años con grupos de investigación relacionados** con END pertenecientes a otros Centros del CSIC y de la Universidad (p.e.: Politécnica de Valencia, Politécnica de Madrid, Politécnica de Barcelona, de Jaén, etc), como lo demuestran los múltiples proyectos coordinados a nivel Nacional e Internacional.
4. **Alta competitividad nacional e internacional de la actividad científica**, como se demuestra en los proyectos y publicaciones del grupo.
5. **Extendida presencia estatal y liderazgo en la explotación comercial** de diversas tecnologías protegidas por patentes.
6. **Alto grado de colaboración con empresas** con resultado de cesión de sistemas de alta tecnología a la industria para su comercialización. En este sentido, el grupo tiene numerosos prototipos comercializados en instalaciones de inspección automática de componentes aeronáuticos (AIRBUS), transporte ferroviario (TALGO), etc. Además, el grupo ha recibido diversos premios por su colaboración con la industria (Premio TALGO del año 2002 a la Innovación Tecnológica; mención especial del CDTI en relación a Innovación Tecnológica, Exportación, Resultados destacables de investigación en 1997). También ha sido destacada la colaboración con empresas en diversas ocasiones por la Comunidad de Madrid.
7. **Clara demanda social:** 1) de los temas y especialidades del grupo GEND, demostrado con el gran volumen de proyectos de I+D y 2) del personal formado en el grupo.

<p>8. Elevada tasa de autofinanciación en el grupo</p> <p>9. <b>Creación de la empresa spin-off DASEL SL</b> para facilitar la transferencia a la sociedad de los resultados tecnológicos</p> <p>10. <b>Capacidad demostrada para formación de personal investigador</b>, que se refleja en la calidad de las tesis doctorales realizadas en el seno del grupo. Es de destacar la consecución de un Premio Extraordinario a Tesis Doctoral por parte de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales.</p>
<p><i>Debilidades</i></p> <p>1. <b>Imposibilidad administrativa de plantear dentro del grupo de investigación una política de personal a medio y largo plazo que garantice la continuidad</b> de los investigadores formados. La contratación con recursos propios está limitada administrativamente y los recursos externos son muy limitados e impredecibles.</p> <p>2. <b>Baja tasa de publicaciones científicas</b> en parte debido al trabajo dedicado a transferencia tecnológica a la industria. No existe, hasta el momento, en el CSIC una valoración adecuada del trabajo correspondiente a la transferencia tecnológica.</p> <p>3. <b>Limitaciones de personal de apoyo</b> a la investigación</p> <p>4. <b>Alta edad de algunos investigadores del grupo</b> lo que implican varias jubilaciones en el próximo decenio. Alta edad media en los nuevos ingresos de personal Científico Titular</p> <p>5. <b>Carencia de equipamientos de END de última generación</b></p>
<p><i>Oportunidades</i></p> <p>1. <b>La mayoría de las líneas y sublíneas de investigación del grupo GEND están priorizadas a nivel Nacional e Internacional</b> (ensayos no destructivos, sistemas complejos, control de calidad integral en línea, seguridad en estructuras en las áreas de aeronáutica, energía, transporte, construcción, etc.)</p> <p>2. <b>La aparición de nuevos materiales compuestos</b> sometidos a esfuerzos cada vez mayores, demanda el control de calidad integral y garantía de calidad de la estructura interna de los materiales.</p> <p>3. <b>El desarrollo de nuevas tecnologías</b> (materiales, electrónica, informática, comunicaciones, etc.) <b>permite abordar nuevos temas de calidad integral y de seguridad.</b> Incremento de la demanda industrial y social en los temas de control de calidad integral y seguridad.</p> <p>4. <b>Posibilidad de aplicación clínica de la imagen ultrasónica para diagnóstico de enfermedades</b> (bioingeniería).</p> <p>5. <b>Participación activa del grupo GEND en la asociación de END española y europea y en redes de excelencia</b> con temas relacionados con la evaluación no destructiva.</p>
<p><i>Amenazas</i></p> <p>1. <b>Aunque calidad y seguridad son temas con una gran demanda social, son causa de un incremento en los costes de producción industrial</b>, por tanto son de los primeros a eliminar en caso de conflicto económico en la industria y en la sociedad.</p> <p>2. <b>La velocidad con que evolucionan las nuevas tecnologías y los bajos costes</b> de muchos de los productos y sistemas generados con las mismas, fundamentalmente <b>en países asiáticos</b>, contrasta con la gran inercia de la Administración.</p> <p>3. La <b>existencia de una normativa, en la Administración, enormemente rígida y obsoleta</b> que restringe una respuesta rápida ante las propuestas de proyectos de I+D, especialmente frente a las necesidades y exigencias de las empresas.</p>

4. Los **criterios de evaluación de la actividad investigadora no están relacionados directamente con el tipo de trabajo a realizar en un área tecnológica**; además los criterios ni son homogéneos ni temporalmente estables. De hecho, el trabajo en proyectos aplicados y de transferencia industrial se encuentra claramente ignorado, si no penalizado, frente a los criterios de valoración “académicos” donde se prioriza de forma casi exclusiva la publicación científica (SCI).

5. **La extensísima carrera de formación de los nuevos investigadores** (entre ocho y diez años como media) hace que gran parte de éstos elijan otras oportunidades. Un caso que se da en numerosas ocasiones, es que doctores formados en el CSIC se van como profesores a la Universidad.

## B) Posicionamiento Integrado

El grupo GEND es el mayor grupo del CSIC dedicado a evaluación no destructiva. Es un grupo multidisciplinar que, además, colabora asiduamente con otros grupos del CSIC, de la Universidad y de Centros Tecnológicos en aquellos aspectos en que los proyectos pueden fortalecerse. Tiene un alto grado de colaboración con empresas con resultado de cesión de sistemas de alta tecnología a la industria para su comercialización. Además ha recibido diversos premios por su colaboración con la industria (Premio TALGO del año 2002 a la Innovación Tecnológica; mención especial del CDTI en relación a Innovación Tecnológica, Exportación, Resultados destacables de investigación) o por formación de doctores (Premio Extraordinario a Tesis Doctoral por parte de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales). Los productos tecnológicos generados por el grupo GEND compiten con la tecnología mundial, y además de su uso nacional están siendo exportados a países como Francia, Inglaterra, Argentina, China, etc.

Tabla 4-GEND-1. Posición competitiva del grupo GEND en las líneas de Investigación

Líneas de Investigación	Valoración Global	Capacidad	Calidad	Tendencia Competitiva	Relevancia Observaciones	Propuestas de Actuación
Ensayos no destructivos	4	4	5	Mejora	4	Potenciar
Sistemas sensoriales y de actuación	4	4	5	Mejora	4	Potenciar

## 4.GEND.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO GEND

### 4.GEND.2.1 Misión

- Apoyar la investigación aplicada y multidisciplinar para generar conocimiento que pueda ser volcado en desarrollos tecnológicos en las áreas de trabajo cultivadas en el grupo.
- Facilitar la transferencia de tecnologías que contribuyan a la generación de nuevos productos, y a la consolidación de nuevas técnicas, equipos o

procesos que potencien el tejido industrial y los Servicios a los ciudadanos de este país.

- Potenciar la captación de recursos nacionales e internacionales para la investigación y contribuir así a la formación de una sociedad productora de conocimientos.
- Contribuir a la creación de habilidades relacionadas con las nuevas tecnologías, interés por la investigación y la aplicación a temas concretos a través de la formación de personal técnico y científico, la demostración en cursos y seminarios en laboratorios o estaciones piloto del IAI.
- Difundir los resultados de la investigación aplicada, a través de la participación activa en Jornadas, Semanas de la Ciencia, Ferias y en todos los medios de comunicación accesibles, para conocimiento de la Sociedad que en definitiva está soportando los gastos de la investigación pública.

#### **4.GEND.2.2 Visión**

- El Grupo GEND pretende convertirse en un centro de referencia y excelencia en investigación básica y aplicada y en formación de carácter multidisciplinar en líneas que cultiva.
- En esta posición se constituirá como un puente entre la investigación básica y la aplicada demandada cada vez con mayor intensidad por el tejido empresarial de este país para la iniciación y desarrollo de Departamentos de I+D en empresas en estrecha colaboración con el IAI.

#### **4.GEND.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN**

La actividad investigadora de GEND se centrará en el estudio y desarrollo de nuevas técnicas para la Evaluación No Destructiva (END) de materiales, estructuras y sistemas, fundamentalmente basadas en tecnología de ultrasonidos. La línea de Evaluación no Destructiva pertenece a las áreas de Automática y de Tecnología de las Comunicaciones, y tiene un carácter multidisciplinar.

##### **4.GEND.3.1 Objetivos generales**

De acuerdo con la estrategia de investigación se plantea como objetivos generales:

(OG1) Avanzar en el conocimiento teórico-práctico en el área de Evaluación no Destructiva por ultrasonidos. Esto implica profundizar en las siguientes sublíneas:

- Física de ultrasonidos. Estudio de la propagación ultrasónica en medios complejos. Nuevos métodos de análisis y síntesis de campo ultrasónico.
- Imagen Ultrasónica. Nuevas estrategias para la formación de imagen ultrasónica de calidad, de aplicación tanto en el ámbito clínico (ecografía) como en el industrial (tomografía ultrasónica).

- Sensores y actuadores. Nuevos diseños de transductores ultrasónicos multi-elemento. También se investigarán nuevas tecnologías de fabricación de transductores que faciliten la generación de imagen ultrasónica (P.e.: en el próximo trienio se colaborará con el grupo de transductores de banda ancha del IA-CSIC para aplicar por primera vez en España las tecnologías CMUT (capacitive micromachined ultrasonic transducers) en el diseño y fabricación de arrays ultrasónicos.
- Arquitecturas de sistemas electrónicos. Nuevas tecnologías en arquitectura de sistemas electrónicos para generación y procesamiento de imagen ultrasónica.
- Caracterización de materiales. Nuevos procedimientos para la caracterización de materiales, en especial de materiales compuestos (p.e.: compuestos de cemento, cerámicas, etc).
- Evaluación no destructiva. Nuevas metodologías de evaluación no destructiva a partir de la imagen ultrasónica para múltiples aplicaciones industriales (aeronáutica, transporte ferroviario, generación de energía, petróleo, etc.).

(OG2) Transferencia tecnológica al entorno socio económico de los resultados de la investigación.

La temática de END involucra múltiples facetas de I+D, en particular si se dirigen los resultados a la transferencia tecnológica industrial, tal y como se ha hecho hasta ahora y se tratará de hacer en el futuro. Desde el punto de vista de las aplicaciones, se abordarán los problemas de:

- Medida de magnitudes físicas en general
- Detección y evaluación de defectos
- Caracterización de la estructura interna de los materiales compuestos.

La temática de END cubrirá los siguientes campos de aplicación:

- Inspección de estructuras en áreas tales como aeronáutica, transporte, energía, obra civil, etc.
- Asegurar fabricaciones libres de defectos externos e internos, aspecto cada vez más importante para la competitividad industrial.

Por último, no deben olvidarse las posibilidades de aplicación clínica de la imagen ultrasónica para el diagnóstico de enfermedades.

(OG3) Formación de personal investigador y técnico en este área.

(OG4) Coordinación con diferentes grupos nacionales e internacionales afines y/o complementarios.

(OG5) Difusión de los resultados en diversos foros científicos y sociales.

Desde el punto de vista de las aplicaciones, se abordarán los problemas de:

- Metrología
- Detección y evaluación de defectos
- Caracterización de la estructura interna de los materiales compuestos.

La temática de END cubrirá los siguientes campos de aplicación:

- Inspección de estructuras en áreas tales como aeronáutica, transporte, energía, obra civil, etc.
- Asegurar fabricaciones libres de defectos externos e internos, aspecto cada vez más importante para la competitividad industrial.

No debe olvidarse la aplicación clínica de la imagen ultrasónica para el diagnóstico de enfermedades.

#### **4.GEND.3.2 Objetivos específicos**

Para conseguir los objetivos generales se plantean los siguientes objetivos específicos:

(OE1) Es objetivo fundamental del grupo GEND el progreso científico en la línea de Evaluación no Destructiva por ultrasonidos con avances en los siguientes aspectos:

- Modelado de la propagación ultrasónica en medios complejos y con interfases.
- Generación y representación de imagen ultrasónica 2D y 3D
- Nuevos diseños de transductores multi-elemento ("arrays") bidimensionales. Diseño de transductores mediante tecnología CMUT.
- Arquitecturas electrónicas específicas para generación de imagen ultrasónica a partir de arrays de transductores.
- Caracterización de materiales: caracterización de la porosidad en compuestos de cemento y materiales cerámicos. Evaluación de materiales en el Patrimonio Histórico.

En este sentido, el grupo GEND se propone para los próximos cinco años generar cinco proyectos de investigación básica, donde se profundizará en los temas citados anteriormente. Por otro lado, se propone publicar una media de al menos 8 artículos anuales durante los próximos 5 años en revistas internacionales de prestigio y 8 ponencias anuales en diferentes congresos nacionales e internacionales.

(OE2) El segundo objetivo específico se deriva del objetivo general OG2. En cuanto a la transferencia de tecnología, se pretende realizar al menos cuatro proyectos de investigación aplicada de ámbito internacional, europeo o iberoamericano, y cuatro contratos con empresas para transferencia de tecnología. Los resultados de estos proyectos se plasmarán en el registro de al menos tres patentes. Se pretende también potenciar la transferencia de resultados a través de la spin-off generada en el grupo.

(OE3) El tercer objetivo específico se deriva del objetivo general OG3. En cuanto a la formación de científicos, se pretende formar a seis doctores en el próximo quinquenio. Se fomentará la estancia de investigadores (5) en centros de investigación internacionales de prestigio. Se impartirán cursos para la formación

de tecnólogos en los temas de Evaluación no Destructiva (5) y participación en programas de doctorado. Participación en la formación de técnicos de laboratorio.

(OE4) El cuarto objetivo específico se deriva del objetivo general OG4. Se propone la colaboración con grupos nacionales e internacionales pertenecientes a otros centros o universidades con temáticas afines. Participación en redes de excelencia (dos al menos) y en proyectos coordinados nacionales e internacionales. Promover el intercambio de investigadores entre centros afines o complementarios.

#### **4.GEND.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS**

##### **Situación del tema Evaluación no Destructiva en el contexto nacional e internacional.**

Destaca el hecho de que en el CSIC y en las universidades españolas no existen otros grupos o departamentos que concentren su actividad en la temática de la Evaluación No Destructiva. En cambio, prácticamente todos los países desarrollados disponen de centros de investigación en la temática que constituyen una referencia a nivel nacional o internacional. Entre los más conocidos cabe citar la Comisión de l'Energie Atomique (CEA, Francia), Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (CNRS, Francia), Fraunhofer Institute for Non-Destructive Testing (Saarbrücken, Alemania), Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung (BAM, Berlín), Non-Destructive Testing Information Analysis Center (NTIAC, San Antonio, Texas, EEUU), Laboratorio Ultrasuoni e Controlli non Distruttivi (Univ. Firenze, Italia), NDT Laboratory (Univ. Bristol, Inglaterra), etc. Este hecho también se da en otros países menos desarrollados (Argentina, Brasil, Uruguay, Méjico, por ejemplo).

En España existen, no obstante, algunos otros grupos que incluyen técnicas relacionadas con la END entre sus actividades, más diversas. Nuestro grupo ha cooperado con muchos de ellos, destacando el departamento de Ultrasonidos del Instituto de Acústica, el Departamento de Procesamiento de Señal de la Univ. Politécnica de Valencia, el Grup de Sistemes Sensors de la Univ. Politécnica de Barcelona, el Departamento de Ingeniería Electrónica, Telecomunicación y Automática de la Univ. de Jaén, el Centro de Automatización, Robótica, Tecnologías de la Información y de la Fabricación (CARTIF, Boecillo, Valladolid) y la Asociación para la Investigación de las Industrias de la Construcción (AIDICO).

Dentro del nuevo Plan Nacional 2004-2007 la temática desarrollada en este grupo se encuentra explícitamente contemplada en los siguientes puntos:

Área de química, materiales y diseño de producción industrial.

- PN de materiales. Prioridad temática: tecnologías de apoyo
- PN de diseño de producción industrial. Prácticamente en todas las prioridades temáticas.

Área de Tecnologías de la Sociedad de la Información

- PN de tecnología electrónica y de comunicaciones.

- PN de tecnologías informáticas.

#### Área de transporte y construcción

- PN de medios de transporte (Sector aeronáutico, marítimo, ferroviario, automoción)
- PN de construcción (Vida útil, seguridad, Patrimonio)

Todos estos planes están relacionados con los siguientes planes internacionales del VI Programa Marco:

- (1) Nanotecnologías y nanociencias, nuevos dispositivos y procesos de producción y materiales multifuncionales basados en el conocimiento
- (2) Tecnologías de la sociedad de la información
- (3) Acción clave sobre “Transporte en superficie sostenible” dentro del Programa “Desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas”
- (4) El área aeronáutica está siempre presente en los principales foros de la I+D internacional, especialmente en los diferentes Programas Marco de la Unión Europea con la consideración de Acción Clave (KA 4)

#### **4.GEND.4.1 Calidad en la investigación**

- Transferencia de tecnología. Repercusión social y comercialización de los resultados de la investigación en los mercados nacional e internacional
- Obtención de recursos competitivos
- Patentes en explotación.
- Empresas de tipo spin-off propiciadas a partir de la investigación y desarrollos realizados en el IAI
- Formación de doctores
- Publicaciones en Congresos referenciados como ISI Proceeding Significant Conferences
- Tránsito de personal investigador altamente cualificado y formado en el IAI a otros agentes sociales (Universidad, Instituciones, Empresas)

#### **4.GEND.4.2 Impacto de la investigación**

- Repercusión de la investigación en la industria (por ejemplo, prototipos industriales comercializados, patentes en explotación, royalties).
- Participación en proyectos internacionales
- Lanzamiento y ayuda a empresas spin-off para el desarrollo de productos generados a partir de la investigación realizada durante años en el IAI

#### **4.GEND.4.3 Generación de ingresos**

- El grupo GEND tiene una buena capacidad de generar recursos por proyectos de investigación. En el último quinquenio, se han ingresado 1.5 millones de euros, aproximadamente repartidos en partes iguales en proyectos del plan nacional, proyectos europeos del Programa Marco, y contratos con empresas. Se prevé que estos resultados se consolidarán en el próximo quinquenio, manteniendo proporciones semejantes a las descritas.
- El grupo GEND tiene una historia consolidada de generación de resultados de investigación transferibles que han sido puestos en explotación. Durante el próximo quinquenio se pretende continuar esta actividad, poniendo en explotación varios prototipos resultados de la investigación. En este sentido, el grupo se apoyará, además de en sus relaciones industriales consolidadas, en la empresa tipo spin-off generada por el grupo.

#### **4.GEND.4.4 Valor añadido**

- El grupo GEND es el mayor grupo de investigación pública dedicado a la temática de evaluación no destructiva por ultrasonidos. Esto incluye tanto los aspectos científicos como de transferencia tecnológica, siendo una referencia para importantes empresas nacionales e internacionales de diferentes áreas estratégicas (Airbus, TALGO, Tecnatom, MTorres, Slumberger, Sintef, Imasonic, SLB, etc.).
- Internacionalización del CSIC a través de publicaciones en temas de relevancia altamente priorizados a nivel internacional y nacional
- Divulgación del CSIC a través de los desarrollos y empresas de tipo spin-off que han surgido del mismo en ámbitos tecnológicos y empresariales.
- Imagen internacional del CSIC en las presentaciones a Congresos y Jornadas, fundamentalmente en aquellas en las que se realiza una demostración de carácter científico-tecnológico con un sistema físico.

#### 4.LOPSI.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO LOCALIZACIÓN Y EXPLORACIÓN EN SISTEMAS INTELIGENTES (LOPSI) EN SU ENTORNO COMPETITIVO

##### Lista de personal a 1 de enero de 2005

Dr.	D.	Antonio Ramón Jiménez Ruiz	Científico Titular
Dr.	D.	Fernando Seco Granja	Doctor. Contratado Juan de la Cierva
	D.	Aimar Egaña Aretxabaleta	Técnico Investigación y Lab. Contrat.
	D.	José Carlos Prieto Honorato	Becario FPI
	D.	Javier Orlando Roa Romero	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
	D.	Joao Ealo Cuello	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)

##### A) Análisis DAFO

<i>Fortalezas</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Líneas de investigación bien definidas.</b></li> <li>2. <b>Capacidad de generar resultados y patentes explotables comercialmente</b> en el tema de sistemas de localización local en interiores y exteriores utilizando ultrasonidos y señales acústicas.</li> <li>3. <b>Conocimientos de importantes de técnicas de modulación/codificación</b> para la medida de rangos con precisión y simultáneamente sin interferencia mutua.</li> <li>4. <b>Capacidad formativa</b> de personal investigador.</li> </ol>
<i>Debilidades</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Grupo con limitados recursos humanos</b> (tamaño del grupo actualmente pequeño), necesidad de encontrar financiación en sus líneas de trabajo para incorporar personal y mantener investigación a un buen nivel.</li> <li>2. <b>Escaso apoyo en gestión</b> para ayudar en la preparación de propuestas de proyectos.</li> <li>3. <b>Limitada internacionalización</b> de la actividad científica.</li> </ol>
<i>Oportunidades</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Gran demanda social de aplicaciones de sistemas de localización y exploración</b> para ser aplicados en sistemas inteligentes como: navegación autónoma, computación ubicua, redes de sensores, ayudas a discapacitados, etc. La localización hoy en día es común en exteriores mediante GPS, pero todavía no hay sistemas definitivos para operar en interiores, y se están barajando muchos (Telefonia, Wifi, UWB, Bluetooth, TV, RFID, ultrasonidos,...).</li> <li>2. <b>Posibilidades de transferencia de la tecnología</b> a empresas para servicios basados en localización y exploración del entorno que se demandarán cada vez más.</li> </ol>
<i>Amenazas</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Amenaza de otras soluciones basadas en RF para localizar con suficiente precisión</b> y que puedan hacer perder la capacidad competitiva del grupo en transferencia de resultados. El grupo fomentará la investigación en torno a otras técnicas alternativas o complementarias a las ultrasónicas, como RFID y UWB.</li> </ol>

2. **Limitada capacidad para atraer jóvenes investigadores o doctores**, por el largo proceso requerido para acceder a la plantilla de los grupos. Se espera que se valore la importancia de las líneas de investigación marcadas, los resultados, y la productividad del grupo, en la asignación interna de recursos humanos e infraestructuras.

#### B) Posicionamiento Integrado

El grupo LOPSI es un grupo de nueva denominación que surge manteniendo una buena parte de las líneas de investigación que se venían fomentando en el grupo SAM, y una fracción de sus recursos humanos y materiales. Dos doctores (Antonio R. Jiménez Ruiz y Fernando Seco Granja) y tres becarios del grupo SAM, fundaron el grupo LOPSI para mantener, apoyar y mejorar parte de las líneas del desaparecido grupo SAM.

El objetivo general del grupo LOPSI es conseguir conocimientos científicos y desarrollar soluciones tecnológicas basadas en técnicas precisas y fiables de localización y exploración del entorno que puedan ser aplicadas en la potenciación de sistemas inteligentes. La localización y exploración de un entorno cercano se alcanzan mediante técnicas avanzadas de procesamiento de señal para la medida precisa de rangos, utilizando arquitecturas basadas en balizas activas emisoras y receptoras, y en la fusión de diferentes estrategias para alcanzar una operación fiable y cooperativa. La tecnología base gira entorno a una combinación de señales acústicas y ultrasónicas, radio y láser.

Tabla 4-LOPSI-1.- Posición competitiva del Grupo LOPSI en las líneas de Investigación del IAI.

Líneas de Investigación	Valoración Global	Capacidad	Calidad	Tendencia Competitiva	Relevancia Observaciones	Propuestas de Actuación
Sistemas sensoriales y de actuación	4	3	5	Mejora	4	Mejora
Robótica	4	3	4.5	Mejora	4	Mejora
Automática	4	3	4.5	Mejora	4	Mejora

#### 4.LOPSI.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO LOCALIZACIÓN Y EXPLORACIÓN EN SISTEMAS INTELIGENTES (LOPSI)

La localización de personas y objetos móviles es sin duda una de las áreas tradicionales de investigación en automática y robótica, especialmente ligada a la navegación libre de vehículos autónomos. Las técnicas clásicas de percepción, basadas en ultrasonidos, infrarrojos y visión artificial, han permitido soluciones con un relativo grado de éxito para el desplazamiento de sistemas autónomos; sin embargo, su implantación fuera de entornos de investigación es, hoy en día, escasa. Los sistemas de posicionamiento absoluto mediante balizas ultrasónicas han demostrado su validez y precisión en aplicaciones de localización en interiores, pero tienen el inconveniente de exigir un gran despliegue de infraestructura. Actualmente, la investigación en sistemas de posicionamiento ha experimentado un auge por la pujanza de las tecnologías basadas en las ondas

de radio, desde sistemas altamente exitosos como el GPS (desarrollado específicamente para el posicionamiento) hasta otros cuyo objetivo primario es la comunicación de datos, pero sobre los que se realiza un esfuerzo investigador con el fin de que puedan aportar datos de posicionamiento; entre ellos pueden citarse la localización celular en telefonía móvil, los protocolos Bluetooth y Wi-Fi para comunicación inalámbrica, la radio de banda ultra-ancha (UWB), y los marcadores pasivos de radio-frecuencia (RFID). La confluencia de estas tecnologías, respaldadas por una implantación masiva en el mercado de consumo, hace que esté más cercano el objetivo mencionado anteriormente: la localización precisa de personas y todo tipo de objetos, en entornos exteriores e interiores, disponible de forma continua.

La realización de ese objetivo tendrá consecuencias importantes en la interacción de los usuarios con los ordenadores y el entorno. Los sistemas de guiado que doten de mayor autonomía y permitan la navegación no asistida de personas y robots móviles constituyen sólo la primera y más clásica aplicación de las técnicas de localización. Sin embargo, las tendencias actuales de investigación van más allá de este objetivo, y hacia la consecución de entornos inteligentes (o proactivos) que sean conscientes de la presencia de los usuarios y sean capaces de reaccionar y comportarse de una forma establecida. La distribución de redes de sensores y de los propios ordenadores por todo el entorno permitirá la realización del paradigma de computación ubicua, predicha por Weiser en la década de los 90, que consiste en la descentralización y distribución de los sistemas de computación por todo el entorno. La monitorización continua y no intrusiva de personas que lo requieran, como ancianos o discapacitados, es uno de los beneficios sociales más inmediatos que se esperan de estos sistemas; sin duda muchos otros servicios y aplicaciones surgirán en el futuro, como ha ocurrido con la implantación masiva de las tecnologías de comunicaciones portátiles.

### **4.LOPSI.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.LOPSI.3.1 Objetivos generales**

Dentro de los sistemas de localización en interiores, las técnicas ultrasónicas son las más precisas, aunque en la mayoría de los casos no han superado el estadio de prototipos de laboratorio y tienen escasa implantación en el mercado. Por otro lado las técnicas de localización por radio tanto para exteriores, mediante GPS, como en interiores, con nuevas estrategias de localización usando señales WiFi, Bluetooth, o de telefonía móvil, se están introduciendo en el mercado, y a pesar de que no son muy precisas (varios metros de error), es muy factible que acaben por aportar una solución casi universal al problema de la localización en todo tipo de entornos. Dentro de estas tecnologías de radio, el futuro estándar de radio de banda ultra-ancha (UWB) presenta características muy prometedoras por su precisión (del orden del decímetro), rango de medida elevado, resistencia a la interferencia multi-camino, y capacidad de penetración en entornos complejos (tales como edificios). Teniendo en cuenta este hecho, nuestro grupo pretende

realizar estudios y desarrollos de la tecnología de radio de banda ultra-ancha (UWB) en localización y percepción, a la vez que continúa con sus desarrollos tradicionales utilizando ultrasonidos.

La utilización de técnicas de medida precisas de rangos, utilizando equipamientos asequibles, tales como ultrasonidos o radio de banda ultra-ancha, permiten crear sistemas de localización locales (LPS) que tienen la propiedad de obtener precisiones centimétricas y por tanto posibilitan crear servicios de valor añadido tales como guiado preciso de robots, personas o vehículos por pasillos o determinadas calles o túneles donde la señal GPS no esté disponible o tenga suficiente precisión. Este tipo de técnicas de medida de rangos, unida, entre otras, a las técnicas de codificación de señales para permitir la operación simultánea de múltiples dispositivos similares, aporta una mayor versatilidad a los métodos de eco-localización para la *percepción del entorno*. Mediante dichos métodos es posible la detección y clasificación de objetos en el camino de avance, incrementando la capacidad de navegación y seguridad en múltiples aplicaciones. Por todos estos motivos creemos muy relevante el fomento del estudio y desarrollo de estas técnicas de localización precisa y percepción del entorno.

Las líneas de investigación y capacidades del grupo LOPSI son:

- Algoritmos robustos de localización por multilateración con balizas activas, medida de integridad, ubicación óptima de balizas y auto-posicionamiento en redes de sensores.
- Procesamiento de señal para la medida precisa de rangos utilizando ultrasonidos y radio de banda ultra ancha (UWB): modulación CDMA, transductores US de buen ancho de banda, reducción interferencias y efectos multi-camino.
- Técnicas de exploración, medida de rangos por eco-localización ultrasónica, y percepción del entorno mediante la detección y seguimiento de blancos y obstáculos.
- Fusión sensorial entre diferentes técnicas de posicionamiento (US-LPS, UWB-LPS, GPS, GSM, RFID, Inerciales,...) y de exploración (Ultrasonidos, Lidar, UWB,...).

#### **4.LOPSI.3.2 Objetivos Específicos**

1.- Desarrollo de una infraestructura de balizas transductoras ultrasónicas/acústicas que posibilite la localización de múltiples usuarios en un entorno de operación interior o exterior. En este terreno nuestro grupo parte de la experiencia previa con sistemas transductores ultrasónicos, para afrontar los retos tecnológicos de (a) alta precisión (centimétrica o inferior) y robustez en las estimaciones; (b) diseño que permita una fácil escalabilidad del sistema para cubrir diversos volúmenes de trabajo; (c) buena cobertura o disponibilidad de balizas en todo el espacio de trabajo; (d) avances en la modulación y codificación de las señales ultrasónicas para paliar la interferencia entre usuarios y los efectos

de propagación multi-camino. Se implementará y verificará en aplicaciones concretas como el guiado mixto de un robot móvil por interiores y exteriores.

2.- Estudio, Análisis y Desarrollo de la tecnología de radio de banda ultra-ancha (UWB) en la medida de rangos con precisiones del orden de 20 cm, para permitir desarrollar radares UWB de corto alcance en una primera etapa, y posteriormente realizar sistemas de localización por multilateración utilizando un número de cuatro balizas activas y compensando los efectos de reflexión, absorción y refracción de las señales al atravesar paredes y puertas en edificios tales como la sede A del IAI, y en entornos libres de obstáculos tales como las pistas privadas de conducción de coches del IAI. Verificación y validación de resultados comparándolos con los obtenibles en el caso ultrasónico o con el GPS-RTK, analizando la complementariedad de los diversos sistemas.

Posibles campos de aplicación

- Navegación robusta y precisa de vehículos, robots o personas en sistemas autónomos de transporte, en plantas de producción y almacenes inteligentes, o en el guiado de personas discapacitadas.
- Computación ubicua, proporcionando infraestructuras sensoriales y servicios de localización en el interior de edificios inteligentes y pro-activos (hospitales, residencias, oficinas,...)
- Redes sensoriales extensas (por ejemplo, para aplicaciones agrícolas), logrando el auto-posicionamiento de cada nodo sensor de forma automática, permitiendo la disposición de la red y su puesta en funcionamiento sin utilizar receptores GPS en cada nodo.

#### **4.LOPSI.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS**

Numerosos grupos mundiales trabajan en líneas relacionadas con el área de investigación del grupo LOPSI. En una primera categoría podemos hablar de grupos dedicados al desarrollo de las tecnologías sensoriales que sirven de base para la localización en interiores. En este sentido, existe una tendencia creciente a emplear los sistemas basados en radio, ya sea adaptando protocolos ya existentes en comunicaciones (por ejemplo, WiFi por el grupo de D. Fox en la universidad de Washington o Kantor en la universidad de Carnegie-Mellon, ambos en Estados Unidos), RFIDs por el grupo de W. Burgard en la universidad de Friburgo (Alemania), mientras que otros investigadores optan por el empleo de protocolos más novedosos, por ejemplo R. Scholtz UWB en el Ultra-wideband Laboratory en la universidad del sur de California (Estados Unidos). Una segunda área de trabajo es el diseño e implantación de redes sensoriales inalámbricas, formadas por un gran número de elementos, y que incorporen como funcionalidad básica su autolocalización (Lewis en la Universidad de Texas en Austin, Savvides y Girod en la universidad de Berkeley, ambos en Estados

Unidos). Finalmente, numerosos grupos se dedican a estudiar los servicios para el usuario que puedan ser aportados por estas nuevas tecnologías de localización, dentro del marco de las nociones de computación ubicua y potenciación de entornos inteligentes (Hazas en la universidad de Lancaster, Reino Unido), donde el área de atención a personas discapacitadas o con problemas particulares tiene un innegable interés social.

El tema de trabajo de LOPSI encaja en varias líneas prioritarias dentro de diversos programas de investigación del Plan Nacional de I+D+i, y del programa marco de la Unión Europea (IST). Hay aportaciones en el programa nacional de Tecnologías Informáticas, dentro del concepto de “ambientes inteligentes”, en concreto en el campo: 5 “Interfaces Avanzadas” y de manera más precisa en la línea prioritaria 5.4 “Sistemas avanzados de interacción sensorial”. Igualmente, encaja con los campos 4 “Robótica, robots móviles y cooperativos”, y 6 “Instrumentación avanzada, sensores y actuadores inteligentes” dentro del programa nacional de Diseño y Producción Industrial. También supone aportaciones dentro del programa nacional de Tecnologías Electrónicas y de Comunicaciones, en concreto en el campo de 3 “tratamiento de la señal y aplicaciones” y en particular en 3.1 “Nuevas aplicaciones de procesado de señal en comunicaciones y sistemas de localización”. Así como en el programa de “Tecnologías de servicios para la sociedad de la información” TSI, en concreto en el campo 2 “Servicios para la sociedad de la información. Tecnologías Software y Hardware”, y en el punto 2 “Tecnologías de base”, en particular en el 2.5 “Desarrollo de arquitecturas y tecnologías asociadas a servicios telemáticos: Localización, sistemas de identificación...”.

El grupo LOPSI investigará a nivel básico y aplicado para aportar sus soluciones a nivel sensorial y de procesamiento, en el campo de la localización y exploración del entorno cercano. Los resultados obtenidos deberán ser ponderados en función del tamaño del grupo. Los siguientes puntos indican los aspectos a revisar para verificar la calidad de sus resultados

#### **4.LOPSI.4.1 Calidad en la investigación**

Los indicadores a utilizar para evaluar la calidad de la investigación serán:

- Publicación en revistas SCI
- Tesis leídas o en marcha
- Obtención de recursos de financiación y apoyo a la investigación
- Patentes
- Transferencias de tecnologías
- Colaboraciones con otros grupos de investigación nacionales y extranjeros
- Incorporación de investigadores de otros centros
- Movilidad de personal del grupo a otros grupos temporalmente para aumentar conocimientos

#### **4.LOPSI.4.2 Impacto de la investigación**

Para determinar el impacto de la investigación se utilizará:

- Numero de citas de artículos propios por otros autores
- Conferencias invitadas
- Descargas y visitas a nuestra página web en busca de material científico
- Patentes en explotación por empresas españolas
- Premios o distinciones concedidas
- Éxito en transferencias tecnológicas

#### **4.LOPSI.4.3 Generación de ingresos**

Existe un potencial importante de servicios que se empiezan a demandar que requieren del uso de tecnologías de localización y de exploración del entorno. Por ello se hará un especial esfuerzo en atraer la participación de empresas en financiar las labores de investigación orientadas a proporcionar productos semi-competitivos. Igualmente se fomentará la investigación básica mediante la financiación a través de programas nacionales y regionales de investigación, así como de consorcios internacionales europeos.

#### **4.LOPSI.4.4 Valor añadido**

El grupo LOPSI proporciona un valor añadido al CSIC mediante su:

- Contribución en temas de investigación de amplio interés para la comunidad científica, y aportando el conocimiento necesario para realizar transferencias tecnológicas a las empresas.
- Participación en la diseminación y reconocimiento del CSIC en ámbitos nacionales e internacionales a través de los proyectos con empresas e instituciones, y mediante la protección de los derechos de propiedad intelectual.

#### 4.PE. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

#### 4.AUTOPIA.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS (AUTOPIA) EN SU ENTORNO COMPETITIVO

##### Lista de personal a 1 de enero de 2005

D.	Ricardo García Rosa	Investigador Científico
D. <sup>a</sup>	M. <sup>a</sup> Teresa de Pedro Lucio	Investigadora Científica
D.	Carlos González Fernández-Vallejo	Científico Titular
D.	José E. Naranjo Hernández	Titulado Superior. Contratado
D.	Javier Alonso Ruiz	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	José Antonio Martín Hernández	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)

##### A) Análisis DAFO

<i>Fortalezas</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Disponibilidad de recursos para realización de experimentos reales:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Una pista asfaltada de un kilómetro de longitud total y una anchura capaz de albergar dos carriles. Este recurso es único en el CSIC.</li> <li>b. Una estación base para GPS diferencial</li> <li>c. Cuatro vehículos de serie, dos de propulsión eléctrica y dos de propulsión térmica, instrumentados para permitir el guiado automático.</li> <li>d. Estructura de apoyo técnico del Instituto con talleres mecánico y electrónico</li> </ol> </li> <li>2. <b>Una larga experiencia en las disciplinas científicas en las que se sustenta el guiado automático de vehículos</b>, a saber, el control de robots, móviles y manipuladores, y el razonamiento aproximado. El grupo AUTOPIA diseñó el sistema de control del primer robot español que tuvo aplicación industrial y realizó la primera aplicación industrial de un sistema de control borroso en España.</li> </ol>
<i>Debilidades</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La principal debilidad del grupo AUTOPIA es la <b>brecha de edad entre los miembros de plantilla y los contratados o becarios</b>. En parte es debido a no haber obtenido los becarios asignados a sus proyectos de investigación, lo que ha producido una rotación excesiva de personal y una gran incertidumbre en la propia continuidad del grupo.</li> <li>2. <b>Dificultades para conseguir participara en proyectos del VI Programa Marco de la UE</b>, posiblemente por el diseño del mismo y las condiciones requeridas, aunque el Grupo AUTOPIA tiene experiencia en proyectos europeos de anteriores Programas Marco y mantiene relaciones con grupos europeos dedicados a la investigación en transporte y vehículos inteligentes</li> <li>3. <b>Dificultad para interesar realmente en los resultados a los grandes grupos automovilísticos</b>, a pesar de los buenos contactos existentes con ellos.</li> </ol>
<i>Oportunidades</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>La seguridad en carretera es un tema presente en todas las prioridades de los Programas de Investigación europeos y nacionales</b>. La preocupación por la eficacia y, sobre todo, por la seguridad del transporte por carretera abre grandes posibilidades de incluir en los vehículos comerciales sistemas automatizados de ayuda para la conducción. Estos sistemas pueden ir desde los que proporcionan información y advertencias a los conductores hasta los que automatizan parcial o completamente el guiado. Entre estas posibilidades podemos citar:</li> </ol>

<p>a. Desarrollar ayudas a la conducción para vehículos de serie –para adaptar la velocidad a las condiciones de tráfico, mantener el carril, advertir de cruces o tramos peligrosos, guiar el vehículo en tramos críticos como caravanas, puentes o túneles.</p> <p>b. Desarrollar sistemas automáticos para vehículos y tareas especiales –vehículos de vigilancia o de intervención en situaciones peligrosas-. Mención aparte merecen las aplicaciones agrícolas.</p> <p>c. Desarrollar ayudas a la conducción para personas ancianas o discapacitadas.</p> <p>d. Desarrollar sistemas que ayuden a la planificación y gestión del tráfico, sobre todo en zonas urbanas.</p> <p>2. <b>Existencia en España de un sector industrial de automoción</b>, en particular la industria de componentes y sistemas para el automóvil, <b>de gran importancia social, económica y tecnológica</b> al que sería factible transferir resultados ya logrados en AUTOPIA</p>
<i>Amenazas</i>
<p>1. <b>Posibilidad de que desaparezca el Grupo en un plazo corto de tiempo por la edad de los miembros actuales</b> y la enorme dificultad para integrar nuevas personas. A esto último contribuyen de forma significativa dos circunstancias: 1º) Aunque la temática de los proyectos es muy atractiva para los jóvenes y la sociedad los recibe muy bien, falta sensibilidad en los ambientes académicos para reconocer su calidad. Esto tiene consecuencias en el currículum de los investigadores y en la concesión de becas, contratos u otro tipo de ayudas. 2º Los investigadores que dominan las técnicas necesarias para llevarlos a cabo tienen fácil salida en el mercado laboral.</p> <p>2. <b>Dificultad para transferir resultados a la industria</b>, ya que ésta es muy conservadora.</p>

## B) Posicionamiento Integrado

El grupo AUTOPIA es líder en España en el guiado de vehículos autónomos, posición reconocida en ámbitos científicos nacionales relacionados con la robótica y el control inteligente; por brevedad cito la concesión del premio de Investigación de la Fundación Eduardo Barreiros del año 2002 y felicitación recibida en la revisión de proyectos DPI del Plan Nacional en abril de 2005. En el ámbito europeo AUTOPIA está entre los grupos punteros en Investigación y desarrollo de vehículos inteligentes, prueba de ello es el reconocimiento que tuvieron nuestros vehículos automáticos en las demostraciones en vivo hechas Versailles durante el congreso IEEE Intelligent Vehicles 2002, las visitas técnicas realizadas al IAI en el 10th World Congress on ITSS y la visita del Business Development Director y dos personas más del centro de investigación de FIAT en 2003. Así mismo nos han invitado a liderar la parte del guiado automático de un proyecto de investigación de VI PM, que está pendiente de resolución.

Tabla 4-AUTOPIA-1.- Posición competitiva del grupo AUTOPIA en las líneas de Investigación del IAI.

Líneas de Investigación	Valoración Global	Capacidad	Calidad	Tendencia Competitiva	Relevancia Observaciones	Propuestas de Actuación
Automática	3	4	5	Mejora	5	Mantener
Robótica	4	4	5	Mejora	5	Mantener
Sistemas sensoriales y de	3	4	5	Mejora	5	Potenciar

actuación						
Inteligencia artificial y sus aplicaciones	5					Potenciar

## **4.AUTOPIA.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS (AUTOPIA)**

### **4.AUTOPIA.2.1 Misión**

Extender al control automático de vehículos las aplicaciones de la inteligencia artificial y la integración sensorial. Formar investigadores en el ámbito de los vehículos inteligentes capaces de generar nuevos conocimientos científico-técnicos y de transferirlos al sector productivo, lo que contribuirá a promover e impulsar el desarrollo científico técnico, económico, social y cultural de la UE.

### **4.AUTOPIA.2.2 Visión**

Mejorar el prestigio nacional e internacional del grupo AUTOPIA sobre todo en las líneas de algoritmos de toma de decisiones y estrategias de control para vehículos inteligentes, llevando a la práctica los resultados obtenidos y propiciando su explotación en el sector de la automoción o en el de aplicaciones específicas de los vehículos inteligentes. Colaborar con otros grupos nacionales e internacionales pioneros y ser un grupo de referencia en nuestra área de actividad.

## **4.AUTOPIA.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN**

### **4.AUTOPIA.3.1 Objetivos generales**

Desde sus inicios el Grupo AUTOPIA intentó lograr objetivos generales que ahora puede ampliar y cumplir de forma íntegra. Estos son:

- Contribuir al progreso científico en las líneas de investigación propuestas, algunas de las cuales se encuentran actualmente en las fronteras del conocimiento.
- Formar personal investigador al máximo nivel en nuestra área de conocimiento.
- Llevar a cabo proyectos de investigación, fundamentalmente en los ámbitos europeo e iberoamericano, reforzando los lazos de cooperación existentes y abriendo nuevas perspectivas con otras regiones.

### **4.AUTOPIA.3.2 Objetivos específicos**

Para llevar a cabo los objetivos generales proponemos los objetivos específicos siguientes:

1. Ampliar las arquitecturas de control para permitir la circulación simultánea y coordinada de una flota de varios vehículos.

- 4 vehículos 2007  
10 vehículos 2009
- 2. Integrar nuevos sensores para completar o suplir a los de localización por satélite en las situaciones las que éstos no son utilizables, como es el caso de túneles.  
2008
- 3. Diseñar aplicaciones que verifiquen la capacidad y prestaciones del sistema GALILEO en el transporte por carretera. Para ello utilizaremos los prototipos que vayan estando disponibles.  
2010
- 4. Diseñar comunicaciones inter-vehiculares seguras en espacios radio-eléctricos congestionados, como es el caso de aeropuertos.  
2009
- 5. Transferir los resultados que se obtengan a productos innovadores para la industria de la automoción o auxiliar.  
2008

En este sentido, el grupo AUTOPIA pretende realizar tres proyectos de investigación básica, uno de los cuales debe ser un proyecto europeo, donde se profundizará en los temas citados anteriormente. Por otro lado, se propone publicar unos 4 ó 5 artículos anuales en revistas internacionales de prestigio y presentar un número similar de ponencias en congresos nacionales e internacionales.

En cuanto a la transferencia de tecnología, se pretende elaborar dos proyectos de investigación aplicada de ámbito nacional, europeo o iberoamericano y algún contrato con empresas.

En el próximo quinquenio se pretende formar cuatro doctores, fomentar la estancia de investigadores en centros de investigación internacionales de prestigio, participar en cursos de doctorado en los temas de guiado automático y sistemas inteligentes de transporte y colaborar con otros grupos nacionales e internacionales afines, participando en redes de excelencia y en proyectos coordinados.

#### **4.AUTOPIA.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS**

##### **4.AUTOPIA.4.1 Calidad en la investigación**

La calidad de la investigación del grupo AUTOPIA podrá medirse también por el número de grupos nacionales, extranjeros y empresas que soliciten nuestra colaboración. Hasta ahora grupos de la UC3, de la UPM, de la UAH y de la UEX han pedido nuestra colaboración en proyectos conjuntos que se han solicitado. También hemos solicitado un proyecto europeo, Cyber-Cars2, responsabilizándonos de la parte del guiado cooperativo. Así mismo la empresa EINSA ha solicitado un proyecto con nuestra participación. Finalmente tenemos

propuestas para colaborar con el Instituto Tecnológico Superior de Monterrey (ITESM).

#### **4.AUTOPIA.4.2 Impacto de la investigación**

El grupo AUTOPIA exhibirá los resultados que obtenga, como lo ha hecho hasta ahora. De esta forma mostraremos que el trabajo realizado puede ser aprovechado por empresas españolas.

#### **4.AUTOPIA.4.3 Generación de ingresos**

La generación de ingresos dependerá de que se materialicen las expectativas citadas en el apartado 4.1

#### **4.AUTOPIA.4.4 Valor añadido**

El grupo AUTOPIA proporciona un valor añadido al CSIC mediante su:

- Contribución en temas de investigación de amplio interés para la comunidad científica de un grupo de investigación en inteligencia artificial aplicada al control de vehículos sólido y con gran historial y proyección hacia el futuro, de características únicas en el CSIC, con capacidad para formar investigadores.
- Contribución al reconocimiento del CSIC en los ámbitos español e internacional a través de los proyectos con empresas e instituciones, y de publicaciones y participación en redes de cooperación científica.

#### 4.GAMHE.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE O POSICIONAMIENTO DEL GRUPO DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS DE MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO (GAMHE) EN SU ENTORNO COMPETITIVO

##### Lista de personal a 1 de enero de 2005

D	José Ramón Alique López	Investigador Científico
D.	Angel Alique Palomar	Científico Titular
D.	Rodolfo E. Haber Guerra	Contrato Ramón y Cajal
D. <sup>a</sup>	Karina A. Cantillo Torres	Becaria Predoctoral I3P
D. <sup>a</sup>	Maritza Correa Valencia	Becaria Predoctoral I3P
D.	Fernando Martínez Puente	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D. <sup>a</sup>	Adriana C. Ramírez Rojas	Becaria CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	Jesús G. San Miguel Atance	Becario CSIC (con cargo a Proyecto)
D.	Miguel Jesús Ramírez Cadena	Permiso de estancia (Univ.Monterrey)
D.	David F. Villaseñor González	Permiso de estancia (Univ.Monterrey)

##### A) Análisis DAFO

<i>Fortalezas</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Disponibilidad de un laboratorio de experimentación casi único a nivel nacional.</b> Único en la Comunidad de Madrid.</li> <li>Una <b>tradición y trayectoria científica y técnica</b> de más de 25 años en la automatización avanzada de los procesos de mecanizado.</li> <li><b>El Grupo GAMHE realizó hace ya 20 años el diseño del primer equipo de control numérico de máquina-herramienta fabricado en España.</b> Hoy continúa aún, con las lógicas ampliaciones y mejoras, su fabricación industrial.</li> <li><b>Disponibilidad en España de un sector industrial de enorme valor económico, social y tecnológico.</b> Fácil transferencia de los resultados del Grupo al sector de la máquina-herramienta.</li> <li>El Grupo GAMHE es el <b>Equipo de investigación de referencia en España en la automatización avanzada de los procesos de mecanizado</b>, en especial, en el fresado a alta velocidad.</li> </ol>
<i>Debilidades</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Escepticismo de los usuarios finales</b> a la hora de utilizar en la práctica de taller los resultados de estas investigaciones. Se obtienen buenos resultados en los laboratorios que posteriormente son rechazados, en numerosas ocasiones, por la industria.</li> <li>El Grupo GAMHE posee en la actualidad <b>buenas relaciones con Grupos de élite a nivel mundial.</b> Sin embargo, no ha conseguido participar en proyectos de VI Programa Marco.</li> <li>En la actualidad, en los laboratorios de investigación del mundo solo se han conseguido soluciones tecnológicas muy parciales y de muy difícil generalización a otras condiciones de trabajo diferentes.</li> <li>Al ser las soluciones muy específicas, las <b>curvas de aprendizaje son muy duras</b> y los integradores no quieren asumir tales responsabilidades.</li> </ol>
<i>Oportunidades</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Los problemas de índole tecnológico a resolver se van multiplicando y acumulando. <b>Cada día es más acuciante la necesidad de dar a los usuarios finales respuestas tecnológicas válidas y nítidas.</b></li> </ol>

<p>2. <b>Día a día aumentan las exigencias en los procesos de mecanizado.</b> Ya no basta con desarrollar estos procesos correctamente, ahora se busca su optimización a través de funciones objetivo (índices de mérito) del mecanizado.</p> <p>3. Hoy <b>hay que garantizar una fabricación de gran calidad</b>, con cero defectos, desde la primera pieza .Las exigencias de calidad, tanto dimensional como superficial, de los mecanizados crecen de día en día.</p> <p>4. El <b>sector español de máquina –herramienta crece de día en día</b>, sobre todo, en calidad y tecnología. Disponemos en la actualidad de un sector industrial muy competitivo en tecnología a nivel mundial.</p> <p>5. <b>Las nuevas investigaciones abren amplias posibilidades de dotar a las máquinas- herramienta españolas de prestaciones únicas</b>, como opciones de cada fabricante, que serán el mejor argumento de ventas en un mundo que, como éste, está totalmente globalizado.</p> <p>6. <b>Crece día a día las demandas de soluciones tecnológicas concretas a procesos complejos de mecanizado.</b> Ya casi no se venden máquinas solas sino procesos de mecanizado. Esto abre al Grupo una ventana de oportunidad muy notable.</p> <p>7. <b>Estas nuevas soluciones tecnológicas son de fácil aplicación</b>, se embeben en los sistemas de automatización ya existentes, en la industria manufacturera aunque ésta estuviera ya en funcionamiento. Esto abre unas amplias expectativas de aplicación de los resultados de estas investigaciones.</p>
<p><i>Amenazas</i></p> <p>1. <b>Posible pérdida de competitividad del sector español de la máquina-herramienta.</b> La competencia de países con buena tecnología y mano de obra muy barata puede tornarse asfixiante( China, India,..). Pérdidas de competitividad muy notables se han producido ya en la industria europea de máquina -herramienta</p> <p>2. <b>Las prioridades del Programa Marco son muy cambiantes</b>, con bandazos muy evidentes. En el VI Programa Marco estas prioridades temáticas han decaído de forma considerable y han resultado claramente negativas para el sector. En el nuevo se pretende resolver esta problemática para que Europa no se encamine sin remedio a convertirse en un continente de servicios. La nueva Plataforma Tecnológica europea “ MANUFUTURE” pretende ser la solución adecuada de cara al VII Programa Marco.</p>

## B) Posicionamiento Integrado

El grupo GAMHE es puntero en España en la automatización de los procesos de mecanizado, como se ha reconocido en numerosos ámbitos. Prueba de ello fue la invitación del MCYT para que, en una Acción Especial, desarrollara el contenido de la línea estratégica de Mecanizado a Alta Velocidad para el anterior PN de I+D. Tiene una buena producción científica y una numerosa participación en proyectos industriales de transferencia tecnológica para el corto número de investigadores de plantilla que lo forman, por lo que debe crecer de forma razonable tanto en personal como en otro tipo de recursos. Aunque mantiene importantes relaciones internacionales, GAMHE debe incrementar su participación en Europa siendo muy importante su relación con Latinoamérica

Tabla 4-GAMHE-1.- Posición competitiva del Grupo GAMHE en las líneas de Investigación del IAI.

Líneas de Investigación	Valoración Global	Capacidad	Calidad	Tendencia Competitiva	Relevancia Observaciones	Propuestas de Actuación
Automática	4	3	4	Mejora	5	Potenciar
Inteligencia artificial y sus aplicaciones	4	3	5	Mejora	5	Mantener
Sistemas sensoriales y de actuación	4	3	3	Mejora	5	Potenciar

## **4.GAMHE.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL GRUPO DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS DE MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO (GAMHE)**

### **4.GAMHE.2.1 Misión**

Contribuir a incrementar el conocimiento científico sobre la automatización de los procesos de mecanizado al máximo nivel, tanto nacional como internacional, formando en este tema a personal investigador y tecnológico capaz de transmitir al sector socioeconómico implicado el conocimiento generado por el grupo y divulgando también este conocimiento a través de publicaciones y presentaciones en congresos de la máxima relevancia.

### **4.GAMHE.2.2 Visión**

Intentar mantener el prestigio del grupo en el ámbito científico de la automatización avanzada de los procesos de mecanizado, para convertirse en grupo de referencia a todos los niveles, tanto teóricos como prácticos, realizando acciones cada vez más intensas de transferencia tecnológica al sector manufacturero.

## **4.GAMHE.3. LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN**

### **4.GAMHE.3.1 Objetivos generales**

Como objetivo general, el Grupo GAMHE pretende seguir avanzando en la automatización inteligente de los procesos de mecanizado de alto rendimiento. Más concretamente se pretende, en esta nueva etapa, investigar en: “La automatización inteligente de los procesos de mecanizado a alta velocidad en base a la incorporación de funciones objetivo e índices de mérito”.

### **4.GAMHE.3.2 Objetivos específicos**

Entre los objetivos específicos científicos y técnicos que se abordarán hemos seleccionado aquellos que guardan una relación directa con la optimización de los procesos de mecanizado en base a índices de mérito tales como:

- La maximización de la productividad del proceso de mecanizado
- La minimización de la tasa de desgaste de la herramienta
- La minimización de los costes del mecanizado
- El aseguramiento de la calidad, tanto dimensional como superficial, de todas las piezas dentro de unas especificaciones predefinidas (fabricación con cero defectos)
- La supervisión automática de los procesos de mecanizado mediante sistemas de control y supervisión distribuidos en red sobre Internet

En cuanto a los campos de aplicación se pretende, en una primera etapa, aplicar los resultados de estas investigaciones a los procesos de fresado a alta velocidad. Dependiendo de las dificultades que se encuentren, y éstas se prevén muy importantes, en una segunda fase, en el periodo 2008-2009, se podría pensar en su aplicación a los procesos de torneado a muy alta velocidad (en el entorno de las 40.000—50.000 rpm. de velocidad del cabezal). A más largo plazo, y ya suponemos que fuera del ámbito temporal de este Plan Estratégico, se podrían extender estas investigaciones, con muy notables diferencias, a los procesos de rectificado de alto rendimiento.

#### **4.GAMHE.4. CONDICIONES Y TENDENCIAS EXTERNAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS**

##### **4.GAMHE.4.1 Calidad en la investigación**

Para juzgar la calidad en la investigación del Grupo GAMHE se usarán los siguientes indicadores:

- Consolidación definitiva de GAMHE. A medio plazo se prevé que el Grupo esté compuesto de 4 investigadores de carrera, 4 doctores con diferentes contratos y 6 doctorandos con becas de diversas procedencias. Al finalizar este Plan Estratégico se piensa en un Grupo con 5 doctores y 9 doctorandos, es decir, un Grupo con 18 investigadores. Una parte importante de estos últimos 14 investigadores dispondrían de contratos o becas con cargo a contratos con empresas o proyectos europeos.
- Incorporación al Grupo de doctores extranjeros en régimen de año sabático o similar. Permanentemente habría en el Grupo entre 1 y 2 doctores de estas características.
- Incorporación al Grupo de doctorandos de Universidades extranjeras en régimen de doctorados sándwich. La previsión es que siempre haya en el Grupo entre 2 y 3 personas de estas características.
- Previsión de que haya siempre entre 6 (año 2006) y 10 (año 2009) doctorandos realizando sus estudios de postgrado en el Grupo. Algunos extranjeros.
- Publicación de entre 5 artículos (año 2005) y 14 artículos (año 2009) en las mejores revistas del SCI (ISI). Tanto en revistas especializadas, por

ejemplo, en el Int.J. Machine Tool and Manufuture, como en revistas más generalistas, por ejemplo, en revistas del IEEE. Orientar las publicaciones con criterios de mayor calidad. Mejorar el número de citaciones de los artículos.

- Participación en los congresos internacionales de referencia a nivel mundial, en especial, en los de evaluación estricta. De 25 a 30 ponencias para el año 2009.
- Participación en 3 Redes de Excelencia en las temáticas del mecanizado de alto rendimiento: una Red española (del Plan Nacional), una Red europea (del Programa Marco) y una Red iberoamericana (del Programa CYTED).
- Participación en 1 proyecto Iberoeka (año 2006), en 2 proyectos Iberoeka (año 2007) y en 3 proyectos Iberoeka (año 2009) del Programa CYTED.
- Conseguir 1 proyecto del Programa Marco en 2007, y otro en 2009.
- Participación, de forma simultánea, en 4 contratos de investigación anuales con empresas (a partir del año 2006).
- Participación, de forma simultánea, en 2 proyectos de investigación del Plan Nacional a lo largo del periodo.
- Consecución de 3 proyectos de investigación anuales dentro del Programa de fomento de la investigación técnica (a partir del año 2006 y hasta el 2009).
- Presentación en el Grupo de 7 Tesis Doctorales a lo largo del periodo
- Presentación de 1 Tesis Doctoral en Universidades extranjeras (año 2006) pasando a 3 en el año 2009.
- Participación en 3-4 Redes temáticas españolas en disciplinas científicas de tipo básico (control inteligente, simulación e identificación de procesos,...).
- Consolidación de GAMHE como Grupo de referencia nacional en la investigación avanzada de los procesos de mecanizado de alto rendimiento.
- Aparición de nuestro Grupo entre los líderes en el mundo en estas temáticas, en especial, a nivel europeo.

#### **4.GAMHE.4.2 Impacto de la investigación**

El Grupo GAMHE tiene a día de hoy una producción científica razonable con una media de 1 SCI/ INVESTIGADOR/ AÑO. Su reto de cara al futuro es, sobre todo, incrementar la calidad de sus publicaciones. Hay que publicar en revistas de mayor factor de impacto (por ejemplo, en revistas del IEEE) y se debe incrementar el número de citaciones de los artículos. Hay que orientar las investigaciones por criterios de mayor calidad.

Además, GAMHE debe jugar un papel trascendente a la hora de mejorar la productividad y competitividad de las empresas españolas y no solo las del sector español de la máquina-herramienta.

Por ello, como indicadores sobre los beneficios previsibles de las actividades de GAMHE para la sociedad en su conjunto se utilizarán los siguientes:

- La publicación en revistas SCI(ISI) de mayor impacto y prestigio científico, por ejemplo, revistas del IEEE.
- El incremento notable en el número de citaciones de sus publicaciones
- La transferencia a los fabricantes españoles de máquina –herramienta de resultados de investigación que permitan a éstos, al disponer de máquinas con prestaciones exclusivas, competir con ventaja en el mundo que viene cada vez más globalizado.
- La optimización de los procesos de mecanizado permitirá a las nuevas empresas de alta tecnología ser más competitivas y productivas.
- El incremento de la competitividad y de la productividad de las empresas españolas de la industria manufacturera ya existentes

#### **4.GAMHE.4.3 Generación de ingresos**

El Grupo GAMHE tiene una capacidad importante de generar recursos externos de investigación (competitivos). En la actualidad, el 25% de los recursos provienen del Plan Nacional y el 75% restante de contratos con empresas. Aquí no hemos tenido en cuenta los recursos relacionados con Becas (disponemos de Becas predoctorales de I3P) o contratos, como, por ejemplo, los contratos Ramón y Cajal. Tampoco se han contado los recursos generados a través de las Redes temáticas, nacionales o internacionales.

De acuerdo con el punto anterior se prevé que al finalizar este Plan Estratégico la generación de recursos se haya multiplicado, al menos por dos, con la siguiente nueva distribución en porcentaje: 20% proyectos del Plan Nacional, 40% contratos con empresas, 30% proyectos europeos del Programa Marco y 10% proyectos Iberoeca del Programa CYTED.

#### **4.GAMHE.4.4 Valor añadido**

Como valor añadido específico, el Grupo GAMHE aporta tres tipos de resultados de investigación principales que justificarían su viabilidad como Grupo de investigación dentro del IAI :

- Su notable capacidad para generar resultados científicos de calidad plasmados en un nivel de publicaciones importante, en cantidad y calidad, en las mejores revistas del SCI( ISI).
- Capacidad de suministrar a las empresas españolas de máquina – herramienta resultados de investigación que permita a aquellas ofrecer al mercado mundial máquinas con prestaciones exclusivas que constituirían, sin duda, su mejor argumento de venta. Posibilitarían que las empresas españolas vendieran procesos y no solo máquinas.
- Capacidad de suministrar a las empresas manufactureras resultados de investigación que les permita incrementar de forma notable su productividad y calidad y, por ende, su competitividad.