30/11/2014

Centro Nacional del Hidrógeno

PLAN ESTRATÉGICO 2015-2018

CENTRO NACIONAL DE EXPERIMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD
Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"
Castilla-La Mancha

www.cnh2.es

Rev1

El CNH2 posee en propiedad el original de este documento. Las copias que de este documento se suministren, tienen carácter confidencial y no podrán ser utilizadas para fines diferentes a aquellos para los cuales son facilitadas, ni tampoco podrán ser reproducidas sin la autorización por escrito del CNH2.

Cualquier persona, aparte de las autorizadas, que encuentre este documento, deberá enviarlo en sobre cerrado a: Prolongación Fernando El Santo, s/n, 13500 Puertollano (Ciudad Real).

ÍNDICE

					Página
	RESUMEN EJECUTIVO				4
1.	**INFORMACIÓN GENERAL DEL CENTRO NACIONAL DEL HIDRÓGENO**				7
	1.1.	OBJETIVO GENERAL Y MISIÓN DEL CENTRO			7
	1.2.	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA			8
	1.3.	FILOSOFÍA DE FUNCIONAMIENTO			10
		1.3.1.	Plan Director de I+D+i		10
		1.3.2.	Proyectos		11
			1.3.2.1.	Proyectos finalizados	12
			1.3.2.2.	Proyectos en ejecución	12
		1.3.3.	Servicios a terceros		12
		1.3.4.	Recursos Humanos		13
		1.3.5.	Recursos Materiales		14
		1.3.6.	Recursos Económicos		28
2.	**ANÁLISIS CRÍTICO.**				19
	2.1.	ANÁLISIS RELACIONAL			19
		2.1.1.	Situación en el resto del Mundo		19
		2.1.2.	Situación en Europa		19
		2.1.3.	Situación en España		21
	2.2.	ANÁLISIS EL IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO DEL CNH2			23
		2.2.1.	Situación internacional		24
		2.2.2.	Situación en España		25
		2.2.3.	El entorno regional y local		27
	2.3.	ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS COMPETITIVAS DEL CNH2			28
	2.4.	ANÁLISIS DAFO			29
3.	**ACCIONES ESTRATÉGICAS 2015-2018**				32
	3.1.	ACTUACIONES RELACIONADAS CON LAS ACCIONES ESTRATÉGICAS			33
	3.2.	ACTUACIONES EN MATERIA DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPOS			34
		3.2.1.	Consolidación y ampliación de las instalaciones y laboratorios ya existentes		34
		3.2.2.	Puesta en marcha de nuevas instalaciones y laboratorios		37
	3.3.	ACTUACIONES EN MATERIA DE ORGANIZACIÓN Y RECURSOS HUMANOS			42
		3.3.1.	Gerencia		42
		3.3.2.	Unidad de Gestión General Técnica		43
		3.3.3.	Unidad de Consultoría, Montaje y Mantenimiento		44
		3.3.4.	Unidad de Desarrollo y Validación de Sistemas		45
		3.3.5.	Unidad de Simulación y Control		46
		3.3.6.	Unidad de Investigación		46
		3.3.7.	Unidad de Coordinación de Proyectos		47
		3.3.8.	Unidad de Relaciones Externas		48
		3.3.9.	Adecuación de los Recursos Humanos		49
	3.4.	LÍNEAS ESTRATÉGICAS. PLAN DIRECTOR DE I+D+I 2015-2018			49
	3.5.	RECURSOS ECONÓMICOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO			53
4.	**HITOS TEMPORALES DEL PLAN ESTRATÉGICO**				55
	4.1.	CRONOGRAMA DE ACTUACIONES GENERALES			55
	4.2.	CRONOGRAMA DE ACTUACIONES ESPECÍFICAS			55
	4.3.	INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO DEL PLAN ESTRATÉGICO			57
5.	**CONCLUSIONES**				60
6.	**ANEXOS**				61

RESUMEN EJECUTIVO

El Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible (conocido como Centro Nacional del Hidrógeno – CNH2) es un Centro de Investigación de ámbito nacional que se creó como un Consorcio Público entre el Ministerio de Educación y Ciencia (actualmente Ministerio de Economía y Competitividad-MINECO) y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha a partes iguales.

Su creación fue una respuesta a la búsqueda de estímulos en unas tecnologías de futuro, las relacionadas con el hidrógeno y las pilas de combustible, y en las que España se está quedando rezagada respecto a los países que las lideran. Las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible están siendo impulsadas en su aplicación energética como almacén de energía dentro del apoyo a las energías renovables, como alternativa a los combustibles fósiles para atenuar su aleatoriedad, y como vector energético con multitud de aplicaciones, tanto en el transporte como en sistemas estacionarios. Este impulso que reciben las tecnologías relacionadas con el hidrógeno desde hace unos 30 años se traduce en los primeros nichos de mercado que comienzan a abrirse a nivel internacional, aunque con más dificultad, en España.

Existen grupos de investigación especializados y con cierto reconocimiento, pero que no abarcan el conjunto de la tecnología, y empresas que comienzan a desarrollar productos, abordando incluso actividades de investigación básica o aplicada. Como nexo entre los diferentes centros de investigación y las empresas, y para dotar de medios al sector científico de forma que amplíe el alcance de la I+D realizada, se creó el CNH2, buscando ser un referente en estas tecnologías y un punto de unión del sector. De acuerdo con este planteamiento, debe cubrir el ámbito científico-técnico indicado, disponiendo de los medios que permitan la incorporación de los desarrollos generados por la comunidad científica y por las empresas, facilitando el acceso a investigadores y empresas y sirviendo de apoyo tecnológico para la verificación de los desarrollos y su homologación en el conjunto del sistema productivo. Por todas estas razones, la orientación inicial del centro es hacia las energías renovables, por capacidad nacional de I+D+i y situación industrial, si bien, está abierto a ampliar esta idea inicial a medida que se vaya avanzando en su ámbito de implantación.

Como consecuencia de la compleja situación económica de los últimos años, las dos Administraciones que forman el Consorcio público firmaron, en noviembre de 2013, un nuevo acuerdo que modifica el convenio original de creación del consorcio. Esto ha supuesto la reorganización y reestructuración del CNH2. Así, en primer lugar, se tomó la decisión de que la que había venido siendo sede provisional (un edifico cedido temporalmente por el Ayuntamiento de Puertollano, ubicado en el Polígono Red Virtus) se convirtiera en sede definitiva, adaptándolo para este fin. Con este objetivo, se han firmado dos acuerdos con el Ayuntamiento de Puertollano. En el primero, firmado el 12 de diciembre de 2013 se acuerda la cesión gratuita, por un periodo de 35 años, de la que había venido siendo sede provisional del CNH2. En el segundo, firmado el 6 de mayo de 2014, el Ayuntamiento cede, también gratuitamente y por el mismo periodo de tiempo, dos espacios situados en las inmediaciones del mencionado edificio, con una superficie aproximada de 1.300 y 4.300 m^2, corriendo a cargo del CNH2 todas las construcciones y adaptaciones que sean necesarias.

Fruto de estos acuerdos alcanzados tanto por los miembros del Consorcio como con el Ayuntamiento de Puertollano, y con el fin de garantizar el avance futuro del CNH2 y el cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados, se hace necesario desarrollar una serie de actividades entre las que destaca la adquisición de equipamiento y la ampliación y adecuación de las instalaciones actuales para alojar los medios previstos. Este plan supone la ampliación desde los actuales 6 laboratorios hasta un total de 12, centrados en las distintas tecnologías de caracterización, experimentación y validación en producción, almacenamiento y transformación de hidrógeno y, adicionalmente, la construcción de un demostrador, que permita integrar la actividad de todo el CNH2 como edifico sostenible y basado su funcionamiento energético en el uso de Energías Renovables y de un Taller de Fabricación de Prototipos que permita al centro producir los prototipos fruto de su investigación más básica y de su participación en proyectos más aplicados.

Para establecer el desarrollo en el tiempo de todo lo indicado, se plantea este Plan Estratégico, con una duración de 4 años (2015-2018) que a su vez se apoyará en el Plan Director de I+D+i 2015-2018 para fijar los objetivos en lo que a I+D+i se refiere.

El plantear un Plan Estratégico a 4 años se debe a dos cuestiones fundamentalmente:

- Por un lado, a la situación actual del CNH2, aún en proceso de dotación de infraestructuras y equipos y de formación del personal.
- Por otro, se ha buscado hacerlo coincidir en duración con el Plan Director de I+D+i, con el fin de armonizar en el tiempo los objetivos de ambos.

Cuando ambos Planes toquen a su fin y se comience a preparar los siguientes, se decidirá, en función de las circunstancias del Centro en ese momento, si conviene mantener dicha periodicidad o modificarla. Además, el Plan Estratégico se revisará anualmente de cara a evaluar el nivel de cumplimiento de las actuaciones en él previstas con idea de ir adaptándolo, en caso necesario, a las circunstancias del CNH2 y de su entorno.

Actualmente, el CNH2 es una institución reconocida en el sector y que participa activamente en todos los foros relacionados con estas tecnologías. A nivel local, el CNH2 mantiene estrecho contacto con actores industriales y tecnológicos de primer nivel (REPSOL, ELCOGAS, ISFOC, IBERDROLA, ENCASUR…), trabajando en la preparación de proyectos de interés conjunto y de componente industrial y tecnológica, así como, de formación y divulgación. También colabora muy estrechamente con la UCLM, con la que tiene un Acuerdo Marco y es agregado estratégico de su Campus de Excelencia, CyTEMA. A nivel nacional, el CNH2 participa en distintas plataformas tecnológicas (la de hidrógeno y las pilas de combustible, la de seguridad industrial y la de redes eléctricas), así como, en las dos asociaciones sectoriales nacionales. Es miembro de AENOR (participando en los comités técnicos de normalización relativos a tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible y siendo secretario del subcomité relacionado con la generación eléctrica con pilas de combustible) y es miembro acreditado de la Red de Unidades de Cultura Científica y de la Innovación UCC+i de la FECYT. Desarrolla proyectos en colaboración con empresas del ámbito de la energía, el hidrógeno y las pilas de combustible (ENDESA, ENAGAS, GAS NATURAL, FCC AQUALIA, ABENGOA HIDRÓGENO, TECNALIA, etc.) y tiene convenios suscritos con los principales centros de investigación nacionales (CSIC, CIEMAT, INTA, IREC) y con universidades (UNED, UCO, US, UPV, UCM, UPCT…).

A nivel internacional, el Centro participa en el N.ERGHY, que es la asociación de centros de investigación dentro de la Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU), así como, en HySAFE (Safety of Hydrogen as an Energy Carrier).

Teniendo en cuenta lo comentado, los principales objetivos a alcanzar con el desarrollo de este Plan Estratégico son:

- Puesta en marcha, con el apoyo de los Fondos FEDER concedidos, de la sede definitiva y de los 12 laboratorios, el demostrador de edificio energéticamente eficiente y el taller de fabricación de prototipos, necesarios para que el CNH2 pase a ser un Centro de Investigación en pleno rendimiento, abierto a investigadores y empresas, de forma que le permitan, incorporarse, antes de finalizar la vigencia del presente Plan, al mapa de ICTS del MINECO. .
- Certificación de los Sistemas de Calidad y Gestión Ambiental del Centro mediante las Normas UNE:EN ISO 9001:2008 y UNE:EN ISO 14001:2005 y Certificación y Acreditación de los diferentes laboratorios de acuerdo a los servicios que así lo requieran (mediante Norma UNE-EN ISO/IEC 17025 en los Laboratorios de Ensayo y Calibración) con el fin de posicionar el Centro como principal actor en la puesta en el mercado de equipos y tecnologías relacionadas con el hidrógeno y las pilas de combustible, por parte de empresas nacionales e internacionales.
- Fuerte apuesta por la colaboración con empresas y por la Internacionalización del Centro, sin perder la visión nacional, a través de la participación en proyectos europeos de la convocatoria Horizonte 2020 y de la FCH-JU y de su presencia en los foros europeos relacionados con el hidrógeno y las pilas de combustible (E.Nergy, ERA), así como a través del fomento de las relaciones y acuerdos con centros similares en otros países europeos.
- Impulso al desarrollo de actividades de divulgación, formación, fomento de la participación y desarrollo de la cultura científica, incluyendo la puesta en marcha de un Laboratorio de Fabricación (Fab-Lab) para su integración en la Red Internacional de Fab-Labs.

El documento se ha organizado en los siguientes apartados:

En el Capítulo 1 se recoge información general del CNH2, objetivos y misión, filosofía de funcionamiento, estructura organizativa, gestión y ejecución de las actividades e instalaciones disponibles actualmente y recursos económicos, humanos y materiales de los que se ha dispuesto hasta la fecha.

El Capítulo 2 pretende ser un análisis crítico de la situación actual del centro y de su futuro como centro de I+D+i a nivel nacional e internacional. Para ello se realizan diferentes análisis: DAFO, relacional, de ventajas competitivas, de impacto socio-económico y de capacidad de la instalación.

En el Capítulo 3 se entra ya de pleno en los objetivos marcados por el Plan Estratégico para el periodo 2015-2018. Se describen los objetivos marcados para este periodo, las líneas estratégicas, las actuaciones relacionadas con estas líneas estratégicas, las acciones previstas de carácter general, organizativo e investigador, técnico y experimental, las necesidades y la forma en la que se llevará a cabo la adecuación de los espacios disponibles, los recursos a disposición del CNH2 para desarrollar este Plan Estratégico y el cronograma y las pautas establecidas para seguir su cumplimiento.

El Capítulo 4 recoge los hitos marcados para el desarrollo del presente Plan Estratégico y los indicadores para la valoración tanto anual como final de su ejecución.

En el Capítulo 5 se recogen las principales Conclusiones del documento.

Y, finalmente, en el Capítulo 6 se recogen una serie de Anexos que complementan los diferentes aspectos analizados en el Plan.

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL CENTRO NACIONAL DEL HIDRÓGENO.

El Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible (en adelante Centro Nacional del Hidrógeno o CNH2), con sede en Puertollano (Ciudad Real), se creó en 2007 como un Consorcio Público entre el Ministerio de Educación y Ciencia, actualmente Ministerio de Economía y Competitividad, y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, con una participación del 50% cada uno.

1.1. OBJETIVO GENERAL Y MISIÓN DEL CNH2.

De acuerdo con el Convenio de Consorcio, el objetivo del CNH2 es la investigación científica y tecnológica en todos los aspectos relativos a las tecnologías del hidrógeno y pilas de combustible, al servicio de toda la comunidad científica y tecnológica, en todo el ámbito nacional e internacional.

Para alcanzar este objetivo, el CNH2 busca liderar la estrategia nacional en los ámbitos indicados, conjugando las actuaciones de los grupos de investigación, desarrollo e innovación tecnológica, con el principal propósito de que los sectores industriales implicados se beneficien del resultado obtenido por los mismos. Para ello, el CNH2, al mismo tiempo que promueve la realización de proyectos clave que sirvan de efecto tractor y de referencia nacional, deberá asumir la ejecución de las actividades no cubiertas en la actualidad por el sistema nacional ciencia-tecnología-empresa.

Dentro de este objetivo se incluyen:

- la utilización en la instalación de los avances científicos que se consigan en los grupos de investigación nacionales e internacionales,
- la transmisión del conocimiento científico conseguido y su escalado para su aplicación en desarrollos tecnológicos de utilidad,
- la investigación y demostración de los procesos de transformación energética utilizando el hidrógeno como portador energético y su aplicación final en todos los usos posibles.

Igualmente, se incluye el uso de la instalación como centro de los procesos de ensayo, caracterización, homologación, certificación o validación de desarrollos tecnológicos obtenidos por el sector productivo para mejorar la competitividad de las empresas y fomentar la introducción en el mercado nacional de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.

El CNH2 busca las cotas máximas de especialización científica y tecnológica con el fin de alcanzar el liderazgo de conocimiento que la propia singularidad que la instalación exige.

Como consecuencia de todo ello, el objetivo del CNH2 se puede concretar en:

"Disponer de una instalación experimental flexible, centrada en las tecnologías del hidrógeno como vector energético, especialmente el obtenido de las energías renovables, y aplicado mediante pilas de combustible, con capacidad para desarrollar y complementar los diferentes experimentos y avances científicos y tecnológicos de la comunidad científica y del entorno productivo, así como, las actividades estratégicas propias requeridas para dar cumplimiento a los planes directores de I+D+i".

Con este objetivo se cumple con los resultados perseguidos por el consorcio establecido y se facilita el acceso a diferentes grupos científicos y tecnológicos, para que impulsen la introducción del hidrógeno y de las pilas de combustible en el sistema energético integral del futuro.

El cumplimiento de este objetivo permitiría al CNH2 solicitar su incorporación al mapa nacional de Infraestructuras Científico Técnicas Singulares (ICTS) como meta final del presente Plan Estratégico.

Así mismo, el CNH2 busca ser **centro de referencia a nivel nacional en su ámbito**, aunando los esfuerzos y trabajos de los grupos de investigación, como conexión con la industria y la sociedad, impulsando la transferencia de tecnología, el apoyo a la creación de empresas de base tecnológica, la colaboración en el

desarrollo de normativa y estándares tecnológicos, la realización y el fomento de actividades de difusión, formación y divulgación de la tecnología, el actuar como centro de debate para fomentar la implantación de la economía del hidrógeno, la realización de informes, estudios y documentos que lo apoyen y el orientar a otros centros de investigación en las actividades necesarias para el desarrollo del sector. Todo ello, en contacto continuo con centros de referencia a nivel internacional en su ámbito.

1.2. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.

En el convenio original de creación del CNH2 se establecieron y dotaron de contenido los diferentes órganos de gobierno y consultivos con los que cuenta el CNH2.

Según el acuerdo de creación del CNH2, el máximo órgano de decisión del centro es el Consejo Rector, formado por las administraciones consorciadas a partes iguales y con una presidencia rotatoria por periodos de dos años.

De este Consejo Rector depende una Comisión Ejecutiva formada, también a partes iguales, por ambas administraciones y que tramita los temas necesarios que aprueba el Consejo Rector.

El Consejo Rector y la Comisión Ejecutiva disponen, como órganos asesores, del Comité Científico Técnico Asesor, formado por científicos y representantes de empresas nacionales, así como, de la Abogacía del Estado y de la Comisión Financiera.

Del Consejo Rector y de la Comisión Ejecutiva depende el Director del Centro, que tiene como órgano consultivo al Comité de Dirección. La composición del Comité de Dirección varía en función del organigrama del centro. Actualmente, el Comité de Dirección está formado, además de por el Director de Centro que lo preside, por el Gerente, que actúa como secretario, los Jefes de Unidad, el Técnico Financiero y el Técnico de Recursos Humanos.

La estructura organizativa del CNH2 ha ido variando a medida que se ha ido consolidando su plantilla. En la actualidad, el organigrama del Centro es el que se muestra en la figura 1, con un Departamento de Gerencia y siete Unidades que desarrollan actividades específicas dentro de una o varias de las tres áreas (administrativa, científica y técnica) en las que se estructura el CNH2 según su acuerdo de consorcio.

- El **Departamento de Gerencia** es responsable de servicios que afectan a todo el centro tales como recursos humanos, administración, sistemas informáticos o finanzas. De él depende la **Unidad de Gestión General Técnica**, que agrupa los servicios generales y la Prevención y la Calidad, dando apoyo administrativo a todas las áreas del Centro.

- La **Unidad de Consultoría, Montaje y Mantenimiento**, centra su actividad, por un lado, en la ingeniería de adecuación general de las instalaciones y en las labores de montaje y mantenimiento de dispositivos y sistemas de forma integral, incluyendo su puesta en marcha y la seguridad en equipos e instalaciones; y, por otro, da servicios externos de consultoría relativos a la producción y utilización del hidrógeno como vector energético.

- La **Unidad de Desarrollo y Validación de Sistemas**, está enfocada al diseño, desarrollo, experimentación y validación de sistemas basados en tecnologías del hidrógeno. Su papel principal es realizar la ingeniería de proyectos y demostrar la viabilidad de la tecnología, así como, la certificación y homologación de prototipos y desarrollos.

- La **Unidad de Simulación y Control**, está concebida para dar apoyo a la investigación básica y aplicada, tanto la que se desarrolla internamente como en colaboración con el exterior. Sus principales desarrollos se centran en la electrónica de potencia y la simulación eléctrica, la operación de redes eléctricas, los sistemas eléctricos, electrónicos o de control, la ingeniería térmica, la mecánica de fluidos y la simulación TFD.

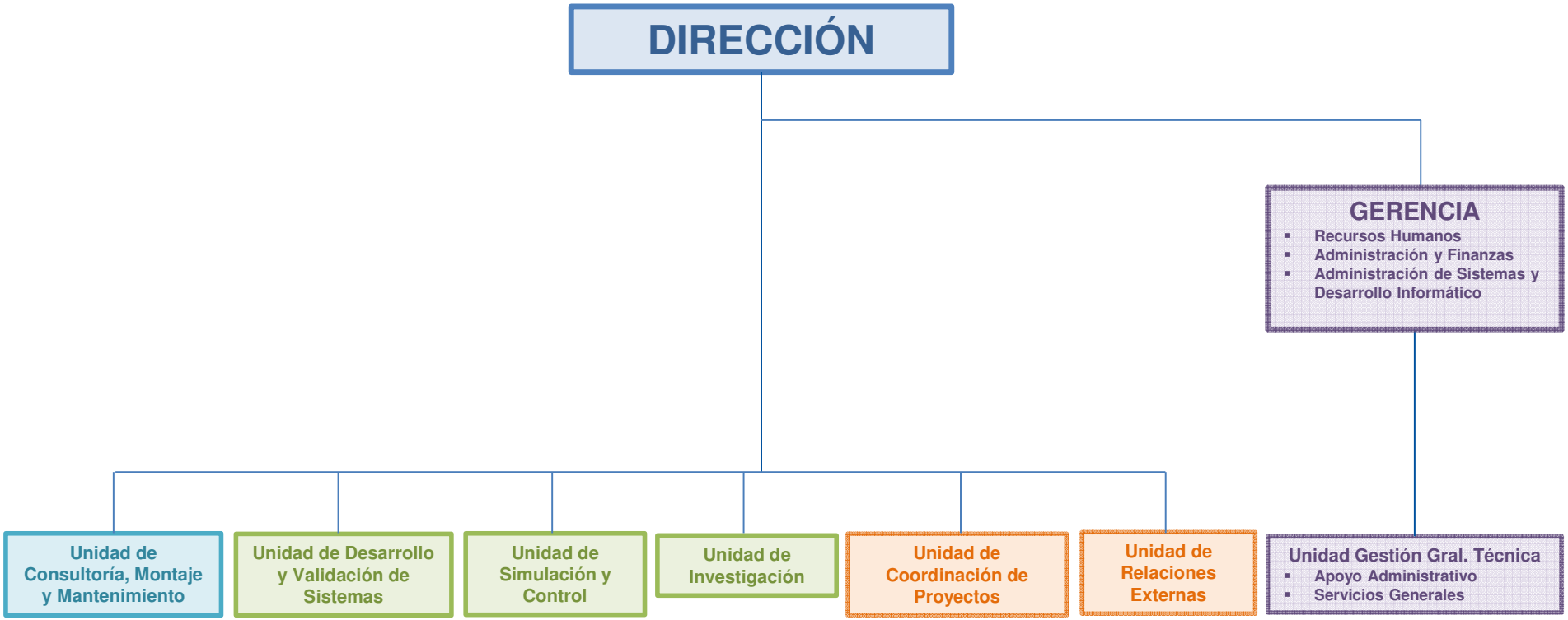

Figura 1. Organigrama actual del centro

- La **Unidad de Investigación** centra todas las actividades de investigación básica en los ámbitos del hidrógeno y las pilas de combustible que se desarrollan en el CNH2, encargándose también de su escalado hasta tamaño de Planta Piloto. Para esta última actividad se apoya en el resto de unidades que aportan sus conocimientos para completar el escalado.

- La **Unidad de Coordinación de Proyectos** tiene como principal actividad el seguimiento del cumplimiento de objetivos de todos los proyectos que se desarrollan en el CNH2 en todas sus modalidades (en colaboración, estratégicos internos, servicios a entidades), desde su concepción (gestión de iniciativas) hasta su cierre. Esta Unidad también dedica esfuerzos a las actividades de formación interna y externa del CNH2.

- La **Unidad de Relaciones Externas**, tiene como misión convertirse en el vínculo entre la actividad de I+D+i desarrollada por el CNH2 y el exterior. El objetivo fundamental es diseñar, gestionar y ejecutar todas aquellas acciones que afecten a las relaciones del Centro con todas las entidades nacionales e internacionales de su entorno (empresas, centros de investigación, centros tecnológicos, administración y foros sectoriales) para potenciar el acceso y el uso de las instalaciones del CNH2 de los grupos de investigación, tecnólogos y del sector industrial. Asimismo, es competencia de esta Unidad la difusión, divulgación y transferencia del conocimiento y la tecnología a través de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) del CNH2. Por último, también se encarga de la revisión y preparación de los Planes Directores de I+D+i del CNH2

1.3. FILOSOFÍA DE FUNCIONAMIENTO.

El CNH2 pretende ser una Instalación Científico Técnica capaz de facilitar la incorporación de los desarrollos, tanto externos como propios, que se vayan consiguiendo en los sectores del hidrógeno y las pilas de combustible, experimentando sobre las distintas formas de integrar el hidrógeno como portador energético. Su objetivo a medio plazo es constituirse como Instalación Científico Técnica Singular (ICTS), tal y como las ha definido el MINECO su Acuerdo del Consejo de política científica, tecnológica y de innovación sobre la actualización del mapa de Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares de fecha 6 de mayo de 2014.

El carácter experimental de la instalación exige una continua adaptación de la misma que permita incluir las nuevas tecnologías, por lo que, en la medida de lo posible, debe ser evolutiva y flexible, cumpliendo con la funcionalidad que se le exige y en condiciones de máxima seguridad. La instalación debe estar preparada para incorporar distintos procesos de generación de hidrógeno, distintos sistemas de almacenamiento y diferentes vías para la transformación de ese hidrógeno en energía eléctrica y térmica, a través de pilas de combustible, fundamentalmente, sin perder de vista otros posibles usos actuales o futuros.

Para el desarrollo de su actividad, el CNH2 cuenta con los siguientes Medios:

- Plan Director de I+D+i
- Proyectos
- Servicios a terceros
- Personal
- Instalaciones
- Recursos Económicos

A continuación se analizan en detalle todos ellos.

1.3.1. Plan Director de I+D+i

La actividad científica y técnica del CNH2 se establece a través de su Plan Director de I+D+i, elaborado cada cuatro años tomando como referencia las recomendaciones que surgen en la Unión Europea, en el Plan

Nacional de I+D+i y desde las Comunidades Autónomas, así como, desde el entorno nacional del sector, tanto desde el punto de vista científico como industrial.

Actualmente se encuentra en marcha el Plan Director de I+D+i 2011-2014. Este Plan se basa en las **líneas estratégicas** y las **áreas tecnológicas** identificadas por la comunidad científica y empresarial y que establecen la investigación, desarrollo e innovación a realizar en el Centro:

- Producción de hidrógeno a partir de la electrólisis del agua, fundamentalmente a baja temperatura, utilizando fuentes renovables (electrolisis alcalina y electrolisis de membrana polimérica (PEM)), sin descartar otras vías de producción (por energía térmica de origen renovable u otras con sostenibilidad adecuada o por electrolisis utilizando excedentes eléctricos con diferentes orígenes) .
- Almacenamiento de hidrógeno, enfocado en dos líneas fundamentalmente: el almacenamiento a alta presión y el almacenamiento en sólidos, principalmente en hidruros metálicos.
- Transformación de hidrógeno en energía eléctrica y térmica a través de las pilas de combustible de membrana polimérica de intercambio protónico (PEMFC) y las pilas de combustible de óxidos sólidos (SOFC).
- Integración del hidrógeno, vista principalmente como almacenamiento de energías renovables en microrredes, generación distribuida y redes inteligentes, sin descartar el uso de la tecnología del hidrogeno en otro tipo de aplicaciones tanto estacionarias como de transporte.
- Normativa y seguridad aplicada a las instalaciones y dispositivos relacionados con las tecnologías del hidrógeno.
- Acciones complementarias de apoyo a las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible, como son las de relaciones externas, difusión, formación o percepción social.

Las Unidades de Relaciones Externas y de Coordinación de Proyectos gestionan el Plan, contando con el resto de unidades del Centro para su revisión anual. A través de esta revisión evalúan el grado de cumplimiento y proponen nuevas actuaciones o modifican y actualizan las existentes.

Antes del 30 de marzo de 2015 está previsto se elabore y apruebe el Plan de I+D+i 2015-2018. Para ello se revisará el cumplimiento de objetivos del Plan 2011-2014 y, teniendo en cuenta los resultados de esa revisión, los avances experimentados en los campos de implantación del Centro, las líneas planteadas por la Plataforma Tecnológica Española de Hidrógeno y Pilas de Combustibles y por numerosos miembros de la Comunidad científica tecnológica nacional e internacional, las nuevas infraestructuras creadas y los nuevos laboratorios y equipos cuya adquisición y puesta en marcha se derivará de la ejecución de los Fondos FEDER adjudicados al centro, se redactará el Plan Director de I+D+i 2015-2018. Este Plan será la guía para el desarrollo de la I+D+i en el CNH2 en los próximos cuatro años.

El Plan será presentado al Comité Científico Técnico Asesor para su evaluación antes de ser presentado al Consejo Rector quién será responsable de su aprobación final.

El Plan se revisará anualmente y se modificará o ampliará en función de lo que, de esa revisión, recomienden el Comité Científico Técnico Asesor y el Consejo Rector .

1.3.2. Proyectos.

Las actividades de I+D+i del CNH2 se estructuran a través del desarrollo de Proyectos. Esos Proyectos deben ser de alguno de los siguientes tres tipos:

a) Proyectos bajo contrato. Son proyectos externos que se realizan por encargo de algún agente externo, en los que se asume la dirección del agente contratante y el CNH2 nombra un Responsable Técnico de proyecto que es el que dirige la actividad interna bajo la disciplina marcada por el contratante.

b) Proyectos en colaboración. Son proyectos externos en los que el CNH2 participa junto con otros Centros de investigación y/o empresas, existiendo financiación externa para el desarrollo de los

mismos. En estos proyectos, el CNH2 asume la dirección marcada por el órgano director del convenio de colaboración (regulador en cada proyecto) y se nombra un Responsable Técnico de proyecto que es el que dirige la actividad interna bajo la disciplina marcada por el órgano director del convenio.

c) Proyectos estratégicos. Son proyectos cuya finalidad es el desarrollo de nuevas tecnologías o procesos y/o la transferencia tecnológica al sector. Se desarrollan en temáticas de interés actual o futuro para el Centro y que, en el momento de su planteamiento, no cuentan con financiación externa, si bien podrían conseguirla con posterioridad, pasando entonces a alguna de las tipologías señalas en los puntos a) y b).

Las tecnologías del hidrógeno son multidisciplinares por lo que los proyectos que se desarrollan en el CNH2 deben contar con investigadores y técnicos, tanto externos como del centro, con especializaciones muy diversas. Para abordar estas situaciones se funciona en equipos por proyecto y de forma matricial, de manera que en cualquier proyecto pueden participar trabajadores de las distintas unidades.

Esto implica que cada proyecto o actuación tenga que estar muy bien planificado, según el procedimiento de planificación de proyectos, y que se realice un seguimiento periódico de cada uno. Por ello, todos los proyectos cuentan con:

- Un Responsable Técnico del proyecto, que pertenece a la Unidad que se responsabiliza de los aspectos técnicos del mismo.
- Un Coordinador del proyecto, que pertenece siempre a la Unidad de Coordinación de Proyectos.

Esta forma de afrontar las actividades también implica un funcionamiento analítico desde el punto de vista contable, de forma que todos los gastos se repercutan por proyectos mediante una clave funcional.

1.3.2.1. Proyectos finalizados

Desde su puesta en marcha, el CNH2 ha venido desarrollando varios Proyectos encuadrados en alguno de los tres tipos indicados en el apartado 1.3.2. En el Anexo 1 se recoge un resumen de los proyectos ejecutados y ya finalizados.

1.3.2.2. Proyectos en ejecución

De igual forma, en la actualidad el CNH2 tiene en marcha varios Proyectos de I+D+i que pueden enmarcarse en alguna de las tres tipologías descritas en el apartado 1.3.2. En el Anexo 2 se resume el contenido de estos proyectos. En el apartado 4.2 se establecen los objetivos marcados por el Plan Estratégico para estos proyectos.

1.3.3. Servicios a terceros.

Uno de los principales objetivos del Centro es abrir el uso de sus instalaciones, infraestructuras y equipos a terceros que puedan aprovechar también los conocimientos generados por las actividades del Centro hasta 33la fecha y que puedan ser generados en el futuro. Dentro de esta línea el CNH2 pretende convertirse, a lo largo del periodo de vigencia del presente Plan Estratégico, en una Instalación Científico Técnica Singular e incorporarse al mapa de ICTS que el MINECO acaba de actualizar.

Con este objetivo, el CNH2 ha empezado ya a dar servicios a terceros (investigadores de otros centros públicos o privados y empresas). En el Anexo 3 se resumen los principales servicios de este tipo realizados hasta la fecha, así como, sus principales características.

No se han incluido en este apartado aquellos casos en los que un tercero contrata al CNH2 para el desarrollo de proyectos de I+D+i que se corresponderían con los denominados Proyectos bajo contrato descritos en el apartado 1.3.2. a) e incluidos, por tanto, en las tablas 1 y 2 según el grado de desarrollo en el que se encuentren.

1.3.4. Recursos Humanos.

El CNH2 cuenta con una plantilla de 34 personas, 33 de ellas con contrato indefinido, y de las que el 62% son hombres y el 38% mujeres. En la figura 2 se muestra la distribución por sexos de la plantilla del CNH2.

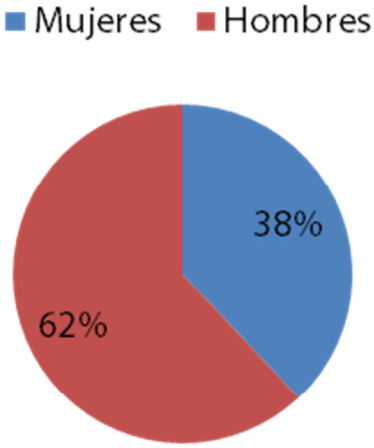

Figura 2. Distribución de la plantilla del CNH2 por sexos

En lo que se refiere a formación, el 73% de la plantilla del CNH2 tiene titulación universitaria superior y de ellos, el 14% son doctores. En la figura 3 se muestra la distribución del personal del CNH2 en función de su formación.

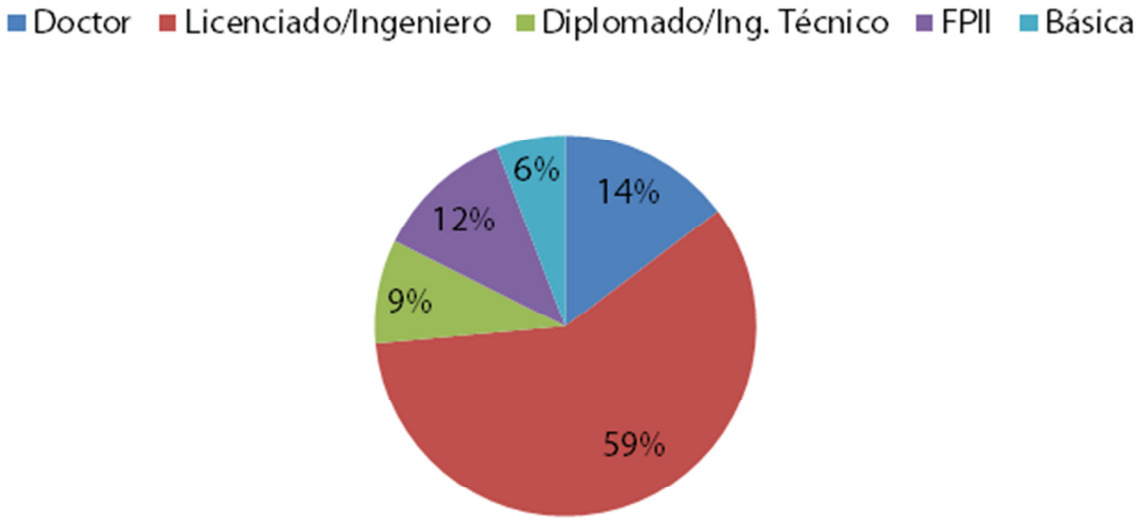

Figura 3. Distribución de la plantilla del CNH2 en función de su formación

Aunque, en principio, esta plantilla se ajusta bastante bien a las características de un centro joven como el CNH2, es muy importante, de cara al futuro, aumentar el número de doctores en el Centro, siendo éste un objetivo prioritario para los próximos cuatro años.

Con este objetivo, el CNH2 tiene firmados convenios marco y específicos con las principales OPIS (CSIC, CIEMAT e INTA), con universidades (Universidad de Castilla-La Mancha, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Universidad de Sevilla, Universidad de Córdoba, Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Cartagena, Universidad Politécnica de Valencia) y con Centros de Investigación a nivel nacional (el Institut de Recerca en Energía de Catalunya (IREC)) e internacional (Laboratorio Nacional de Energia e Geologia de Portugal (LNEG) y el Laboratorio Nacional RISØ de Dinamarca) para la realización de estancias y actividades de formación de personal investigador, tanto de investigadores del CNH2 en otros centros como de investigadores de otros centros en el CNH2. En estos convenios también se recoge la realización de actividades conjuntas y proyectos de desarrollo centrados en las temáticas que son de interés para las entidades firmantes.

Además, desde el año 2009 hasta la fecha el CNH2 ha albergado a 19 estudiantes universitarios en la modalidad de prácticas (12 de la UCLM y 7 de la UCM), 4 estudiantes de FPII también en prácticas, 3 estudiantes de la UCLM para realizar su Proyecto Fin de Carrera, Fin de Grado o Fin de Master y 1 estudiante de Bachiller en prácticas procedente de la International School de Bruselas.

1.3.5. Recursos materiales

La sede del CNH2 se encuentra situada en la calle Prolongación Fernando el Santo s/n, en la localidad de Puertollano (Ciudad Real), en un edificio cedido por el Excmo. Ayuntamiento de Puertollano de forma gratuita por un periodo de 35 años, de acuerdo al convenio firmado el 12 de diciembre de 2013.

En la figura 4 se muestra la ubicación del Edificio del CNH2.

El edificio dispone de una superficie total de 4.700 m^2, dividida en dos plantas principales:

- Una planta baja con una superficie útil de 921,24 m^2 donde se encuentran 4 laboratorios, talleres, almacenes diversos y zonas de uso general, además de una zona en bruto sin edificar que ocupa prácticamente la mitad de la planta.
- Una planta primera con 2.108 m^2 de superficie útil con despachos, salas de trabajo, salas de reuniones, 2 laboratorios, dependencias auxiliares y zonas de uso general.

Además dispone de:

- Una cubierta transitable.
- Un Parque de almacenamiento de hidrógeno a diferentes presiones y con distintas capacidades.
- Una caseta de gases en la que se ubican las diferentes balas de gases que se utilizan en el día a día y que, fundamentalmente, son hidrógeno, nitrógeno y algunos gases de calibración.
- Instalaciones de energías renovables (mini-eólica y fotovoltaica) necesarias para los diferentes proyectos de investigación en los que trabaja el CNH2.
- Punto de recarga para vehículos eléctricos (bicicletas y ciclomotores).

Hasta la fecha, la planta primera ha sido utilizada básicamente como oficinas, salas de reuniones, comedor, etc. La planta baja ha sido utilizada, fundamentalmente, como laboratorios, que han sido adecuados progresivamente de acuerdo a las necesidades surgidas y, en gran medida, gracias a la participación del CNH2 en proyectos externos.

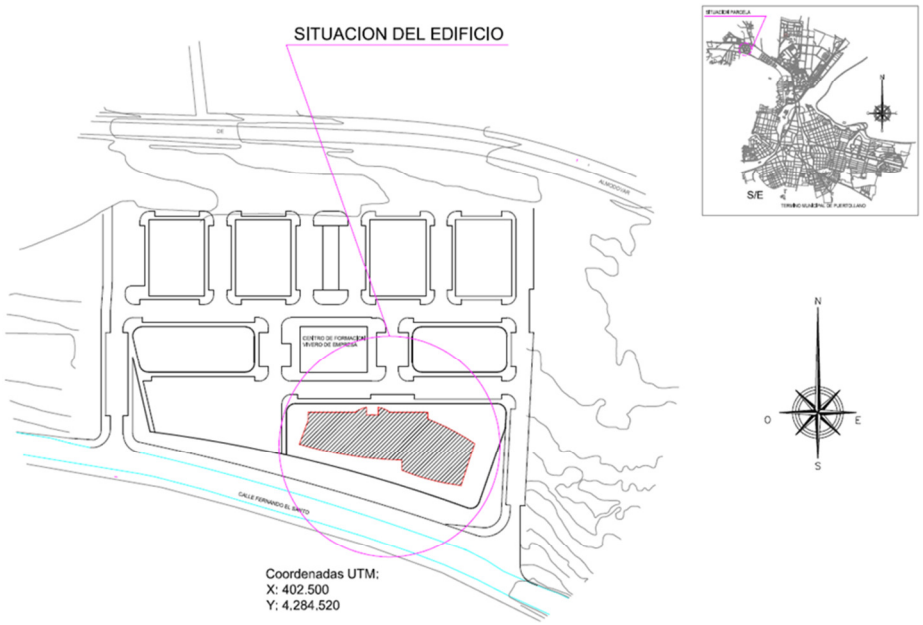

Figura 4. Situación del CNH2

El 30 de abril de 2014 se firmaba con el Excmo. Ayuntamiento de Puertollano, la cesión adicional de dos parcelas, aledañas a la sede del CNH2, marcadas en rojo en la figura 4, que representan un total de 5.690 m^2 adicionales donde se ubicarán el resto de infraestructuras e instalaciones del CNH2 que está previsto tener operativas en diciembre de 2015.

En el edificio mencionado y hasta la fecha se han desarrollado y dotado seis laboratorios, fundamentalmente a través de los proyectos financiados que se han comentado con anterioridad. A continuación se describen los laboratorios en marcha a día de hoy y los recursos materiales disponibles actualmente en ellos:

I. Laboratorio de Electrólisis Alcalina

El laboratorio de electrolisis alcalina recoge todas las instalaciones dedicadas al testeo y experimentación de componentes, stacks y sistemas de electrolisis alcalina con el objetivo principal de realizar ensayos de caracterización de componentes, ensayos de larga duración y de vida acelerada y ensayos de certificación según normativa existente.

Actualmente, este laboratorio cuenta con las siguientes instalaciones y/o bancos de ensayos:

- Banco de ensayos para la caracterización de membranas/diafragmas: tiene como objetivo la caracterización electroquímica y la determinación de los principales parámetros de diferentes componentes de stacks y pilas, principalmente de las membranas.
- Banco de ensayos para stacks y sistemas de electrolisis alcalina hasta 15 kW: tiene como objetivo la caracterización, experimentación y certificación de stacks de electrolisis alcalina de una potencia máxima de 15 kW.
- Instalación experimental para la validación de modelos de celdas de electrolisis alcalina: tiene como objetivo el desarrollo de modelos CFD para monoceldas de electrólisis alcalina. Estas celdas, diseñadas y construidas específicamente para tal fin, cuentan con partes transparentes y fácilmente accesibles para facilitar la medida de variables electroquímicas y termofluidodinámicas.
- Puesto de trabajo para la experimentación de sistemas completos de electrolisis de 80-100 kW: permite la experimentación y certificación de sistemas electrolíticos hasta una potencia máxima de 80-100 kW eléctricos. Permite ensayar módulos y sistemas comerciales o pre-comerciales.

II. Laboratorio de investigación y escalado de tecnología PEM

Los objetivos de este laboratorio son la investigación en materiales y componentes de pilas PEM y su integración en dispositivos (nivel de monocelda) para su evaluación en condiciones de funcionamiento, la realización de ensayos de degradación acelerada, el escalado de materiales y componentes y la fabricación de los mismos, y la investigación y optimización de técnicas de fabricación desde materiales y componentes hasta stacks de baja potencia. Esto abarca el procesado de materiales poliméricos, la fabricación de electrodos y MEA´s y el diseño, fabricación y caracterización de pequeños stacks y prototipos.

Para la realización de estas actividades, el laboratorio dispone de:

- Banco de ensayos de pila de combustible PEM de hasta 350 W: dedicado a la caracterización y experimentación de monoceldas y pequeños apilamientos para el desarrollo, fabricación y escalado de pilas de combustible PEM. Permite el ensayo y la caracterización a nivel de materiales y parámetros electroquímicos.
- Robot de dosificación multiejes para la deposición, mediante esprayado automático, de tintas catalíticas en la preparación de los electrodos a partir de catalizadores comerciales.
- Potenciostato-galvanostato para evaluar el funcionamiento de la MEA y de sus componentes.
- Stack de pila de combustible PEM de baja potencia (150 W).

III. Laboratorio de electrónica de potencia

El laboratorio de electrónica de potencia busca la especialización en control, simulación eléctrica y electrónica y diseño electrónico. En lo que se refiere al control, se centra en el desarrollo de sistemas de control, comunicaciones y monitorización de instalaciones, bancos de ensayo y equipos ya desarrollados. La simulación eléctrica y electrónica tiene por objeto el desarrollo de equipos de electrónica de potencia para sistemas de hidrógeno y pilas de combustible y equipos de instrumentación y control ad-hod y embebidos.

Los medios de los que dispone el laboratorio de electrónica de potencia agrupan las técnicas de control, electrónica y electrónica de potencia:

- Herramientas software para la programación de sistemas SCADA y la programación de autómatas programables y microcontroladores.
- Herramientas de diseño y prototipado rápido de PCB para el diseño y desarrollo de circuitos impresos.
- Herramientas de medida eléctrica y electrónica como osciloscopios, multímetros, etc.
- Software Matlab-Simulink como técnicas de simulación de sistemas estáticos y dinámicos para poder modelar los sistemas y estimar estrategias óptimas de operación.
- Herramientas para el desarrollo de equipos de electrónica de potencia como convertidores e inversores específicos para pilas de combustible de hasta 1 kW.

IV. Laboratorio de microrredes

El laboratorio de microrredes está especializado en la interacción e integración de los sistemas de hidrógeno en redes eléctricas como las microrredes, smartgrids o sistemas que podrán ensayarse como generadores/cargas agregados al sistema eléctrico. El objetivo es comprobar el funcionamiento de los sistemas de hidrógeno acoplados a generadores de energías renovables reales, como los de tipo eólico y fotovoltaico, con conexiones de tipo AC o DC y tanto de manera aislada como en conexión a red.

Los medios disponibles en el laboratorio de microrredes son:

- Microrred I de baja potencia con conexión en corriente continua y aislada de red. Cuenta con un electrolizador PEM de 1 kW, una pila de combustible PEM de 1 kW, almacenamiento de hidrógeno en botellas de hidruros con baño hidrostático, cargas domésticas (electrodomésticos varios), electrónica de potencia específica como un inversor senoidal, baterías Pb-Ác 12V 250 Ah, instalación específica de gases, cerramientos de seguridad, sistemas de control (PLC, SW, detectores), controles y sistemas de medida, y una instalación de energías renovables (aerogenerador 800W + paneles fotovoltaicos 3 kW).
- Microrred II de baja potencia con conexión en corriente continua y aislada de red. Cuenta con un electrolizador alcalino de 5 kW, una pila de combustible PEM de 4,5 kW, almacenamiento de hidrógeno en botellones de 50L / 200bar, un compresor de hidrógeno a 200 bar, cargas domésticas (electrodomésticos varios), una carga electrónica de 9.800 W, electrónica de potencia específica (Inversor híbrido HIS 48V/11KVA, convertidor DC, elevador de tensión, cuadro embarrados 48 V, baterías Pb-ácido, fuente de alimentación), sistemas de control , instalación de gases y sistemas de medida.
- Emulador de red y emulador fotovoltaico.

V. Laboratorio de Simulación

El Laboratorio de Simulación está especializado en simulación termofluidodinamica y validación experimental de los resultados obtenidos. Los trabajos que en él se desarrollan van desde la simulación de la gestión de gases y calor en pilas de combustible, electrolizadores y equipos auxiliares para el diseño y optimización de componentes, utilizando software CFD (Computational Fluid Dynamics) hasta el estudio de fugas de hidrógeno tanto en espacios abiertos como confinados para dimensionar sistemas de extracción y detección de hidrogeno y la ubicación de los mismos.

Los medios disponibles en el laboratorio de simulación son:

- Software especializado CFD para pilas, electrolizadores y equipos auxiliares para el estudio de fugas de hidrógeno en espacios abiertos y espacios confinados. Cuenta con licencias de Comsol Multiphysics y Ansys Fluent.
- Equipos de termografía y análisis de trayectoria y velocimetría de partículas PIV, además de la instrumentación convencional habitual para la validación de las simulaciones.

VI. Laboratorio de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación CNH2(UCC+i – CNH2)

Los objetivos de este laboratorio se marcan desde el Plan de Comunicación y Difusión con diferentes actividades tanto de difusión, para dar a conocer los servicios, actividades y proyectos del CNH2 como para acercar las tecnologías del hidrógeno a la sociedad, favoreciendo la transferencia tecnológica. Hasta la fecha, la actividad de divulgación y formación se ha centrado en un ámbito local y regional, fundamentalmente, en centros de enseñanza públicos, centros de profesores, asociaciones y colegios técnicos profesionales. Otro objetivo es el de realizar estudios de percepción social de las tecnologías relacionadas con el hidrógeno.

Este laboratorio está integrado en la Red de Unidades de Comunicación y de la Innovación de la FECYT, a través de la cuál se pretende ampliar sus actuaciones dándoles alcance nacional.

Los medios con los que cuenta la UCC+i son:

- Kits didácticos que permiten la manipulación de la tecnología y un mayor aprendizaje, con equipos de generación eléctrica, producción de hidrógeno por electrólisis y su aplicación con pilas de combustible en juguetes específicamente adaptados para ello.
- Paneles demostrativos del almacenamiento de hidrógeno generado a partir de energías renovables.
- Maquetas que explican la aplicación doméstica del almacenamiento energético en hidrógeno.

1.3.6. Recursos Económicos

Una vez creado el consorcio en el año 2007, se estableció, dentro del acuerdo entre las dos Administraciones, un plan de financiación del cual, en el periodo 2007-2014, se han recibido 18.939.635 euros como financiación directa, 5.081.848 euros de intereses financieros a imputar a las Administraciones consorciadas y 26.854.850 euros como crédito, de los cuales se han devuelto 19.834.683 euros correspondientes a la devolución del crédito en el plazo y forma que contempla el convenio y su adenda.

Los gastos e inversiones habidos desde la firma del Convenio de Consorcio hasta el 31 de octubre de 2014, han sido de 20.641.826 euros, y los ingresos adicionales producidos por las subvenciones a proyectos recibidos y derivados de los rendimientos financieros hasta la fecha han sido de 8.337.534 euros.

Además, el 30 de diciembre de 2013 se firmó una Adenda al Convenio de Consorcio inicial en la que se mantenía la cantidad inicialmente prevista de 7.020.167 € de Fondos FEDER que, con la cofinanciación establecida, supone un presupuesto estimado de 8.775.209 € para el periodo enero 2014-septiembre 2015 que se destinará a la finalizar la adecuación del edificio en el que se ubica el CNH2 y de los laboratorios ya en funcionamiento en el mismo y a la construcción y puesta en marcha de las nuevas instalaciones que está previsto construir en las superficies aledañas cedidas por el Ayuntamiento hasta completar las instalaciones del CNH2.

2. ANÁLISIS CRÍTICO.

Para establecer las actuaciones del CNH2 de cara al cuatrienio 2015-2018, es preciso primero realizar un Análisis tanto de la situación actual del Centro (infraestructuras, personal, recursos económicos, conocimientos, etc.) como de su entorno y de la situación de desarrollo de la investigación y la industria en el ámbito de actuación del CNH2 (hidrógeno, pilas de combustible, energías renovables, …). Este análisis debe realizarse a escala local, regional, nacional e internacional y debe incluir no sólo cuestiones relacionadas con la I+D+i y la tecnología, si no también aquellas relacionadas con las hojas de ruta que sobre el uso de la energía se están estableciendo en numerosos países y que deben marcar el desarrollo del hidrógeno y las pilas de combustible a corto, medio y largo plazo.

2.1. ANÁLISIS RELACIONAL.

2.1.1. Situación en el resto del Mundo

A nivel mundial, existe desde 2003 la iniciativa International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE) como foro internacional para acelerar la transición a la economía del hidrógeno. Cuenta con los principales países con programa para el desarrollo de tecnologías del hidrógeno y España participa a través de la Unión Europea.
En América del Norte (Estados Unidos y Canadá), en Asía (Corea y Japón) y en algunos países europeos (Alemania, Francia, Dinamarca…) es donde la tecnología del hidrógeno y las pilas de combustible se encuentra más avanzada y donde se encuentran la mayoría de las empresas que ya comercializan pilas de combustible.

En Estados Unidos, se coordinan y dirigen las actividades sobre el hidrógeno y las pilas de combustible a través del Programa sobre Hidrógeno del Departamento de Energía (DoE), de ámbito nacional, en asociación con el resto de entidades públicas y privadas. Este programa, dentro de su política energética y de investigación general, comenzó a principios de la década de los años 90. El hidrógeno está incluido en su política nacional de energía, disponen de una estrategia definida, con hojas de ruta y actividades planificadas en los diferentes campos.

En Canadá, el uso del hidrógeno como tecnología energética limpia ha experimentado un fuerte impulso por parte del Gobierno desde 2001, disponiendo de una estrategia para el desarrollo de toda la infraestructura relacionada con el hidrógeno y las pilas de combustible. En septiembre de 2008, el NSERC (Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada) recibió 5 millones de euros para la investigación para 5 años. Dicha cantidad se ha multiplicado por cuatro en ese periodo debido a los proyectos y colaboraciones conseguidas. La aportación por parte de la industria supone el 50% del presupuesto total de apoyo al programa de hidrógeno.

En Japón y Corea también se han tomado acciones de apoyo para el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible. Liderados por la Administración, se han asociado en torno a 20 fabricantes de automóviles y compañías de energía en consorcios público-privados para el desarrollo de tecnología y de programas de demostración de pilas de combustible. Existen hojas de ruta sobre las diferentes tecnologías de pilas de combustible, así como, propuestas de regularización y armonización.

Por su mayor proximidad y afección, la situación en Europa se analiza por separado en el siguiente apartado.

2.1.2. Situación en Europa

La situación en Europa ha ido cambiando en los últimos años influyendo en la dotación y las características de los centros de investigación y en las infraestructuras de investigación disponibles.

El hidrógeno y las pilas de combustible entraron en el escenario de la política energética europea en 2001 y, paulatinamente, han ido ganando importancia, fundamentalmente, como reacción a las políticas anunciadas en EEUU, Japón y Canadá. Desde la Comisión Europea se creó un Grupo de Alto Nivel, que

derivó en una Plataforma Europea del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible que, finalmente, se convirtió en una Iniciativa Tecnológica Conjunta (JTI) que es la figura de soporte y promoción de actividades de I+D+i en Europa para el hidrógeno y las pilas de combustible. Entre todas estas figuras y entidades se han elaborado diversos documentos que recogen una visión, unas recomendaciones, una Agenda Estratégica de Investigación, la Estrategia de Despliegue (DS) y un plan de implantación de la tecnología.

Así mismo, la Comisión Europea lanzó en 2007 el European Strategic Energy Technology Plan (SETPlan) para establecer una política tecnológica conjunta a nivel europeo para energía, considerando también al hidrógeno y las pilas de combustible a través de la JTI.

La financiación dedicada a estas tecnologías ha ido aumentando desde los 145 M€ invertidos en el periodo 1998-2002 a través del 5º Programa Marco hasta los 940 M€ con los que ha contado la JTI en el 7º Programa Marco, de los que la mitad han sido aportados por la Comisión Europea.

A nivel de cada país, también se han lanzado planes específicos, destacando Alemania con un plan específico de actuaciones público-privadas con un soporte de 1.400 M€ para 10 años.

Otros países cuentan también con planes específicos o mapas de ruta como Noruega, centrado en infraestructuras y transporte; Reino Unido, lanzó en Enero de 2012 el proyecto UKH2mobility, específico para implantación de infraestructuras de distribución de hidrógeno orientadas al transporte; y Francia o Islandia que han publicado una hoja de ruta. Todos estos planes cuentan con medidas y fondos específicos para su aplicación.

La actuación más reciente data del pasado 12 de noviembre, fecha en la que se firmaba en Bruselas, en el seno del FCH JU Stakeholder Forum, un Acuerdo entre fabricantes europeos de autobuses y representantes de varias ciudades europeas con el objetivo de facilitar la introducción de autobuses eléctricos de pila de combustible en el transporte público urbano.

a) La Iniciativa Tecnológica Conjunta

La Iniciativa Tecnológica Conjunta (JTI), llamada Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU), es una de las cinco lanzadas como consorcios público-privados a nivel europeo y cuenta con una estructura jurídica diseñada para que el programa conjunto de investigación se adapte mejor a las necesidades de la industria y acelere el proceso de adquisición de tecnología. En la financiación de la FCH-JU participan la Comisión Europea y la industria a partes iguales. Todas las actividades relacionadas con las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible se han venido encuadrando en esta iniciativa desde su creación y seguirá siendo el instrumento para el soporte e impulso a las tecnologías a nivel europeo entre 2014 y 2020 con una previsión de superar los 1.500 M€.

La FCH-JU actúa de forma independiente de la Comisión. Cuenta con una organización propia, mediante una oficina de proyectos que gestiona los fondos y las convocatorias anuales y realiza el seguimiento de las actividades financiadas. Está estructurada en dos asociaciones, la NEW-IG, que agrupa a la industria y la N.ErghY, a la que pertenece el CNH2, y que representa a los centros de investigación. Para su desarrollo se lanza un Multiannual Implementation Plan (MAIP), que se revisa anualmente y por el que se definen las convocatorias anuales. Se orienta fundamentalmente a investigación aplicada y a la demostración de la tecnología y sus aplicaciones.

b) Centros de I+D europeos

La necesidad de acercar las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible al mercado y fomentar su uso masivo requiere de centros con orientación hacia la experimentación y validación. Para ello, o bien, se han creado paulatinamente centros específicos, o se han dotado de mayores medios a aquellos que, encargados de la investigación energética, no están centrados en exclusividad en el hidrógeno y las pilas de combustible y en su conexión con las energías renovables. De forma general, la asignación de recursos materiales y el número de grupos de investigación a nivel de los diferentes países europeos es claramente superior a los de nuestro país.

En 1962, la Comisión Europea creaba el Instituto de la Energía, perteneciente al JRC (Joint Research Center) en Petten (Holanda), que en 2011 se expandía para crear una infraestructura de ensayo de pilas de combustible y de tanques de hidrógeno a presión, para apoyar y facilitar el desarrollo y la armonización de los procedimientos de ensayo para las aplicaciones estacionarias y al transporte.

Por otro lado, y aunque en todos los países existen centros de I+D dedicados a temas de energía que cubren actividades de hidrógeno y pilas de combustible, comienzan a aparecer centros dedicados en exclusiva a estas tecnologías. Destaca en Alemania el Zentrum fuer Brennstoffzellen Technik (ZBT), concebido como un instituto para desarrollo tecnológico y apoyo a la industria de las pilas de combustible para su introducción en el mercado. Cuentan con más de 100 trabajadores y su actividad se centra tanto en tecnologías de producción y certificación de pilas PEM, para lo que cuentan con un laboratorio independiente del resto de trabajos del centro dedicado en exclusiva a realizar hasta nueve ensayos acreditados bajo normativa, como en desarrollo de componentes y sistemas, modelado e, incluso, actividades de investigación básica en materiales, componentes y procesos, todo para pilas de combustible PEM.

Otros centros que destacan son, en Alemania, además del ya mencionado ZBT, el Forschungszentrum Julich, con una división específica para pilas de combustible y el IEK3; en Francia, el CEA-LITEN, división específica del CEA francés y en Dinamarca, la Universidad Técnica, con el Laboratorio Nacional Risø a la cabeza.

Por otro lado, habida cuenta de la necesidad de instalaciones de experimentación, se ha financiado el proyecto "H2FC European Infrastructure Project" para el impulso del acceso europeo a las instalaciones de testeo y experimentación relacionadas con hidrógeno y pilas de combustible. Este proyecto cuenta con 19 instituciones participantes y ha de desarrollar un sistema conjunto transnacional para facilitar el acceso a diferentes instalaciones e infraestructuras de los participantes a científicos y empresas.

2.1.3. Situación en España

Desde hace más de diez años las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible están presentes en los planes de apoyo a la I+D por parte de la Administración. Existen foros sectoriales específicos donde se definen planes y actividades de coordinación y hay empresas involucradas en el desarrollo e implantación de estas tecnologías, así como, centros de investigación con grupos expertos en temas específicos. Sin embargo, no se han concretado medidas específicas de apoyo a la I+D o a la implantación de infraestructura de almacenamiento o distribución de hidrógeno como en otros países y no se ha llegado a una masa crítica de entidades y expertos, lo que está haciendo que España quede retrasada respecto a los principales países industrializados.

Dentro de las entidades de investigación, los principales grupos que trabajan en estas líneas pertenecen a Organismos Públicos de Investigación (Institutos del CSIC y universidades), pero sin que ninguno tenga el tamaño y la capacidad tecnológica suficiente para integrar las diferentes áreas de conocimiento y producir un salto cualitativo. Otros OPI, como el CIEMAT y el INTA, también están trabajando en hidrógeno y pilas de combustible con un carácter más tecnológico.

La relación que el CNH2 pretende establecer con los principales organismos de investigación de carácter nacional es la de ser una entidad complementaria a ellos, con infraestructuras y equipos disponibles para su acceso, facilitando el escalado y demostración de la investigación aplicada, y siendo eslabón fundamental en escalado, validación y experimentación. Por ello, el CNH2 tiene convenios de colaboración con estos organismos que juegan un papel activo en las jornadas de reflexión del Plan Director de I+D del CNH2. Asimismo, el CNH2 pretende actuar como nexo de unión entre estos centros y las empresas que puedan estar interesadas en implementar estas tecnologías, dando apoyo también a estas últimas en la validación y certificación de sus desarrollos.

a) Integración de grupos de I + D y empresas

Una gran mayoría de la comunidad científica, que en una proporción elevada se agrupaba en la "Red de Pilas de Combustible, Baterías Avanzadas e Hidrógeno CSIC–Universidad", expresó la necesidad y conveniencia de la creación de un centro que aunase sus esfuerzos y facilitase la continuación de su labor de forma que hiciera frente a las necesidades asociadas al impulso de estas tecnologías en nuestro país.

El enlace entre las diferentes empresas interesadas y grupos de investigación y de todos ellos con la Administración, comienza con la creación de la Asociación Española del Hidrógeno (AeH2) y la Asociación Española de las Pilas de Combustible (APPICE) en 2002. En las comunidades autónomas también se han creado foros y asociaciones, bien por iniciativa académica como la Asociación Catalana del Hidrógeno, en febrero de 2004, bien por iniciativa público-privada como la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón.

b) Planes Nacionales de I+D+i

Desde el Plan Nacional de I+D+i 2004-2007 se incluyeron las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible de forma más o menos explícita para la ejecución de proyectos de I+D+i.

El vigente Plan, en vigor hasta 2016, contempla el "Reto en energía, segura y limpia", donde entre sus prioridades se incluye como ámbito el hidrógeno y las pilas de combustible: i) producción de H2; (ii) investigación y desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible; (iii) almacenamiento y distribución de H2, y (iv) usos de hidrógeno portátiles y estacionarios, todo ello para una generación sostenible y una distribución de energía respetuosa con el medioambiente, abordable económicamente y socialmente aceptable.

c) Actividad Empresarial

Las empresas que han estado llevando a efecto proyectos de I+D o de demostración en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible, con ayuda de subvenciones procedentes tanto de la Administración central como de las autonómicas, pertenecen, fundamentalmente, a los siguientes sectores: renovables (eólica y biomasa), generación de potencia estacionaria, generación portátil y transporte (principalmente urbano).

Para poder impulsar el tejido empresarial, el CNH2 considera que los principales criterios hacia los que debe enfocar el esfuerzo que está realizando son:

- La orientación de la investigación hacia el desarrollo tecnológico.
- La necesidad de demostrar ese desarrollo tecnológico.
- La necesidad de disponer de instalaciones que verifiquen, homologuen, certifiquen y cualifiquen los componentes, elementos, equipos o sistemas desarrollados.

d) Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible, PTE HPC

Constituida en mayo de 2005 y auspiciada por los Ministerios de Educación y Ciencia y de Industria, Turismo y Comercio, es una iniciativa de las principales instituciones y entidades presentes en el sector para estructurar y orientar el mismo y para conectarlo con las actividades y ritmo de la Plataforma Europa al respecto. Su misión es definir actividades estratégicas de I+D, ajustándolas, en la medida de lo posible, al escenario europeo para cumplir su objetivo de facilitar y acelerar el desarrollo y la utilización en España de sistemas basados en pilas de combustible e hidrógeno, en sus diferentes tecnologías, para su aplicación en el transporte, el sector estacionario y el portátil, teniendo en cuenta toda la cadena de I+D+i.

En la actualidad colaboran más de 120 entidades en los diferentes grupos de trabajo (producción de hidrógeno, almacenamiento y distribución de hidrógeno, aplicación al transporte y otros usos del hidrógeno), desde los que se han lanzado diferentes documentos como un análisis estratégico, un estado

del arte del hidrógeno y las pilas de combustible con un mapa de situación en España, una estrategia para el desarrollo del sector, un informe de acciones prioritarias y un documento de expectativas de empleo.

De los cuatro grupos de trabajo de la PTEHPC, el CNH2 coordina el de Usos del Hidrógeno, participando en el grupo rector, subcoordina el de Almacenamiento y Distribución y participa activamente en los otros dos (producción de hidrógeno y transporte).

e) Otras plataformas tecnológicas

Existen otras plataformas que entre sus actividades contemplan las tecnologías del hidrógeno, bien como almacenamiento energético, bien por seguridad. Entre las que destacan por su actividad están PESI y FUTURED, en las que participa el CNH2. Por las aplicaciones de las pilas de combustible, se participa activamente en la Plataforma Española de Redes Eléctricas, FUTURED, sobre todo por su integración como sistemas de almacenamiento de energía en la generación distribuida y las microrredes. Y, por otro lado, a través de la Plataforma Española de Seguridad Industrial (PESI), se busca fomentar el uso seguro de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible.

f) Comités Técnicos de Normalización

Como espejo de los comités internacionales y gestionados por AENOR, existen dos comités técnicos de normalización en España:

- Comité Técnico de Normalización en Tecnologías de Hidrógeno AENOR/CTN-181.
- Comité Técnico de Normalización en Tecnologías de las Pilas de Combustible AEN/CTN206/SC105.

El CNH2 participa en diversos grupos de trabajo de cada uno de ellos como futuro organismo validador, experimentador, certificador y homologador y es el secretario del AEN/CTN206/SC105 desde abril de 2013.

g) Otras redes

El CNH2 es miembro de la RedIRIS, red académica y de investigación española que proporciona servicios avanzados de comunicaciones a la comunidad científica y universitaria nacional.

También forma parte de la Red de Unidades de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) que la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) gestiona. Las Unidades de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) son hoy en día uno de los principales agentes en la difusión y divulgación de la ciencia y la innovación en España, y constituyen un servicio clave para mejorar e incrementar la formación, la cultura y los conocimientos científicos de los ciudadanos.

La Red de UCC+i tiene por objetivo fomentar el intercambio de experiencias y la búsqueda de sinergias entre entidades, lo que mejora la calidad de los productos y servicios de las UCC+i y promueve la optimización de recursos.

2.2. ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIO ECONÓMICO DEL CNH2

En primer lugar, es necesario ubicar el ámbito de actuación del CNH2 dentro de las tendencias de las tecnologías energéticas. Actualmente, confluyen la cercanía de una disminución en la capacidad productiva de energía basada en las fuentes fósiles tradicionales con una situación económica que limita la capacidad de los agentes para desarrollar tecnologías sustitutivas que puedan llegar al mercado.

Existen dos tendencias relacionadas dentro del desarrollo de nuevas tecnologías energéticas que están ganando peso paulatinamente como son las energías renovables y la gestión de la energía, es decir, su almacenamiento. Estas tendencias están llamadas a sustituir en el futuro a los combustibles fósiles y a cambiar el panorama energético a todos los niveles, aun a pesar de esa situación de incertidumbre y ralentización de la actividad investigadora. La utilización del hidrógeno como vector energético se perfila cada vez más como un paso para facilitar la progresiva implantación de energías y combustibles

alternativos e, incluso, para suponer un elemento clave de transición entre fuentes primarias convencionales actuales y futuras, cualesquiera que pudieran ser estas.

2.2.1. Situación internacional

Diversas iniciativas a nivel internacional buscan desarrollar las tecnologías del hidrógeno y fomentan su uso en condiciones reales a diversas escalas, con distintos orígenes y para diversas aplicaciones, constituyéndose en un campo de investigación estratégico tanto para los estados como para las compañías. Los principales países industriales y tecnológicos como Estados Unidos, Alemania, Canadá, Japón, Corea o China, entre otros, consideran a las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible como una clara opción de futuro que debe ponerse en marcha en el presente, y han planteado diversos planes específicos a nivel nacional con gran dotación de medios para ello y buscando la implicación de centros de investigación y, sobre todo de empresas, con dotación de medios específicos y la creación de una red de infraestructuras para su implantación en un futuro cercano. También la Agencia Internacional de la Energía, que tiene grupos de trabajo específicos para hidrógeno y pilas de combustible, está dando cada vez más importancia a estas tecnologías al incluirlas, ya por separado, dentro de su informe anual "Energy Technology Perspective", que es una referencia a nivel mundial.

Dentro de estos planes existen varias acciones que, de forma general, se están fomentando en prácticamente todos estos países para la implantación de la "economía del hidrógeno". Por un lado, está el desarrollo de infraestructura para el transporte basada en el coche de hidrógeno con pila de combustible. Se trata, por un lado, de la implantación de redes de suministro y distribución de hidrógeno mediante "hidrogeneras" (las gasolineras de hidrógeno) que complemente la anunciada puesta en la calle de un número significativo de coches que funcionen con pila de combustible. Las principales compañías automovilísticas a nivel mundial (Toyota, Audi, Mercedes, Honda, Hyundai, General Motors, Ford y Nissan) han anunciado que a partir de 2015 pondrán en la calle modelos comerciales que funcionarán con pila de combustible. A modo de ejemplo, puede comentarse la iniciativa de programas como el UKH2 Mobility en el que participan tres ministerios del gobierno de Reino Unido y trece agentes industriales; la futura iniciativa H2USA, promovida por el Department of Energy (DoE) de los Estados Unidos, en coordinación con asociaciones de fabricantes de vehículos e incluyendo a los gestores de las redes de generación y distribución de combustibles; la iniciativa francesa basada en una transición desde flotas cautivas hasta infraestructuras de autovías en corredores concretos; o la Escandinava basada también en dotar de infraestructuras de respotaje las principales autovías en corredores concretos de tránsito frecuente. Iniciativas similares están empezando también a ponerse en marcha en otros países como Austria, Bélgica, Finlandia, Holanda (que tiene previsto publicar su plan antes de finalizar en 2014) o Suiza.

Una iniciativa a nivel europeo es la DIRECTIVA 2014/94/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 22 de octubre de 2014 relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos, entre los que se encuentra de forma específica el hidrógeno. Esta directiva implica la creación de todas las infraestructuras necesarias para tener una red de suministro de estos combustibles alternativos, lo que abre y fomenta nuevas actividades y mercados tanto para empresas como para organismos como el CNH2.

Otra acción son las aplicaciones reales en algunos nichos de mercado que están contando con el apoyo de las principales empresas en cada sector. Dentro de estos nichos de mercado destaca el de carretillas elevadoras en centros de distribución y logística. En Estados Unidos y Canadá las principales empresas con estos centros como Coca-Cola, Wall-Mart, Procter&Gamble y otras ya tienen más de 30 centros de distribución con cerca de 5.000 carretillas elevadoras instaladas que funcionan con pila de combustible, lo que está suponiendo un impulso para los fabricantes de estos sistemas. Otro mercado que se está desarrollando es el de sistemas de generación de energía para centros de procesamiento y almacenamiento de datos informáticos. También en Estados Unidos y Canadá cerca de 85 centros cuentan con una generación eléctrica basada en pilas de combustible con una potencia total de 58 MWe. Otros mercados son los sistemas de apoyo y cogeneración en hospitales, bases militares o grandes hoteles o los sistemas de emergencia en redes de transmisión y comunicaciones. Todos estos mercados han contado con apoyos por parte de los estados para su implantación aunque, en alguno de los casos, como en el de las carretillas elevadoras, empieza a ser rentable por sí mismo.

Estudios realizados en Estados Unidos, en febrero de 2011, concluyen que más de 39.000 personas trabajaban ya en estas tecnologías en dicho país. Diferentes estudios y previsiones del Departamento de Energía de EEUU (DoE) han realizado estimaciones diversas, todas con cifras interesantes, que indican que entre 361.000 y 675.000 personas serían las que estarían implicadas solo en la fabricación de dispositivos en este ámbito a nivel mundial en 2035. Un estudio de la Unión Europea (HyWays Project, 2007) cifraba en 500.000 las personas que se encontrarían trabajando en el sector del hidrógeno y las pilas de combustible para el año 2030 y más de dos millones para 2050. Por último, Corea tiene el objetivo de suministrar un 20% del total de pilas de combustible en el mundo, creando así 560.000 puestos de trabajo en el país. Esto implicaría la creación de 2,8 millones de empleos en el mundo con unas ventas globales de 126.000 millones de dólares (Park, 2010).

El impacto de todas estas medidas no sólo viene dado por el empleo y las cifras económicas, que poco a poco empiezan a surgir en estos países, sino por la implicación de los principales usuarios de sistemas basados en estas tecnologías y su fomento como opción sostenible de generación y uso de la energía.

En su papel como entidad impulsora de la tecnología, el CNH2 debería ser capaz de actuar como el agente que lleve a cabo, no sólo la vigilancia tecnológica de las iniciativas y programas, a nivel mundial en general y europeo en particular, sino también como entidad validadora, certificadora y homologadora de referencia puesta al servicio de la ciencia-tecnología y de la empresa, acompasada al cambio tecnológico exterior en lo referente a tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible en España. Para ello, parte de su actividad debería consistir en coordinar, canalizar y favorecer el acceso y la ejecución de las iniciativas empresariales o de los agentes de investigación en este campo, como entidad demostradora a su servicio, tanto si van a ser desarrolladas en el seno de las compañías o grupos, en las instalaciones del CNH2 o en colaboración con otras entidades.

2.2.2. Situación en España.

De cara a un enfoque de análisis del impacto del CNH2 en materia económico-social, también es importante hacer una reflexión del sector energético español que, si bien está incluido en el marco europeo, presenta unas características particulares. El consumo de energía en España proviene, en su mayoría, de fuentes primarias importadas, a pesar de contar con una importante capacidad tecnológica y de potencia instalada de carácter autóctono y renovable. Este efecto viene dado por ser el fin mayoritario de la energía autóctona el vertido a la red eléctrica en régimen de subasta bonificada, sin haberse implantado, de forma generalizada, otro tipo de aplicaciones (transporte, autoconsumo, redes inteligentes, compensación de fluctuaciones de la demanda).

La bajada de consumo por la crisis económica ha supuesto una importante merma en la demanda, lo que ha dado lugar a un doble efecto para el tejido industrial asociado a las energías renovables: por una parte, existe un exceso de potencia instalada, lo cual hace que en algunas situaciones existan excedentes de generación que no pueden ser aprovechados (lo que condiciona totalmente la construcción de nuevas plantas) y, por otra, se han reducido los ingresos económicos esperados por los agentes que habían invertido en el desarrollo de nuevas tecnologías y la promoción de nuevas instalaciones en el campo de las energías renovables.

El rápido desarrollo tecnológico, empresarial y de recursos humanos alcanzado como efecto del incentivo a las energías renovables en España, se ha frenado bruscamente y el conocimiento adquirido por las empresas no puede retornar la inversión que las fomentó por no existir actualmente mercado interno para la aplicación de know-how, mano de obra experta, etc.

Existe, por tanto, un alto índice de desocupación en el sector de la generación y mal aprovechamiento energético de la generación a partir de recursos renovables y autóctonos que, hasta hace poco, era un motor económico y de generación de empleo. Esto resulta especialmente alarmante cuando el consumo de fuentes primarias importadas y no renovables, como pueden ser el petróleo y el gas natural es superior al 70 % del total, lo cual no hace sino perjudicar la balanza económica y agravar los efectos de la crisis económica (independientemente de otros problemas como pueden ser los daños medioambientales, la inseguridad del suministro, la dependencia energética, la exposición a fluctuaciones de los mercados energéticos internacionales, etc.).

Los beneficios de esta evolución tecnológica, desde la fuente de generación de energía hasta el consumidor, serían inmediatos en cuanto a actividad propia de las empresas, pero también serían relevantes para el conjunto de la economía, pues podría reducirse el peso de las importaciones energéticas en la balanza de pagos, existiría un mayor abanico de soluciones de suministro energético que podrían dar ventaja competitiva a actividades que actualmente se ven penalizadas por el coste de la energía en España y podrían tener repercusión indirecta en otros sectores como el de fabricación de componentes de automóvil, la industria naval o aeronáutica, la ingeniería y montaje industrial, que representan un peso importante en el producto interior bruto español.

La Plataforma Tecnológica Española, en su informe de noviembre de 2013 titulado "Expectativas de creación de empleo en hidrógeno y pilas de combustible en España", estima unas previsiones de los puestos de trabajo que se crearían en España para los distintos escenarios propuestos en el HyWays (proyecto que finalizó en el año 2007), que difieren en la velocidad de aprendizaje en la tecnologías y en el grado de apoyo político. En la figura 5 se muestran estos datos.

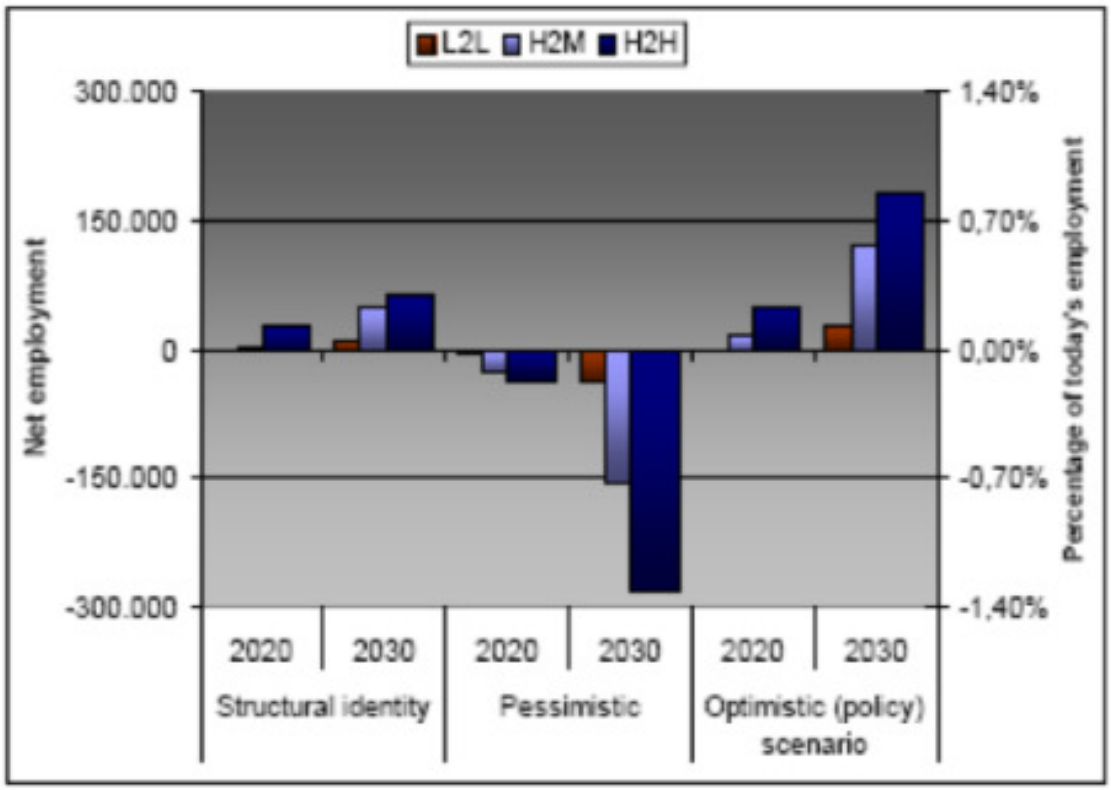

Figura 5. Efecto neto en el empleo para España en los tres escenarios de importación/exportación. *(PTEHPC, 2011).*
(NOTA: L2L= Aprendizaje moderado y apoyo político modesto; H2M= Aprendizaje rápido y apoyo político alto; H2H= Aprendizaje rápido y apoyo político muy alto).

Destaca el informe de la PTE HPC como conclusión importante que si España optara por no incentivar las tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible, el peor resultado no sería simplemente no generar los empleos asociados en ese caso, podrían destruirse muchos empleos debido a la obsolescencia tecnológica de sectores clave en la economía española. En particular, el sector de automoción se vería sometido a un cambio radical, y si las empresas españolas no se adaptaran a tiempo, la producción podría deslocalizarse a otros países, con la pérdida de casi 300.000 empleos directos y muchos más indirectos. Al otro lado del espectro de posibilidades, si se promovieran contundentes iniciativas nacionales para el fomento de estas tecnologías, el avance técnico fuera rápido y Europa se posicionara entre los líderes en exportación de estas tecnologías, podrían crearse hasta 180.000 empleos directos netos en España en 2030. Estos nuevos empleos estarían encuadrados tanto en el sector de la automoción, que crecería en peso, como en los

nuevos nichos de mercado favorecidos por la coyuntura de precios, disponibilidad, normativa y percepción pública respecto al hidrógeno.

2.2.3. El entorno regional y local

El CNH2 tiene su sede en la localidad de Puertollano, situada en la región de Castilla-La Mancha, región interior, con una baja densidad de población y alto índice de desempleo. Aunque predomina el sector primario, en especial la agricultura y la ganadería, Castilla-La Mancha es un exportador neto de energía eléctrica (del orden de 12.000 GWh anuales), existiendo en la región centrales térmicas y de ciclo combinado, fuel, hidroeléctricas y una instalación nuclear (Central Nuclear de Trillo). En el campo de las energías renovables, es un productor destacado, aportando en 2012 el 17%, 21% y 18% de potencia total nacional en energía eólica, fotovoltaica y solar térmica, respectivamente.

Con una tasa de paro superior a la media nacional y un producto interior bruto per cápita un 75% inferior a la media europea, Castilla-La Mancha es considerada objetivo prioritario de la política regional europea (Región Objetivo 1).

Dentro de las poblaciones de Castilla-La Mancha, Puertollano resulta atípica como foco de actividad industrial en el entorno de Castilla-La Mancha. Esta característica históricamente ha estado relacionada con la generación y transformación de la energía por la existencia de un desarrollo alrededor de la cuenca minera del carbón y por la posterior instalación, en los años 50, de la única refinería de petróleo española no costera. Según datos del Anuario Económico 2013 elaborado por La Caixa (datos correspondientes al año 2011), Puertollano ocupa el primer lugar en la región en cuanto a índice industrial, con un indicador de 479 puntos, a gran distancia sobre la segunda ciudad de la región en cuanto a esta magnitud, Albacete, con 248 puntos. La refinería de Repsol en Puertollano, junto con las industrias químicas asociadas y la factoría de Fertiberia suponen un gran impulso de la actividad industrial.

Por otra parte, la existencia de instalaciones generadoras de energía de muy diversa índole, tanto a partir del carbón de la cuenca propia (central térmica convencional y de gasificación integrada en ciclo combinado de Elcogas) y petróleo (refinería de Repsol) como por fuentes renovables: fotovoltaica y solar térmica, destacando la existencia de una industria orientada a la producción primaria de energía solar (factoría de producción de obleas fotovoltaicas y de paneles de captación solar) y con una planta de producción de energía termolar (Iberdrola) supone una importante concentración de actividad industrial-energética.

También es importante destacar la presencia de un entramado de pequeñas empresas de servicios industriales, como talleres y caldererías, surgidas a la sombra de las anteriores, que da lugar a disponibilidad de servicios industriales especializados y mano de obra cualificada.

En la actualidad, la actividad industrial ha sufrido los efectos de la crisis, con bajadas de producción en el refino de petróleo y la industria auxiliar, así como, un parón importante en la actividad de las empresas productoras de energía, siendo dramática la situación de aquellas que crecieron en línea con el rápido ascenso de las energías renovables y que se encuentran actualmente en niveles mínimos de actividad.

A nivel local existen importantes sinergias entre las productoras energéticas locales, algunas de ellas generadoras de hidrógeno como subproducto en sus procesos, para el caso de aplicación de nuevas tecnologías o usos a los medios de obtención presentes, como pueden ser el reformado de gas natural. La presencia de una planta de producción de energía integrada en la red, pero de un marcado origen experimental, como es la central de gasificación integrada en ciclo combinado de Elcogás, con la que actualmente se mantiene un convenio de colaboración, permitiría la puesta en marcha, en entorno real, de equipos de nuevo desarrollo.

Por otro lado, es especialmente relevante la existencia en Puertollano de empresas aplicadas al desarrollo de componentes para la industria fotovoltaica que actualmente se encuentran en situación de actividad mínima. Por tratarse de una industria de reciente implantación y disponer de equipos y personal para trabajos de precisión y fabricación en serie, la oportunidad de fabricación de componentes, por ejemplo,

para pilas de combustible, en cantidades masivas podría ser acometida con inversiones menores y podría relanzar su capacidad productiva.

Adicionalmente, existen variedad de pequeñas empresas de servicios industriales, con alcance nacional y que actualmente basan sus servicios en los prestados a la refinería de petróleo, que podrían adquirir conocimientos y experiencia en su colaboración con el CNH2 y que les podría capacitar para participar en otras instalaciones con tecnologías afines que pudieran irse implantando (hidrogeneras, almacenamientos de hidrógeno, pilas estacionarias) a nivel nacional.

Por último, en cuanto al desarrollo del entorno social, es destacable la presencia de centros formativos con una clara orientación al sector industrial, y con los que ya se colabora mediante convenios de prácticas, actividades de difusión, etc., por parte del CNH2 y que podrían ser cantera de nuevos profesionales, como tradicionalmente lo han sido para las empresas industriales de la localidad. La presencia del Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración (ISFOC) en Puertollano y la cercanía con los campus universitarios de Ciudad Real y Almadén (donde se concentran las enseñanzas técnicas de la Universidad de Castilla-La Mancha) también garantiza la cercanía de grupos de investigación y de titulados en disciplinas técnicas que pueden realizar actividades afines a su formación o tareas investigadoras.

2.3. ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS COMPETITIVAS DEL CNH2

El papel de bisagra que ocupa el CNH2 en la cadena Ciencia-Tecnología-Empresa (C-T-E), entre el sector empresarial y el sector de la investigación, hace que tenga unas ventajas competitivas "per se". Las ventajas competitivas que diferencian al CNH2 de otros organismos públicos o privados de la cadena C-T-E son las siguientes:

- Presenta una componente tecnológica que orienta su encaje a la función de bisagra entre ciencia e industria.
- Es un Centro de componente multidisciplinar para dar soporte a los diversos aspectos que presentan las tecnologías del hidrógeno.
- Ofrece una conexión con el sector de las energías renovables como sistema de almacenamiento de energía que amplía el abanico de posibilidades de encaje entre sectores.
- Forma parte de RedIRIS, que es la red académica y de investigación española, proporcionando servicios avanzados de comunicaciones a la comunidad científica y universitaria nacional.
- Forma parte de la Red de Unidades de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) que la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) gestiona.
- Permite simultanear los avances en producción, manejo y utilización del hidrógeno, cuestión que es de vital importancia, aportando la experiencia necesaria de forma que pueda facilitar su incorporación al sistema energético en un breve plazo de tiempo.
- Dispone de capacidad para el desarrollo de bancos de ensayo e instalaciones de testeo, desarrollo de protocolos, metodologías de experimentación relacionada con sistemas de generación, almacenamiento, transformación y distintas aplicaciones del hidrógeno en microrredes, y diferentes aplicaciones industriales o residenciales.
- Ofrece la posibilidad de hacer ensayos de larga duración. Dichos ensayos son de vital importancia para la mayoría de los avances científicos y tecnológicos.
- Posee una orientación acorde con la situación energética y con la capacidad tecnológica nacional, relacionando el hidrógeno energético como un sistema de almacenamiento de energía acoplado a sistemas de energías renovables.
- Ofrece la posibilidad de disponer de una sola organización donde realizar pruebas y desarrollos, lo que permite mejorar las garantías de calidad y confidencialidad de las actividades desarrolladas.
- Tiene acuerdos y convenios de colaboración firmados con los principales OPIS y universidades nacionales (INTA, CSIC, CIEMAT, UCM, UCLM, UCO, US, UNED, UPCT, UPV, etc.), lo cual es de elevado interés, siendo este tipo de convenios muestra de la perfecta integración del CNH2 en un lugar que hasta su llegada no ocupaba ninguno de los organismos existentes en su momento.
- No existe una dependencia directa de otros OPIS nacionales lo que le permite fijar sus objetivos y líneas de I+D de manera ágil, independiente y a largo plazo.

- Forma parte de las principales plataformas tecnológicas y asociaciones relacionadas con el hidrógeno tanto de manera vertical como de manera horizontal derivada de las distintas aplicaciones (Asociación Española del Hidrogeno, APPICE, PTEHPC, PESI, FUTURED…). También forma parte de grupos de trabajo de AENOR destinados a la normativa en este ámbito (subcomité 105 del CTN206, CTN181).
- Presenta una ubicación geográfica privilegiada, en el centro de la península, con una buena red de comunicaciones por carretera y tren de alta velocidad, siendo Puertollano un núcleo industrial de marcada componente energética convencional y de tipo renovable (Complejo petroquímico Repsol, Planta termosolar de Iberdrola, Central de gasificación de ciclo combinado de ELCOGAS, energía solar fotovoltaica de concentración ISFOC, fabricación de paneles y componentes para energía fotovoltaica, plantas de producción de energía fotovoltaica y térmica de alta temperatura y empresas auxiliares y de servicios asociadas).
- Dispondrá en un plazo inferior a dos años de equipamiento e instalaciones orientados a ensayar, verificar y certificar elementos, componentes y sistemas, lo que supondrá un apoyo importante para los distintos equipos de investigación, como complemento de sus equipos e instalaciones.

2.4. ANÁLISIS DAFO.

Finalmente y una vez analizados todos los aspectos que afectan al desarrollo actual y futuro del CNH2, en la tabla 1 se muestra el Análisis DAFO (fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas) realizado sobre la situación actual del CNH2.

Tabla 1. Análisis DAFO del CNH2

FORTALEZAS	DEBILIDADES
1. Existencia de un equipo multidisciplinar, joven y con conocimientos dentro del sector del hidrógeno y las pilas de combustible. **2.** Experiencia adquirida por el equipo humano en colaboraciones dentro de proyectos público-privados de I+D+i, tanto en su gestión como en su ejecución. **3.** Encaje de la orientación en las necesidades de los sectores científicos y tecnológicos relacionados con el hidrógeno y las pilas de combustible. **4.** Orientación del CNH2 para potenciar el uso energético del hidrógeno como almacenamiento de las energías renovables. **5.** Buena aceptación del CNH2 en el entorno industrial de Puertollano en general y por el Ayuntamiento de Puertollano en particular. **6.** Existencia de Convenios de colaboración con los principales actores públicos del sector como son los OPIS, las universidades y las empresas. **7.** Participación activa en los diferentes foros sectoriales nacionales e internacionales, así como, en diferentes redes relacionadas con la I+D+i. **8.** Existencia de equipamiento en funcionamiento que se ha ido adelantando merced a la participación en proyectos de colaboración. **9.** Posibilidad de usar un edificio con su infraestructura por un periodo de 35 años sin coste. **10.** Fondos FEDER para la creación de nuevos laboratorios y para la adecuación de los ya existentes y del edifico cedido de cara a la implantación definitiva del CNH2. **11.** Apoyo de los gobiernos regional y nacional para el afianzamiento del Centro. **12.** Fuertes relaciones con empresas energéticas del entorno de Puertollano y a nivel nacional.	**1.** Falta de currículo científico de una parte importante del personal del CNH2. **2.** Reducido número de doctores con experiencia en la dirección de Equipos de investigación. **3.** Situación actual de crisis económica que dificulta las inversiones en I+D+i públicas y privadas. **4.** Complejidad de los equipos a utilizar y falta de experiencia de los investigadores en el manejo de algunos de ellos. **5.** Elevado número de líneas estratégicas de I+D+i y dispersión en la especialización. **6.** Riesgo de fugacidad del personal del CNH2. **7.** Dificultad de adscripción al CNH2 de personal científico y técnico de alta cualificación proveniente de centros de investigación por la situación económica actual y la ubicación del Centro.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1. No existe ningún Centro a nivel nacional capaz de aproximar en plazo y forma la I+D+i que se realiza en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible a la que realiza y demanda el sector productivo. **2.** Existencia de programas de financiación de carácter internacional y nacional centrados en la I+D+i energética y del hidrógeno y las pilas de combustible. **3.** Publicación de la Directiva Europea para la red de infraestructuras de repostaje de combustibles alternativos. **4.** Buena sintonía con grupos de investigación nacionales que han ofrecido sus instalaciones para iniciar las primeras colaboraciones, especialmente en el ámbito del escalado de elementos y componentes. **5.** Existencia de grupos de investigación con desarrollos que precisan de su escalado para poderlos llevar al sector productivo. **6.** Interés de empresas en el uso del hidrógeno y de las pilas de combustible en diversas aplicaciones de mercados emergentes como se está produciendo en todo el mundo tecnológicamente avanzado. **7.** Sector en crecimiento como almacenamiento energético. **8.** Colaboración con otras instalaciones de investigación creando redes. **9.** España potente en Energías Renovables como necesidad de reducir la dependencia energética exterior. **10.** Posibilidad de liderar la normativa en el sector a nivel nacional. **11.** Alto interés en el desarrollo de la movilidad sostenible y los coches de bajas emisiones. **12.** Carencia en España de demostradores de uso de hidrógeno especialmente acoplado a energías renovables. **13.** Óptima situación de partida para incorporar al Centro, en un periodo corto, al mapa de ICTS del MINECO. **14.** Relación con universidades que permite al Centro participar en Programas de Doctorado, facilitando la formación de doctores en el Centro.	**1.** Desconocimiento y desconfianza social de la utilidad del hidrógeno en el marco energético. **2.** Prácticamente no existen empresas nacionales en el sector con capacidad para el desarrollo de tecnología. **3.** Debido a la crisis y a la falta de recursos, las empresas no tienen predisposición para realizar I+D+i. **4.** Retraso del sector con respecto a otros países y excesiva dependencia del exterior en componentes y sistemas. **5.** Caída importante en la producción del sector fabricante y usuario de las energías renovables. **6.** Dependencia de las energías convencionales y pérdida de liderazgo de empresas españolas frente a otros países, así como, legislación que ha paralizado inversiones en renovables. **7.** Condiciones menos favorables en las convocatorias de ayudas públicas a la I+D+i y con menos dotación presupuestaria. **8.** Inexistencia de una Política Energética clara a nivel nacional y regional que permita situar el uso del hidrógeno y las pilas de combustible al nivel de otros países europeos. **9.** No existe una Hoja de Ruta Nacional para la implantación de infraestructuras de hidrógeno similar a la que existe en otros países del entorno (Reino Unida, Alemania, Francia, Países Escandinavos…)

3. ACCIONES ESTRATÉGICAS 2015-2018

A continuación, y derivadas de los diferentes análisis realizados en el apartado anterior, se recogen las principales Acciones Estratégicas que se plantean de cara a los cuatro próximos años:

a) Acciones Estratégicas de carácter general

- Dotar al CNH2 de las infraestructuras, laboratorios y equipos que le permitan afianzarse como Instalación Científico-Técnica capaz de facilitar el acceso a la comunidad científica y técnica y a las empresas a los desarrollos que se vayan produciendo en los sectores del hidrógeno y las pilas de combustible.
- Aumentar la integración con los grupos de investigación y con las empresas que están confeccionando la normativa nacional tanto de hidrógeno como de pilas de combustible para consolidar el puesto que le corresponde al CNH2 en este ámbito.
- Mejorar el curriculum vitae y la formación específica del personal del Centro.
- Elaborar un Protocolo de Acceso.
- Convertirse en una ICTS antes de finalizar el periodo de duración del presente Plan Estratégico.
- Elaborar el Plan Director de I+D+i 2015-2018 sobre el que se debe apoyar el presente Plan Estratégico en lo que a I+D+i se refiere.
- Considerar el desarrollo de normativa como una actividad principal del centro dentro de la actividad de difusión cualificada de la tecnología.
- Certificar el CNH2 en los Sistemas de Calidad y de Gestión Ambiental (Normas UNE:EN ISO 9001:2008 y UNE:EN ISO 14001:2005).
- Adecuar los laboratorios del CNH2 para actuar como certificadores en tecnologías y equipos relacionados con el hidrógeno y las pilas de combustible.
- Formar parte de la red de laboratorios europeos desarrollados en los ámbitos del hidrógeno y las pilas de combustible.
- Desarrollo de la capacidad de prestación de servicios (I+D+i, certificación, desarrollo tecnológico, etc) a empresas nacionales y europeas.

b) Acciones Estratégicas de carácter organizativo

- Reforzar al máximo la organización, coordinación y comunicación de los grupos de trabajo del centro.
- Establecer un procedimiento adecuado de comunicación con los distintos grupos de trabajo externos al centro.
- Dar a conocer las tecnologías relacionadas a empresas nacionales para que se interesen por la economía del hidrógeno.
- Contar con la colaboración de las universidades para profundizar en la formación de los nuevos investigadores en las áreas de conocimiento del Centro.
- Aumentar el número de doctores en la plantilla del Centro.
- Establecer un Convenio Colectivo que rija las relaciones entre el personal y el Centro.
- Dotar al Centro de procedimientos que faciliten el acceso de terceros a sus infraestructuras.

c) Acciones Estratégicas para impulsar las actividades técnicas y de investigación

- Elaboración de estudios socio-económicos sobre la economía del hidrógeno que avalen el interés de la tecnología.
- Orientar el Centro a la aplicación directa de las energías renovables para facilitar su mayor contribución en el paquete energético nacional, dándole prioridad en sus actuaciones.
- Fomentar el encuentro con los grupos de investigación nacionales para que conozcan las orientaciones del Centro y, sobre todo, las necesidades de conocimiento del mismo.

- Impulsar actividades de colaboración con aquellos grupos de investigación próximos a los intereses del Centro. Aprovechar al máximo esta integración para con los grupos de investigación de OPIS que queden poco integrados en las posibles nuevas orientaciones de sus instituciones.
- Mantener un seguimiento activo de las tecnologías que pueden impulsar la utilización futura del hidrógeno o de las pilas de combustible (por ejemplo PowerToGas).
- Utilizar al máximo en las instalaciones del Centro las tecnologías de almacenamiento energético existentes.
- Hacer planteamientos en el diseño del Centro y sus infraestructuras que conviertan la instalación experimental en un sistema versátil y que se pueda utilizar para difundir el uso de la tecnología en diferentes aplicaciones.
- Facilitar y aumentar el intercambio de investigadores con OPIS y grupos de investigación nacionales e internacionales, para aumentar el conocimiento básico y aplicado de los investigadores del centro.
- Aumentar la asistencia de investigadores del Centro a Congresos, Jornadas y otras actividades de intercambio de información entre investigadores en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible.
- Aumentar el número de publicaciones científicas y de divulgación.
- Aumentar la participación en Proyectos financiados por diferentes convocatorias regionales, nacionales e internacionales, tanto en investigación básica como aplicada y en proyectos de desarrollo.

d) Acciones Estratégicas para impulsar las relaciones con el entorno

- Mantener una actividad de participación en programas regionales, nacionales y europeos de investigación de forma individual o colectiva en colaboración con empresas bajo contrato, para generar recursos complementarios.
- Dar a conocer el Centro, sus fines y su organización en la mayoría de los foros existentes.
- Mantener viva la estrategia de información directa de los planes del Centro y su organización al entorno científico y tecnológico.
- Extender las colaboraciones por todo el territorio nacional.
- Incrementar las colaboraciones a nivel internacional.
- Establecer una cartera de colaboradores hasta llegar a una dinámica activa de cierta calidad.
- Establecer y aumentar los convenios de colaboración con las principales empresas del sector y con el sector de empresas tecnológicas renovables para demostrar el cumplimiento de su misión.
- Participar de forma activa en todos los foros y asociaciones nacionales e internacionales de forma que cuenten con el CNH2 como asesor de las instituciones públicas y las empresas.
- Tener una posición activa frente a los medios de comunicación.
- Poner en marcha un Protocolo de Acceso al Centro.
- Realizar una oferta de servicios basada en las capacidades presentes y futuras del centro, que pueda ser de interés para las empresas y los investigadores del sector.
- Poner a disposición de otros investigadores y empresas del sector espacios de investigación en los laboratorios del Centro.
- Incorporar el Centro a redes de investigación nacionales e internacionales.
- Buscar una participación intensa en proyectos H2020 y de la FCH-JU.
- Fomentar la participación del CNH2 en actividades de divulgación, tanto coordinadas y organizadas por el propio centro como por terceros.
- Mejorar y rediseñar la página web del centro, actualizando su información y haciéndola más atractiva para terceros, en especial para personal no especializado.

3.1. ACTUACIONES RELACIONADAS CON LAS ACCIONES ESTRATÉGICAS.

Habida cuenta de las prioridades establecidas para el CNH2, su estado actual, los proyectos y actividades realizados hasta ahora y los fondos e infraestructuras disponibles, se considera necesario establecer las

actuaciones necesarias, acordes con las acciones estratégicas definidas, que el CNH2 deberá realizar para alcanzar y desarrollar sus objetivos generales y específicos.

Estas actuaciones son:

1. Consolidación y ampliación de **los laboratorios e instalaciones** existentes y puesta en marcha de otros nuevos, para potenciar los servicios, proyectos y accesos que puede realizar u ofrecer el CNH2 de cara a constituirse como una ICTS a medio plazo.
2. **Reorganización y adecuada gestión de recursos y medios humanos,** para cubrir las necesidades materiales y operativas de los proyectos, servicios y accesos al CNH2.
3. **Formación del personal del CNH2** mediante la colaboración con otras entidades, basada en la realización de estancias en otros centros de investigación, incluyendo la realización de tesis doctorales y de proyectos e impulsando la actividad del CNH2 en formación.
4. Alineación y sintonía de las líneas de actividad del CNH2 con los **Planes de I+D+i** a nivel nacional (Planes Nacionales, PTE HPC, ALINNE etc.) e internacional (JU, DOE, HIA, etc.), mediante su presencia activa en los diferentes foros nacionales e internacionales.
5. Impulso de la actividad en **proyectos nacionales e internacionales** basados en investigación, desarrollo y experimentación.
6. Lanzamiento del **Catálogo Tecnológico**. Puesta en valor de los métodos, equipos e instalaciones disponibles en el CNH2. Definición y fomento de la oferta tecnológica entre los agentes tecnológicos del sector. Desarrollo del Protocolo de Acceso a las infraestructuras, laboratorios y equipos del Centro.
7. **Vigilancia tecnológica** del sector del hidrógeno y otros afines, con estudios y análisis de la evolución tecnológica.
8. Desarrollo e **implementación de sistemas de gestión** que permitan asegurar la calidad y trazabilidad de los resultados obtenidos y la seguridad en uso de los componentes y sistemas que pudieran ser evaluados.
9. Certificación de los Sistemas de Calidad y Gestión Ambiental.
10. Elaboración y puesta en marcha del Plan Director de I+D+i 2015-2018.

Estas acciones previstas están basadas en el análisis realizado en el punto 2 del presente plan y se concretan en los siguientes apartados:

- Consolidación y ampliación de las instalaciones y laboratorios ya existentes.
- Puesta en marcha de nuevas instalaciones y laboratorios.
- Adecuación de la organización y los recursos humanos.
- Líneas Estratégicas. Plan Director de I+D+i 2015-2018.
- Otras actuaciones.

3.2. ACTUACIONES EN MATERIA DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPOS.

3.2.1. Consolidación y ampliación de las instalaciones y laboratorios ya existentes

La actividad del CNH2 se desarrolla en el edifico del Antiguo Centro de Ensayo y Metrología, en el Polígono Red Virtus de Puertollano (Ciudad Real), edificio que ha sido cedido por el Ayuntamiento de Puertollano, por un periodo de 35 años. Dado que el edificio estaba diseñado para el desempeño de otras actividades, su transformación en un Centro de Investigación, como corresponde a la sede del CNH2, requiere una serie de adecuaciones para poder poner en marcha en el mismo todas **las instalaciones y laboratorios** necesarios para la realización de los proyectos y el desarrollo de las líneas estratégicas del CNH2. Estas adecuaciones son muy variadas: de tipo eléctrico, químico, mecánico y arquitectónico con el fin de garantizar, en todo momento, la operatividad y la seguridad de la instalación.

En la actualidad están ocupados la mayor parte de los espacios de este edificio, quedando disponibles dos laboratorios en la planta superior del edificio y diferentes despachos y aulas, así como, la zona en bruto del edificio situada en la planta baja.

Pero además de las adecuaciones que requiere el edificio, por sus características, para el desarrollo de las líneas estratégicas y la ejecución de las actividades del CNH2, se considera necesario el aumento de la capacidad técnica y experimental de los laboratorios que ya se encuentran actualmente operativos en el Centro. A continuación se explican los equipos e instalaciones necesarios en cada uno de ellos, adicionales a aquellos de los que ya disponen.

I. Laboratorio de Electrólisis Alcalina

La adecuación del laboratorio de electrolisis alcalina contempla una serie de mejoras y modificaciones en los bancos de ensayos que han sido desarrollados hasta la fecha para mejorar sus prestaciones y aumentar su capacidad. Estas son:

- Ampliación del **Banco de ensayos de membrana de electrolisis alcalina**

- Ampliación del **Banco de ensayos de stacks de electrolisis alcalina,** incluyendo un electrolizador alcalino de 80-90 kW para ser experimentado e integrado en la micrrorred que constituye el Demostrador de Edificio Eficiente Energéticamente.

II. Laboratorio de investigación y escalado de tecnología PEM

Para poder desarrollar completamente este laboratorio, es necesaria la adquisición de dos nuevos bancos de ensayos:

- **Banco de ensayos para celdas, stacks y módulos de baja potencia hasta 1 kW:** Este banco de ensayos tendrá como objetivo la caracterización y experimentación de monoceldas y pequeños apilamientos con el objetivo de ser una herramienta utilizada para el desarrollo, fabricación y escalado de pilas de combustible PEM, permitiendo el ensayo y caracterización a nivel de materiales empleados y parámetros electroquímicos.
- **Banco de ensayos para celdas y pequeños stacks de hasta 500 W:** Este banco de ensayos tendrá como objetivo la caracterización y experimentación de monoceldas y pequeños apilamientos hasta 500 W con el objetivo de ser una herramienta utilizada para el desarrollo, fabricación y escalado de electrolizadores PEM, permitiendo el ensayo y caracterización a nivel de materiales empleados y parámetros electroquímicos.

Así como, de pequeños equipamientos para la fabricación de MEAs, monoceldas, stacks, etc: **Equipo de screen printing**, **Equipo "Doctor Blade", Prensa, Potenciostato/Galvanostato con módulo FRA, Monoceldas y probetas PEM**, **Celdas electroquímicas y de conductividad y electrodos de disco rotatorio, etc.**

III. Laboratorio de Electrónica de Potencia

El laboratorio de electrónica de potencia, se considerada fundamental en el desarrollo y experimentación de stacks, módulos, sistemas de electrólisis y pilas de combustible, en lo relativo a sus sistemas de control, comunicaciones y monitorización. Se estima necesario aumentar su capacidad , contemplando mejoras en equipamiento relativas a:

- Medidas eléctricas y electrónicas, tales como **multímetro calibrado, voltímetro de banco de alta precisión, vatímetros de precisión, medidor LCR**.
- Verificación de redes de comunicaciones industriales mediante **verificadores de redes de datos, verificador de buses de campo, calibradores de lazo**.
- **Ampliación de la máquina de fresado PCB** actual e incorporación de **un horno de soldadura y software de diseño electrónico**.
- **Programación de dispositivos de control**, tales como microcontroladores (uC), procesadores digitales de señal (DSP) y FPGA.

- Programación y desarrollo de Sistemas de Control y Adquisición de Datos (SCADA) para puestos de control de ingeniería en bancos de ensayos e instalaciones mediante **LabView, Indusoft**.
- Simulación y optimización del funcionamiento y control de equipos de electrónica de potencia mediante software avanzado **Pscad, Matlab, Tomlab.**

IV. Laboratorio de Microrredes

Para poder completar las capacidades del Centro en esta línea de investigación, se implementarán dos nuevas instalaciones:

- **Un sistema de simulación hardware** (**Hardware In the Loop – HIL)** para validación consistente en combinar modelos matemáticos ejecutados en tiempo real por un ordenador con los componentes reales que se quiere validar. Con este sistema el laboratorio podrá llevar a cabo la **simulación real de equipos** de electrónica de potencia y su integración en la red, lo que permitiría investigar y desarrollar algoritmos de control asociados y la emulación dinámica de pila de combustible dando una respuesta eléctrica lo más cercana posible a la realidad e interaccionando con la instrumentación exterior para adecuar su salida en tiempo real.

- **Nueva microrred adicional a las ya existentes**. Esta microrred permitirá generar una red de AC trifásica o monofásica y una microrred en DC mediante emulador de red. Además esta microrred permitirá ensayar equipos de hidrógeno bajo condiciones reales de operación y su respuesta ante variaciones en la red. Para ello se consideran necesarios:

  - **Emuladores de Red** de iguales características al ya existente en el Centro y que se conectarán en paralelo a éste, con el fin de incrementar la potencia a gestionar por la microrred alcanzando los 135 KVA/90 kW. El emulador de red permite la total configuración de los parámetros eléctricos de la misma en cuanto a niveles de tensión, frecuencia, distorsiones y todas las variables relativas a calidad de red.
  - **Sistemas de generación en la microrred**: se contempla la adquisición de dos emuladores eólicos, formados por bancada motor-generador y los equipos de electrónica de potencia asociados. Los rangos de potencia más adecuados son uno de 15 kW y otro de 100 kW para poder ensayar, en condiciones reales, el electrolizador alcalino del laboratorio de electrolisis alcalina. Podrán ser conectados a la microrred el emulador fotovoltaico disponible de 45 kW y, de manera opcional, la instalación fotovoltaica que complemente las instalaciones del Centro, siempre que no se sobrepase la potencia total gestionable.
  - **Elementos de almacenamiento eléctricos** auxiliares al ciclo de Hidrógeno, concretamente un agrupamiento de 10 kWh de baterías de ión-Li y un agrupamiento de 2 kWh en supercondensadores.
  - **Carga de la microrred:** se necesita disponer de cargas electrónicas programables en paralelo con capacidad de absorber hasta 80 kW y cargas inductivas tipo motor.

Las instalaciones se ejecutarán de tal manera que puedan ser conectados **los electrolizadores alcalinos previstos en el laboratorio de electrolisis alcalina** hasta la potencia máxima permitida por la microrred, así como, los bancos de ensayos para pilas y electrolizadores que se estimen oportunos.

V. Laboratorio de Simulación

Para poder continuar y ampliar las líneas de investigación de este laboratorio es necesario dotarle de códigos comerciales de simulación CFD. Así, se dotará este laboratorio de la capacidad de ensayar pequeños equipos adaptados para el estudio termofluidodinamico en cámara climática.

Actualmente se cuenta con técnicas experimentales de velocimetría de partícula (PIV) y se pretende llegar a la técnica de imagen de fluorescencia de partícula (PLIF) para poder estudiar la distribución de carga y las líneas de corriente de gases en el interior de los canales de pilas de combustible para, al final, encontrar diseños óptimos que maximicen el funcionamiento de las pilas de combustible.

Los equipos e instalaciones que está previsto implementar con este fin son:

- **Ampliación del paquete de simulación ANSYS-FLUENT** con un paquete adicional para la simulación de sistemas de pila de combustible de óxido sólido de cara a poner en marcha la línea de simulación en este tipo de tecnología de **pilas de combustible de alta temperatura y medios porosos.**
- **Sistema PLIF (Planar laser-induced fluorescence)** para complementar la técnica ya existente PIV. La adquisición de una cámara termografía de alta resolución completará la capacidad del CNH2 en este ámbito para el estudio destallado de gestión térmica en equipos y componentes.
- **Cámara climática para celdas y monoceldas**.

VI. Laboratorio de Cultura Científica y de la Innovación CNH2 (UCC+i-CNH2)

Los objetivos de este laboratorio están alineados con el desarrollo en él de las actividades de formación, divulgación, comunicación y percepción social que el CNH2 viene realizando hasta la fecha, y que considera de elevado interés para el centro, el personal, la ciudadanía y la cadena ciencia-tecnología-empresa.

Para realizar estas actividades, se considera necesaria la adquisición de diferente material didáctico y demostrativo que permitirá aumentar el conocimiento y la aceptación social del hidrógeno y las pilas de combustible. A continuación se enumera el más importante:

- **Kits didácticos de pila de combustible**, así como, equipos demostradores integrados con energías renovables, almacenamiento en forma de hidrógeno y, además, los enfocados al transporte.
- **Bicicletas eléctricas de pila de combustible.**
- **Kits de evaluación y caracterización de pilas de combustibles de baja potencia** con carácter didáctico y diseñados exclusivamente para ese fin.
- **Equipos de comunicación e interactivos.**
- **Material divulgativo del CNH2.**

3.2.2. Puesta en marcha de nuevas instalaciones y laboratorios

Además de los espacios y laboratorios de los que ya dispone el CNH2, se hacía necesario contar con más espacio para el adecuado desarrollo y dotación del Centro. Por ello, se solicitó al Ayuntamiento de Puertollano la cesión de dos parcelas próximas al CNH2, de aproximadamente 1.300 y 4.300 m^2. Esta cesión fue aprobada el 30 de abril de 2014 por el pleno del Ayuntamiento por unanimidad. La cesión es por un periodo igual a la del edificio (35 años) y corren a cargo del CNH2 todas las actuaciones e infraestructuras necesarias para su uso, que incluirán obra civil, instalaciones de energías renovables, instalación eléctrica, instalación de climatización, instalaciones de seguridad, instalaciones químicas, instalaciones mecánicas, instalaciones de voz y datos, instalaciones de protección contra el rayo, laboratorios, caseta de gases, etc.

De las dos parcelas adicionales cedidas por el Ayuntamiento, en la parcela más pequeña se instalarán 60 kW de paneles fotovoltaicos que se conectarán con la demanda eléctrica del edificio del CNH2 y en la de mayor tamaño se construirá un edificio auxiliar de 1.400 m^2 que albergará 3 de los 6 laboratorios de nueva creación (los otros 3 se implementarán en los espacios vacios disponibles en el edificio que se ocupa en la actualidad), además del Taller de fabricación de prototipos y los equipos para la integración de un Demostrador de Edificio Eficiente Energéticamente, así como, instalaciones auxiliares tales como el taller eléctrico, la sala de instalaciones y el almacén. Adicionalmente, en esa parcela se localizará el parque de almacenamiento de tanques de hidrógeno y en la cubierta del nuevo edificio se instalarán 40 kW de paneles fotovoltaicos para completar los 100 kW previstos.

Los nuevos laboratorios estarán orientados a la oportunidad que ofrecen las nuevas tendencias políticas mundiales, europeas y nacionales, así como, a las propuestas de directivas, normativa, proyectos y acciones dentro de las tecnologías de hidrógeno y las pilas de combustible, permitiendo una mayor

presencia del CNH2 en proyectos europeos y desarrollo de servicios y facilitando el acceso a las instalaciones que está previsto adquirir. A continuación se describe el objetivo de cada uno de ellos y los equipos e instalaciones necesarios para su implantación.

I. Laboratorio de caracterización de materiales

Actualmente, el CNH2 no dispone de un laboratorio en el que pueda llevar a cabo la caracterización química y estructural de los materiales que serán usados en la fabricación de componentes para una determinada aplicación y en el que poder estudiar la evolución y el deterioro de un material tras su funcionamiento en un dispositivo. Por ello, se estima imprescindible su implantación, de un laboratorio de caracterización para así dotar al Centro de una infraestructura adecuada en materia de caracterización de materiales.

Los equipos e instalaciones con los que está previsto cuente este laboratorio deberán permitir el **análisis, la caracterización y el control de calidad de materiales y componentes antes y después de su vida útil** mediante diferentes técnicas tales como: Análisis químico elemental, Microscopía electrónica de barrido, Análisis térmico diferencial, Dilatometría, Espectroscopía infrarroja, Reología, Fisisorción y quimisorción de gases y Análisis de tamaño de partícula

II. Laboratorio de óxidos sólidos

Este laboratorio centrará su actividad en la investigación, el desarrollo, el estudio, la experimentación y la operación de tecnologías de pilas de combustible de óxidos sólidos y se acometerá en él la problemática de la integración de sistemas, la realización del balance de planta y los procesadores de combustible. Estas actuaciones incluyen:

- **Estudio y caracterización de materiales.** Se trabajará en la síntesis y procesado a escala laboratorio y la caracterización de materiales y componentes implicados en el stack, así como, los estudios de degradación, condiciones límite y post-mortem de los mismos, desde el punto de vista estructural, mecánico, térmico, químico, físico y eléctrico.
- **Estudio y caracterización electroquímica** de componentes que forman parte del stack de pilas SOFC.
- Desarrollo de **modelos de degradación y determinación del tiempo de vida** y la durabilidad de pilas de combustible SOFC.
- **Escalado de sistemas y desarrollo de tecnología de fabricación** de componentes del stack y ensamblaje de stacks SOFC.
- **Desarrollo de modelos avanzados en Códigos CFD** (Computacional Fluid Dynamics) para la simulación de sistemas de pilas de combustible SOFC, tanto **modelado electroquímico** como **modelado termofluidodinámico** y posterior validación de los mismos.
- **Desarrollo de bancos de ensayos, instalaciones de testeo, protocolos y metodologías** necesarias para la experimentación y validación de stacks de hasta 500 W.

De acuerdo con estas actuaciones, se ha tomado la decisión de definir y equipar un laboratorio de óxidos sólidos que deberán contar con: zona de hornos, zona de acondicionamiento, zona de caracterización de pastas y zona de fabricación.

Además, el laboratorio dispondrá de diferentes **bancos de ensayos** que permitan caracterizar el funcionamiento de stacks de hasta 500 W de potencia eléctrica.

III. Laboratorio de Fabricación (Fab-Lab)

Los laboratorios Fab-Lab (acrónimo del inglés Fabrication Laboratory) son talleres de fabricación e innovación a pequeña escala equipados con software y máquinas de fabricación digital, accesibles a toda la sociedad y comunidad científico-técnica, que permiten el desarrollo de diferentes objetos y/o herramientas.

En el Fab-Lab CNH2 podrán construirse por completo pilas de combustible y electrolizadores de tecnología polimérica de muy baja escala (Placas monopolares, MEAS, colectores de corriente), sus BoPs (tubing, válvulas) y su control (placas de control, adquisición de señales). Se utilizarán para ello métodos y maquinas que puedan reproducir el proceso en otros FabLab. Las líneas de actividad se centrarán en:

- **Electrónica (Fab Electrónico):** permitirá el desarrollo del balance de planta y control de los equipos que se desarrollen en el laboratorio y que permitirá además la fabricación de prototipos de circuito impreso, programación de micro-controladores y programación de sistemas de control. Estará ompuesto por equipos necesarios para el desarrollo de la electrónica de potencia que integrarán los sistemas fabricados (fuentes de alimentación, polímetros, sistemas de mecanizado PCB, etc)

- **Mecánica (Fab Mecánico):** permitirá la fabricación de los componentes mecánicos de las pilas de combustible, contemplará el mecanizado de componentes, placas de gases, accesorios, impresión 3D de componentes de placas de gases, accesorios y corte de elementos de membranas, GDL, etc. Para ello contará con CNC para plásticos y metales, Impresora 3D, cortadora laser, etc.

- **Química (Fab Químico):** permitirá la fabricación de dispositivos electroquímicos y MEAs, deposición de tinta catalítica y ensamblado de MEAS y su testeo. Para ello contará con prensa axial de platos calientes, aerógrafo, sistema de evaluación de pila de combustible, etc.

IV. Laboratorio de Almacenamiento

Para poder desarrollar las diferentes líneas de trabajo pertenecientes al laboratorio de almacenamiento son necesarios una serie de equipos e instalaciones con los que poder llevar a cabo los ensayos y las actividades definidas en el objetivo de las mismas. Estos son:

- Para la línea de hidrógeno comprimido:
  - **Banco de ensayos de pruebas hidráulicas** compuesto por un grupo hidráulico de presión y una unidad de control del ensayo. Adicionalmente debe comprender una unidad de contención para pequeños recipientes o un sistema de foso.
  - **Grupo hidráulico portátil** para realizar pruebas en recipientes y/o instalaciones exteriores, equipos de campo, etc. Este equipo permitirá dar servicio a empresas.
  - **Banco de ensayos para pruebas de permeación de hidrógeno** constituido por un contenedor estanco para la medida de la permeación de hidrógeno en recipientes y un sistema de compresión de hidrógeno que posibilite el llenado a la presión de prueba, pudiendo alcanzar hasta 700 bar.
  - **Sistema de galgas extensiométricas** para la medida de las deformaciones en la prueba de presión hidráulica (según normativa).
  - **Cromatógrafo de gases** para el ensayo de permeación en recipientes de contención.

- Para la línea de almacenamiento en sólidos:
  - **Banco de ensayos para sistemas de hidruros metálicos** permitirá caracterizar los sistemas de hidruros y verificar sus especificaciones técnicas, así como, simular diferentes condiciones de operación u otros ensayos de estrés, degradación o acoplamiento con sistemas de generación y consumo de hidrógeno.
  - **Recipientes de hidruros metálicos comerciales** cuyo objetivo es la puesta en marcha del banco de ensayos. Deberán tener distinta capacidad para cubrir un rango como máximo de hasta 7-10 Nm^3 y serán de baja temperatura.
  - **Equipos para control de la temperatura: Criotermostato de circulación (baja temperatura**), **Baño de inmersión o termostato, Refrigeradora chiller (temperatura media)…**

- Parque de almacenamiento:

Deberá contar con un sistema basado en recipientes a presión, pudiendo combinar tanto sistemas basados en balas de gases como tanque de almacenamiento, así como, sistemas de hidruros metálicos a gran escala. Este montaje también servirá de plataforma de pruebas para simular cargas y descargas. Deberá localizarse en exteriores y se estima un volumen de almacenamiento de 1.200 Nm^3.

V. Laboratorio de Testeo de tecnología PEM

El laboratorio de tecnología PEM engloba las actividades en esta tecnología tanto de sistemas de pilas de combustible como de electrolizadores.

El objetivo de este laboratorio de testeo será la realización de ensayos tanto en pilas de combustible como en electrolizadores, basados en ensayos de caracterización de celdas y stacks, análisis de variables, optimización de parámetros de funcionamiento, influencia del balance de planta en el rendimiento del sistema, ensayos de larga duración, ensayos de degradación (vida acelerada) y ensayos según normativa para certificar y homologar este tipo de sistemas.

Los equipos necesarios para el desarrollo de estas actuaciones son:

- **Dos bancos de ensayos para stacks, módulos y sistemas de pilas de combustible de 5 y 30 kW.** Estos bancos de ensayos estarán acreditados bajo la norma UNE-EN 62282, relativa a pilas de combustible, basada en la Norma Internacional IEC/TS 62282-Fuel Cell Technologies de manera que se pueda ofrecer el servicio de validar y certificar según dicha normativa stacks, módulos y sistemas de pilas de combustible PEM en diferentes rangos de potencia.
- Puesto de trabajo para la **experimentación de sistemas completos de pilas de combustible de hasta 80 kW.**
- **Stacks de pilas de combustible** de 5 kW y 20 kW para la puesta en marcha, optimización y validación de los diferentes bancos de ensayos, así como, para disponer de sistemas comerciales con los que poder comenzar a desarrollar las diferentes líneas de certificación de sistemas.
- **Sistema de pila de combustible** de 60-80 kW, que será experimentado en el puesto de trabajo arriba comentado y será integrado en la microrred del propio edificio.
- **Cámara climática** de grandes dimensiones para la realización de ensayos de stacks, módulos y sistemas de pilas de combustible, permitiendo introducir en su interior los propios bancos de ensayos, instalaciones y sistemas completos para su testeo ante condiciones programadas de temperatura y humedad, arranque en frio, ciclos de congelación/descongelación, funcionamiento en ambientes de condiciones extremas
- **Banco de ensayos para stacks y sistemas de electrolisis PEM** acreditado bajo la norma ISO 22734 de manera que se pueda ofrecer el servicio de validar y certificar según dicha norma stacks, módulos y sistemas de pilas de combustible PEM en diferentes rangos de potencia.
- **Stack de electrolisis PEM de 15 kW** para la puesta en marcha, optimización y validación del banco de ensayos desarrollado por el CNH2, así como, para disponer de sistemas comerciales con los que poder comenzar a desarrollar las diferentes líneas de certificación de sistemas.

VI. Laboratorio de vehículos e hidrogeneras

Desde este laboratorio, el CNH2 buscará fomentar su participación en el desarrollo de normativa, en el diseño de sistemas de repostaje de hidrógeno, en la experimentación y operación de componentes y estaciones de repostaje de hidrógeno y, especialmente, en su certificación y homologación en los casos que así se requiera. Para ello, este laboratorio deberá disponer de sistemas de ensayo de stacks y/o sistemas de pilas de combustible que vayan a estar integrados en sistemas móviles.

Con estos objetivos, dicho laboratorio estará equipado con:

- **Diferentes componentes que forman parte de una estación de servicio de repostaje de hidrógeno** o hidrogenera a 350 bar de presión (compresores, tanque de almacenamiento, surtidor, sistema de control, etc.,) con el fin de poder realizar la integración de dichos componentes y poder abordar el desarrollo de algún componente de la misma.

- **Mesa vibratoria** de ensayos a stacks de pilas de combustible de acuerdo con la normativa vigente.
- **Plataforma experimental móvil** para poder integrar diferentes stacks de pilas de combustible y diferentes componentes que forman parte del balance de planta de las pilas de combustible de cara a realizar los ensayos pertinentes y probar su funcionamiento en condiciones reales. Se va a desarrollar una plataforma experimental de media potencia (vehículo ligero de alrededor de 15 kW de potencia de stack de pila de combustible).
- **Maquinaria genérica**: elevador de vehículos, maquinaria común de automoción, etc.

VII. Taller de fabricación de prototipos.

Para el desarrollo de los diferentes prototipos de las áreas de conocimiento pertenecientes a las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible que el CNH2 va a abordar, es necesario contar con una maquinaría mínima que constituirá el Taller de fabricación de prototipos.

El Taller de fabricación dará servicio a la fabricación de prototipos experimentales demandados por las diferentes líneas de investigación abordadas en el CNH2, así como, al exterior en el caso de prototipos demandados por terceros.

Los equipos e instalaciones que precisará son:

- Equipos necesarios para poder realizar mecanizado, corte de precisión, tratamiento de chapas, tratamiento de perfiles rectos y curvos, así como, diferentes tecnologías de soldadura.
- Equipos relacionados con metrología para verificar la correcta ejecución.
- Equipos de prototipado rápido necesarios para realizar prototipos en 3D funcionales antes de comenzar con la fabricación del prototipo.
- Utillaje necesario para las diversas operaciones.

VIII. Demostrador de edificio eficiente energéticamente

El objetivo de esta instalación es integrar diferentes puestos de experimentación de las tecnologías del hidrógeno ubicados en los diferentes laboratorios tecnológicos del CNH2 (incluidas ya en la descripción de los equipamientos de los mismos) con la actividad llevada a cabo en el edificio del Centro, demostrando, por un lado, que dichas tecnologías tienen una aplicación real y, por otro, aumentando la eficiencia de dicho edificio y reduciendo su dependencia de los combustibles fósiles, convirtiéndose, de esta manera, en uno de los primeros edificios públicos que basen parte de sus consumos eléctricos y térmicos en pilas de combustible, utilizando el hidrógeno como vector energético.

Las principales instalaciones o puestos de trabajo que irán integrados a través de este demostrador son:

- **Instalación de producción eléctrica mediante energías renovables**: Para ello, el CNH2 contará con una instalación de energía solar fotovoltaica de 100 kW eléctricos de producción (60 instalados en suelo en una de las nuevas parcelas y 40 instalados en el techo del nuevo edificio).
- **Sistema de producción de hidrógeno:** Con el objetivo de almacenar la energía excedentaria de las energías renovables y ajustar la curva de oferta y demanda de energía. Se utilizará un sistema de producción de hidrógeno mediante electrolisis alcalina de potencia máxima 100 kW, que será instalado en el puesto de trabajo que se define en el "Laboratorio de electrolisis alcalina".
- **Sistema de almacenamiento de hidrógeno**: con una capacidad total de 1.200 Nm^3. Para el almacenamiento de ese hidrógeno se necesitará un compresor de membrana o diafragma de 20 Nm^3/h de caudal para elevar la presión hasta 200 bar. El resto de equipos necesarios están incluidos en el "Laboratorio de Almacenamiento".
- **Pila de combustible**: El hidrógeno producido por los excedentes de energías renovables tendrá diferentes usos dentro de la instalación, entre ellos el suministro de hidrógeno para el puesto de trabajo de la pila de combustible PEM de alta potencia (hasta 80 kW), que se ha definido en el "Laboratorio de testeo de tecnología PEM" para la producción de electricidad, que se integrará en el edificio del CNH2, aportando parte de las necesidades eléctricas derivadas de las actividades de las oficinas y de los laboratorios.

- **Sistemas auxiliares de almacenamiento eléctrico**: bancada de batería ión-litio o plomo-ácido, con una capacidad de almacenamiento de 50 kWh como máximo.
- **Sistemas auxiliares de almacenamiento térmico**: La energía térmica generada por los equipos será integrada en los sistemas de climatización del edificio. Esto se realizará mediante un sistema de cogeneración-trigeneración, aprovechando el calor residual de la pila y del electrolizador, en un sistema de materiales de cambio de fase para almacenar el calor y aprovecharlo directamente en invierno o mediante un ciclo de absorción de bromuro-lítio para generar frío en verano. En este último caso es necesaria una instalación solar térmica con concentradores de vacío para aumentar la temperatura desde los 65 ºC hasta 90 ºC, temperatura que permite la generación de frio, que será suministrado al sistema de climatización del edificio del CNH2.

3.3. ACTUACIONES EN MATERIA DE ORGANZIACIÓN Y RECURSOS HUMANOS.

En principio no están previstos cambios en el organigrama del Centro en los próximos cuatro años ya que éste ha sido adaptado, recientemente, a la situación actual del CNH2. Sin embargo, la puesta en marcha de los nuevos laboratorios exigirá que todo el personal desarrolle nuevas tareas, adicionales a las que ha venido realizando hasta la fecha y se fijen unas actuaciones claras para los próximos cuatros años. A continuación, se describen las tareas y actuaciones que el Plan Estratégico asignará tanto a Gerencia como a las distintas Unidades para los próximos cuatro años, así como, las actividades previstas para la mejora de los Recursos Humanos de cara a aumentar su experiencia y capacidades específicas que permitan ir adecuando la plantilla a las exigencias de un Centro de Investigación.

3.3.1. Gerencia

Engloba las funciones de administración, finanzas y de servicios auxiliares, disponiendo de personal específico y de una Unidad de Gestión General Técnica.

Las acciones que tiene asignadas para los próximos años son:

- Recursos humanos. Dentro de esta línea, que engloba las áreas de recursos humanos y relaciones laborales, se llevará a cabo el desarrollo de todas las actividades relacionadas con ambas áreas tales como la elaboración de contratos, nóminas y seguros sociales, la gestión de incapacidades temporales y accidentes de trabajo, la preparación de liquidaciones en el caso de bajas de personal, la gestión de vacaciones y permisos retribuidos del personal del CNH2, la administración y gestión de los expedientes de los trabajadores, el reporte de costes contables a Administración y Finanzas, la asistencia y el seguimiento en las auditorías anuales de personal, el asesoramiento en materia laboral, la participación en procesos de selección y custodia de la documentación, la elaboración de la relación de puestos de trabajo, el soporte y la asistencia a la Unidad de Relaciones Externas y Coordinación de Proyectos en los temas de personal incluidos en los convenios de colaboración con universidades y otras entidades y en materia de prácticas en empresa y participación de estudiantes en actividades formativas, así como, en la justificación de proyectos.

  Desarrollará un papel clave en la elaboración del Convenio Colectivo del CNH2, asesorando a la Dirección en todo lo relacionado con las negociaciones con los representantes de los trabajadores.

  También participará activamente en la elaboración del protocolo de acceso de terceros al centro, desde el punto de vista de exigencias legales en materia de Seguridad Social y otros.

  Por último, tendrá un papel destacado en la Certificación del Sistema de Calidad del Centro, siendo su responsabilidad la elaboración de todos aquellos procedimientos relacionados con el funcionamiento del área de Recursos Humanos (formación, evaluación del cumplimiento de objetivos, etc.)

- Administración, finanzas y contabilidad. Se encargará de las actividades administrativas de contabilidad pública general y analítica, justificación económica de Proyectos, arqueo de cajas, retenciones de crédito, tramitación de abonos, liquidación de comisiones de servicio, incluyendo

también la contabilidad financiera, las conciliaciones bancarias, los estudios de viabilidad, la rentabilidad de inversiones y estrategias financieras, las liquidaciones de Impuestos, la gestión fiscal, la elaboración de cuentas anuales, la elaboración de presupuestos siguiendo las indicaciones de la Dirección del CNH2 y la asistencia y el seguimiento en las auditorías anuales de cuentas. También será responsable de todo lo referente a compras, gestión administrativa de expedientes de contratación, elaboración de pliegos administrativos dentro de los procedimientos de adquisición de servicios, suministros y obras y, de acuerdo a la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público y resto de legislación vigente, gestión documental de adquisiciones y elaboración de procedimientos de operativa y funcionamiento.

Participará activamente en la elaboración del Catálogo de Servicios del CNH2, apoyando en todo lo referente a costes, amortizaciones, etc.

También tendrá un papel destacado en la Certificación del Sistema de Calidad, en especial en todo lo relacionado con ventas, homologación de clientes, compras, etc.

- Administración de Sistemas informáticos. Se encargará de realizar el mantenimiento y la actualización de la infraestructura informática del CNH2, garantizando la total disponibilidad de los recursos informáticos y los mecanismos de restitución del servicio en caso de averías o catástrofes. Será responsable, asimismo, del control de la seguridad informática y la custodia de datos (restricción de accesos, protección de ficheros, copias de seguridad, etc.), de dar soporte a los usuarios, de la adaptación y configuración de hardware, software y sistemas, de la organización y optimización de las telecomunicaciones, del estudio de las necesidades en cuanto a comunicaciones y sistemas informáticos, principalmente, en cuanto a requisitos de paquetes de software avanzado para cálculo científico y de ingeniería y equipos de control de sistemas de laboratorio, del desarrollo de componentes software y la adaptación de los existentes para respaldar informáticamente las tareas de gestión y funcionamiento general del Centro.

  Será trabajo prioritario de esta área, la adecuación de la página web del Centro a su nueva situación, haciéndola más atractiva a los usuarios.

  De igual forma, tendrá un papel destacado en la Certificación del Sistema de Calidad y en la elaboración de todos los procedimientos relacionados con protección de datos y ficheros, acceso a la información, seguridad de hardware, archivo informático de la documentación, etc.

  Finalmente, será responsable de la implantación de un programa informático de gestión centralizada para todo el Centro.

3.3.2. Unidad de Gestión General Técnica.

Entre las actividades que realiza esta Unidad se encuentran: servicios generales del centro, coordinación de la elaboración de procedimientos, estandarización y coordinación de los procesos de funcionamiento comunes del CNH2, apoyo material, informático y de consulta y registro documental. También es responsable del control y adecuado funcionamiento del almacén del Centro y del control del stockaje.

Las acciones que tiene asignadas para los próximos cuatro años son:

- Garantía de Calidad y Confidencialidad. Será responsable del desarrollo y la implementación de los sistemas de aseguramiento de la calidad de los resultados y de la propia operación del CNH2, desarrollando y adaptando procedimientos, documentos y registros a los estándares normativos internacionalmente reconocidos como referencia para respaldar el correcto desarrollo de la actividad y la adecuación de los servicios prestados por el centro a los requisitos de los solicitantes, así como, de la trazabilidad y del reconocimiento de los estudios, certificados u otros datos de experimentación que pudieran ser publicados o expedidos por el CNH2. También llevará a cabo la implantación y el seguimiento de políticas activas que aseguren la correcta custodia del capital intelectual gestionado en el CNH2, detectando y corrigiendo los puntos débiles que puedan suponer pérdida o alteración de la información propia o cedida por terceros.

- Certificación de los Sistemas de Calidad y Gestión Ambiental. Será responsable de la elaboración de los procedimientos, de su aprobación, de la elaboración y aprobación de los Manuales del Sistema de Calidad y de Gestión Ambiental y de toda la documentación necesaria para la Certificación del centro en las normas UNE:EN ISO 9001:2008 y UNE:EN ISO 14001:2005, con el soporte de la Dirección de Gerencia y de la Dirección del Centro y de aquellas áreas o Unidades que se requiera.

- Prevención de Riesgos Laborales. Será responsable de la puesta en práctica de las medidas técnicas y tecnológicas enfocada a las personas, asegurando la difusión, seguimiento y cumplimiento entre la plantilla del CNH2, tanto de las instrucciones técnicas desarrolladas a nivel interno por el Centro dentro de su actividad, como de la normativa común en Prevención de Riesgos Laborales que aplique al Centro con carácter general. Se incluye en su área de actuación la coordinación de actividades empresariales, implicando en el sistema de prevención a terceros (empresas contratistas, organismos colaboradores, usuarios externos, etc.) de forma que los trabajadores ajenos que vayan a realizar trabajos en el CNH2 dispongan de información sobre las medidas y medios de protección y de los protocolos de actuación específicos (operación de equipos, actuación en caso de emergencia, etc.) que garanticen el máximo nivel posible de protección durante su estancia en el centro.

- Asistencia administrativa. Proporcionará soporte administrativo a la actividad del centro, centralizándose en esta unidad la gestión de documentación y la realización de los procedimientos operativos no técnicos, liberando al máximo al personal técnico de estas tareas que, si bien son obligadas por normativa externa o interna, no sestán específicamente relacionadas con su actividad investigadora. El objetivo será cubrir, de forma centralizada y homogénea, actuaciones comunes relacionadas con gestión documental, adquisiciones de equipamiento, contratación de servicios, viajes, trámites administrativos, solicitudes a recursos humanos, etc., dando un servicio de apoyo que agilizará los flujos internos de información, documentos, autorizaciones, etc. para reducir plazos, asegurando el cumplimiento de los procedimientos y minimizando la carga que suponen las tareas de carácter administrativo al personal técnico.

- Almacén. Se encargará del control y seguimiento del stock almacenado en el CNH2. Será responsable de las altas y bajas en el mismo y de que se mantenga el orden, facilitando el acceso al mismo de las personas autorizadas. Asistirá al resto del personal del CNH2 ante las necesidades de material y repuestos que vayan surgiendo en el desempeño de la actividad diaria del Centro.

3.3.3. Unidad de Consultoría, Montaje y Mantenimiento

La Unidad de Consultoría, Montaje y Mantenimiento tiene dos vertientes fundamentales, una la relacionada con prestar servicio al resto de unidades y departamentos en los distintos proyectos en los que participa el CNH2 (montaje, mantenimiento y seguridad industrial, fundamentalmente), y otra relacionada con la prestación de servicios externos de consultoría relativos a la producción y utilización del hidrógeno como vector energético. Las acciones y competencias que tiene asignadas la unidad para los próximos cuatro años son las siguientes:

- Consultoría. Se encargará de dar asistencia a investigadores y empresas externas interesadas en verificar la posibilidad de usar el hidrógeno como vector energético en nuevas instalaciones o adecuar las ya existentes a este objetivo. También prestará servicios de consultoría a terceros relativos a producción de hidrógeno, almacenamiento, etc, apoyándose en el resto de Unidades del Centro en función de los requerimientos y los conocimientos y especialización que se precisen en cada caso.

- Montaje de instalaciones. Se encargará de planificar y ejecutar los diferentes montajes mecánicos, eléctricos, químicos, de control, etc., que sean necesarios como consecuencia de los proyectos internos, externos o en colaboración en los que el CNH2 participe. Se encargará también de disponer los materiales y herramientas necesarios para realizar los montajes anteriormente comentados, así como, de coordinar, supervisar y dirigir a los técnicos que trabajarán en la realización de dichos montajes. También se encargará de todas las actuaciones necesarias para la ejecución y puesta en marcha de todas las instalaciones y obras tanto del centro como de los

diferentes proyectos, por ejemplo licencias de obras, licencias de actividad, legalización de instalaciones, etc.

- Mantenimiento de instalaciones. Se encargará de definir las políticas de mantenimiento, elaborar, planificar y ejecutar los planes de mantenimiento (contando para ello con personal técnico de montaje y mantenimiento), contemplando los mantenimientos preventivos, predictivos, proactivos y correctivos de los diferentes equipos, instalaciones e infraestructuras que tenga el CNH2. Asimismo, analizará el mantenimiento realizado e implementará las mejoras necesarias para optimizar los recursos empleados en esta actividad.

- Seguridad Industrial. Se encargará de definir, revisar e implantar las normas de seguridad industrial que se han de seguir para la elaboración de ingeniería, realización de montajes, ejecución de los planes de mantenimiento y operación de los equipos, instalaciones e infraestructuras. Igualmente, será responsable de realizar los estudios de seguridad necesarios en función de la tipología de proyecto (clasificación de zonas, establecimiento distancias mínimas de seguridad, etc.,) y asesorará técnicamente, desde el punto de vista de seguridad industrial, al resto de Unidades.

- Medioambiente. Se encargará de la gestión de residuos peligrosos y, en los casos en que sea preciso, de los informes de evaluación de impacto ambiental.

- Verificación, certificación y homologación. Apoyo a la Unidad de Desarrollo y Validación de Sistemas en todo lo relacionado con verificación, certificación y homologación, desde el punto de vista de normativa y seguridad.

- Estaciones de repostaje de hidrógeno (hidrogeneras). Responsabilidad técnica, elaboración de ingeniería conceptual, básica y de detalle (a excepción de ingeniería de procesos desarrollada por la Unidad de Desarrollo y Validación de Sistemas y la ingeniería de control desarrollada por la Unidad de Simulación y Control), montaje, operación, mantenimiento, certificación, verificación y homologación de hidrogeneras.

- Certificación del Sistema de Gestión Ambiental. Colaborará activamente en la elaboración de procedimientos de cara a la Certificación del sistema de Gestión Ambiental del CNH2.

3.3.4. Unidad de Desarrollo y Validación de Sistemas

La Unidad de Desarrollo y Validación de Sistemas tiene como objetivo final el desarrollo de sistemas basados en hidrógeno, contemplando toda la cadena del mismo, desde la producción y purificación del hidrógeno, hasta su almacenamiento y su utilización en pilas de combustible, realizando todas las tareas relacionadas con la ingeniería y el desarrollo de sistemas, el diseño y la optimización de balances de planta, los estudios de riesgos y operabilidad y la integración en aplicaciones finales.

Las acciones que tiene asignadas para los próximos cuatro años son:

- Desarrollo de bancos de ensayo e instalaciones de experimentación. Se encargará de dotar al CNH2 de los bancos de ensayo y las instalaciones de testeo necesarios para la experimentación y la validación de prototipos y sistemas, ofreciendo un servicio externo de desarrollo de bancos de ensayos acorde a las especificaciones y necesidades del cliente mediante proyectos llave en mano. En esta actividad se coordinará con la Unidad de Consultoría, Montaje y Mantenimiento que realizará el montaje de este tipo de instalaciones.

- Experimentación, validación y certificación de sistemas. Se encargará de la experimentación, la validación y la certificación de prototipos y sistemas pre-comerciales de generación, almacenamiento y transformación de hidrógeno, con la finalidad última de determinar el tiempo de vida con el mínimo coste y garantizar la durabilidad y fiabilidad de los sistemas ante ciertas condiciones de operación, analizando la degradación de los mismos ante diversos parámetros críticos de funcionamiento, como paso previo e imprescindible antes de su lanzamiento al mercado, impulsando la comercialización e industrialización de los mismos. Con este fin se trabajará en el

continuo desarrollo de protocolos y metodologías de ensayos con el propósito de identificar criterios y guías necesarios para una futura estandarización y desarrollo de pre-normativa, facilitando la comparación de datos y asegurando la reproducibilidad de resultados, siempre con el objetivo claro de apoyarse en dichos procedimientos de ensayo para conseguir laboratorios acreditados y posicionarse como un organismo con la capacidad de certificar este tipo de tecnologías, cubriendo esta línea que a nivel nacional no está desarrollada.

- Ingeniería y desarrollo de sistemas integrados. Se encargará del desarrollo de la ingeniería de sistemas de hidrógeno y de la optimización de los balances de planta para la integración de los mismos en aplicaciones finales de diferente índole: estacionarias, enfocadas a la demostración del hidrógeno como almacenamiento de energías renovables y su aplicación en diferentes sistemas domésticos, residenciales e industriales, tanto para la generación de energía primaria, back-up o cogeneración; aplicadas al transporte, enfocada al desarrollo de infraestructuras de hidrogeneras.

3.3.5. Unidad de Simulación y Control

Esta Unidad tiene como principal objetivo poner a disposición del sector científico y tecnológico, los servicios y medios necesarios para la investigación, experimentación y desarrollo relativo a sistemas eléctricos, electrónicos, de control, térmicos y fluidodinámicos necesarios para el avance de las tecnologías del hidrógeno. Esta unidad integra, por tanto, las disciplinas de electrónica de potencia, control y termofluidodinámica.

Las acciones que tiene asignadas para los próximos cuatro años son:

- Redes eléctricas, microrredes y smartgrids. Se encargará del estudio, control y optimización de redes eléctricas con sistemas de almacenamiento energético basado en hidrógeno, incluyendo el análisis técnico-económico y el modelado eléctrico de sistemas y equipos tanto estacionario como transitorios. También se incluye en esta línea la implementación y validación de códigos en diferente software de simulación matemática y eléctrica.

- Sistemas electrónicos, comunicaciones y de control. Con el objetivo de desarrollar los Sistemas de Adquisición de Datos (SCADA) y comunicaciones asociados a los componentes de hardware y de software de instalaciones e instrumentación eléctrica, así como, el desarrollo del control y la monitorización para maquinaria y bancos de ensayo.

- Electrónica de potencia, diseño electrónico y simulación eléctrica. Se encargará del diseño, la simulación, la programación, la implementación, la validación y la optimización de equipos de electrónica de potencia (convertidores, rectificadores e inversores) tanto para equipos de hidrógeno como pilas y electrolizadores, incluyendo el estudio, la simulación y la gestión eléctrica de aplicaciones estacionarias, portátiles y de transporte. Llevará a cabo también el análisis de calidad de red y la corrección de perturbaciones en los sistemas de energía eléctrica con integración de hidrógeno como vector energético, incluyendo el análisis de contingencias y la estabilidad de red.

- Ingeniería térmica, mecánica de fluidos y simulación CFD. Llevará a cabo el desarrollo de modelos fluidodinámicos (CFD) para la optimización en el diseño de equipos y sus componentes, así como, en la evaluación de fugas de hidrógeno en espacios tanto abiertos como confinados. Se encargará también del diseño y la generación de modelos para equipos de producción y consumo de hidrógeno, así como, de procesos de termodinámica y termotecnia de procesos, ensayos de degradación acelerados en cámara climática y validación y certificación de procesos termofluidodinámicos.

3.3.6. Unidad de Investigación

Las actividades de esta unidad se centran en la investigación básica en los ámbitos del hidrógeno y las pilas de combustible que se desarrollan en el CNH2, encargándose también del desarrollo de plantas piloto a pequeña escala para la fabricación de diferentes componentes o sistemas relacionados con hidrógeno y

pilas de combustible, abarcando desde la caracterización de materiales, fabricación de prototipos a escala laboratorio, ensayo y validación de materiales fabricados a escala laboratorio y, posteriormente, el escalado de los prototipos desde la escala de laboratorio hasta la escala semi-industrial o industrial.

- Diseño y caracterización de materiales y componentes. Se encargará del diseño, la síntesis, el desarrollo y la caracterización estructural y electroquímica de materiales y componentes para su aplicación en los dispositivos electroquímicos utilizados en la producción, el almacenamiento y la transformación del hidrógeno. Se investigarán sus propiedades químicas, físicas, estructurales y electroquímicas antes, durante y después de su funcionamiento y al finalizar su vida útil. Para alcanzar su objetivo deberá poner en marcha las técnicas instrumentales necesarias (espectroscópicas, electroquímicas, etc.) y ofrecer estos servicios de caracterización tanto internamente al CNH2 como a entidades externas que lo soliciten.

- Diseño, fabricación y experimentación de monoceldas y stacks. Se encargará del diseño, la fabricación, la experimentación y la evaluación del funcionamiento de monoceldas y pequeños stacks de electrólisis y pilas de combustible de diferentes tecnologías.

  Se definirán protocolos de ensamblaje de sistemas y procedimientos de medida y se desarrollarán protocolos de degradación acelerada de componentes y dispositivos con el fin de estudiar los mecanismos de degradación y proponer medidas correctivas. Finalmente, se desarrollarán modelos electroquímicos para la simulación de sistemas de generación y transformación de hidrógeno y se llevará a cabo la validación de los mismos.

- Escalado y fabricación de prototipos. Se encargará del escalado de los procesos de fabricación de componentes y de la fabricación de prototipos, principalmente, de tecnología PEM y Óxido Sólido (sin excluir otras tecnologías relacionadas con hidrógeno y pilas de combustible), incluyendo la investigación, el desarrollo, la optimización, la validación y la certificación de dichos procesos de fabricación. Asimismo, se encargará del modelado y la posterior validación para la optimización del diseño y fabricación de componentes y sistemas.

3.3.7. Unidad de Coordinación de Proyectos

Se trata de una Unidad de carácter horizontal dedicada a la gestión de las actividades de I+D y como soporte fundamental de los proyectos y actividades de carácter científico y técnico que se realizan en el centro, realizando la coordinación de los mismos. Asimismo, tiene asignadas las funciones de promoción, impulso, planificación y seguimiento de los proyectos y las de difusión, comunicación y transferencia de los resultados obtenidos.

Concretando sus actividades para los próximos cuatro años son:

- Coordinación de proyectos: Se trata de la gestión de los proyectos y actividades de I+D que se llevan a cabo en el centro, desde el comienzo hasta su cierre. Se encargará del impulso de la idea, la gestión de la iniciativa, la planificación y coordinación de los proyectos, así como, la gestión y el control de los recursos humanos y materiales existentes y que haya que adquirir, buscando cumplir con los objetivos marcados en cada caso, independientemente de que sean proyectos estratégicos, en colaboración o servicios prestados al exterior. Incluye la generación y gestión de la documentación, de la información y de los resultados que surjan de las actividades y proyectos en los que participa el Centro, así como, en la transferencia de los resultados. Participa en la presentación de solicitudes de convocatorias de ayudas y ofertas para prestar servicios.

- Planificación y seguimiento: Consiste, por un lado, en la promoción, impulso y gestión avanzada de las iniciativas y la cartera de potenciales proyectos que el CNH2 posee, con lo que se busca optimizar los recursos y avanzar en el acceso a los investigadores al Centro. Por otro lado, se encarga de realizar el seguimiento de proyectos en ejecución y seguimiento general de las unidades tecnológicas que participan en los mismos, para conocer las capacidades del centro y tomar las acciones que permitan una actividad eficiente y adecuada para el alcance de compromisos y objetivos dentro de cada uno de los proyectos que ejecute el CNH2.

- Elaboración de Procedimientos del Sistema de Calidad: Dado que el alcance de la Certificación se centrará en la ejecución de proyectos, esta Unidad tendrá un papel fundamental en la elaboración de los procedimientos relacionados con la planificación, la puesta en marcha, el seguimiento, el cierre y la evaluación de los resultados de los proyectos.

3.3.8. Unidad de Relaciones Externas

Las funciones principales de esta Unidad son las relaciones con todo tipo de entidades, desde centros de investigación hasta empresas a nivel nacional e internacional y su gestión y conexión con el Centro y su personal. Adicionalmente, esta Unidad coordina las actividades de difusión y percepción social.

Sus actividades en los próximos cuatro años se centrarán en:

- Relaciones con centros de investigación: Agrupa a OPIS y universidades con los que se trabajará fundamentalmente en colaboración además de facilitando el acceso a las instalaciones. También se buscarán colaboradores o proveedores de conocimiento y tecnología a nivel nacional para cubrir la participación en convocatorias públicas de ayudas, suscribir convenios de colaboración y el seguimiento en la gestión de proyectos que se realicen.

- Relaciones con Empresas, Centros Tecnológicos y la Administración: Fundamentalmente se buscará participar en proyectos financiados de colaboración público-privada y prestar servicios bajo contrato a empresas y entidades para lo que se realizarán todos los trámites en convocatorias públicas, convenios de colaboración, contratos de servicio, búsqueda de colaboradores y clientes. Las relaciones con la Administración, fundamentalmente el Ministerio de Economía y Competitividad, estarán centradas en las convocatorias de ayudas públicas.

- Relaciones con foros, asociaciones y plataformas tecnológicas: realizará funciones de representación del centro en cuantos foros se considere necesario participar, centrando la actividad en los relacionados con el hidrógeno y las pilas de combustible, como son las juntas directivas de las dos asociaciones del sector y la gestión de la participación de miembros del centro en los grupos de trabajo y en el Grupo Rector de la PTEHPC. También se encargará de coordinar la participación en el resto de foros donde participa el Centro. Destaca la función de la Secretaría Técnica del Subcomité Técnico de Normalización AEN/CTN 206/SC 105 "Tecnologías de pilas de Combustible".

- Relaciones Internacionales: Se encargará de la relación con todo tipo de entidades a nivel internacional, fundamentalmente europeo, para participar en foros como N.ErghY o los programas EERA, así como, para participar en propuestas y proyectos en convocatorias de ayudas públicas y otras vías de financiación.

- Formación y vigilancia tecnológica: desarrollará un plan de formación externo dirigido a diferentes segmentos de la sociedad (niños, jóvenes y adultos) en base al desarrollo de actividades de percepción social realizada en diferentes proyectos de colaboración. También se encargará de coordinar y gestionar la vigilancia tecnológica dentro del CNH2 y de la coordinación del Plan Director de I+D+i del centro.

- Actividades de difusión: Coordinará y gestionará la difusión del CNH2 en diferentes medios, tales como foros sectoriales, ferias, jornadas y talleres de trabajo. Coordinará y gestionará el "Plan de Comunicación y Difusión" del CNH2 y velará por las publicaciones resultantes de los proyectos. Además, como responsable de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) deberá encargarse de:

    - La publicación del Boletín con carácter bimensual
    - La redacción de noticias del CNH2.
    - La realización de informes sobre las encuestas recogidas.

3.3.9. Adecuación de los Recursos Humanos

Como ya se ha indicado con anterioridad, si bien se considera que la plantilla actual del CNH2 es adecuada, en cuanto a número, a las actividades actuales del Centro, se considera que, por tratarse de una plantilla joven, es preciso dedicar recursos para hacer crecer el conocimiento y la formación de la misma, en especial de los investigadores implicados en proyectos de I+D+i, con el fin de acercarla a los niveles de conocimiento que se pueden encontrar en otros centros de investigación similares a nivel nacional e internacional, buscando convertir el CNH2en un Centro de Excelencia a medio/largo plazo.

Uno de los objetivos del CNH2, en este sentido está relacionado con el impulso a la creación de una comunidad científica y tecnológica altamente cualificada, con el objetivo de generar conocimiento y capacidades científicas y tecnológicas de excelencia destacada, en consonancia con la propia evolución que se pretende de la tecnología y que doten al sector de la masa crítica suficiente y necesaria para cubrir la demanda nacional e internacional asociada a estas tecnologías.

El Centro continuará promoviendo la movilidad geográfica temporal bidireccional de investigadores y tecnólogos entre el Centro y los grupos de investigación externos, así como, hacia las empresas. Se continuará la colaboración estrecha con las universidades a través de convenios de colaboración que incluyan, entre otras actividades, la realización de tesis doctorales, prácticas en entidades con experiencia en el sector, así como, la organización conjunta de actividades de formación, para fomentar la formación especializada de profesionales de distintas ramas en temas afines a esta tecnología como son: química, energética, eléctrica, electrónica, de automática y control, mecánica, metalúrgica, cerámica y física.

Igualmente se prestará especial atención a las actividades de formación, manteniendo estrecha colaboración con las organizaciones que impartan Cursos de Formación y Máster especializados en Hidrógeno y Pilas de Combustible.

Se considerará prioritaria la formación de doctores en el propio Centro, procedentes de su plantilla de investigadores. Para ello, se buscará incorporar al CNH2 a aquellos programas de doctorado alineados con las líneas estratégicas de I+D+i del Centro.

También se fomentará la participación del Centro en convocatorias de personal que permitan la incorporación temporal de investigadores formados (con especial interés en estancias postdoctorales de doctores nacionales y extranjeros) de cara a aumentar el conocimiento en líneas concretas y a formar a investigadores del Centro en nuevas líneas de Investigación que puedan ir surgiendo.

No menos importante es la especialización de la plantilla de cara al manejo de los nuevos equipos e instalaciones que está previsto implementar en los próximos años. Para ello, se implementarán dos tipos de actuaciones: estancias de investigadores y técnicos del centro en otros centros de investigación, laboratorios o empresas que dispongan de los equipos y del conocimiento y experiencia en su manejo; y la incorporación (temporal o definitiva) a la plantilla del Centro de personal con experiencia en el manejo de los nuevos equipos, especialmente, técnicos de laboratorio y personal con Formación Profesional especializada. Entre septiembre de 2013 y septiembre de 2014, un doctor del CNH2 ha realizado una estancia de 1 año en el IREC y a fecha de hoy se encuentran haciendo estancias en centros de investigación un doctor en el Laboratorio Risø (4 meses) y un investigador en la Universidad de Sevilla (4 meses), estando prevista la estancia de un doctor y un investigador (ambos 1 mes) en el ICTP-CSIC antes de finalizar 2014. También hay estancias previstas en la Universidad de Cagliari (Cerdeña), Génova y UNED para el primer trimestre de 2015.

3.4. LÍNEAS ESTRATÉGICAS. PLAN DIRECTOR DE I+D+I 2015-2018.

Para alcanzar sus objetivos, el CNH2 estableció en su Plan Director de I+D+i 2011-2014 unas líneas estratégicas que son la base de desarrollo de sus laboratorios y de las actividades tanto externas como internas que se establecen como objetivos en el presente Plan Estratégico. A continuación se desglosan y describen estas líneas estratégicas de actividades de I+D+i.

A. Producción de hidrógeno.

La línea estratégica de producción de hidrógeno se centra, fundamentalmente, en dispositivos de electrólisis del agua, especialmente, a baja temperatura (alcalina y de membrana polimérica (PEM)), a partir de fuentes renovables pero sin olvidar otras vías actuales o futuras relacionadas con energías limpias y procesos sostenibles (energía térmica con origen renovable, carbón limpio, gas natural con Centrales de Cogeneración,…).

Dentro de esta **línea estratégica** se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Fabricación de membranas, electrodos y MEAs (PEM) a partir de componentes comerciales y/o desarrollados en convenios de colaboración.
- Diseño, fabricación, escalado y experimentación de monoceldas y stacks. Definición de protocolos de ensayo estandarizados.
- Caracterización electroquímica y superficial de componentes y dispositivos antes, durante y después de su funcionamiento.
- Desarrollo de protocolos de degradación acelerada de componentes y dispositivos. Estudio de mecanismos de degradación y propuesta de medidas correctivas.
- Desarrollo de modelos avanzados en Códigos CFD (Computacional Fluid Dynamics) para la simulación de sistemas de electrolisis, tanto modelado electroquímico como modelado termofluidodinámico y posterior validación de los mismos.
- Desarrollo de tecnología de control, modelado eléctrico, control avanzado para la determinación del "State of Health", simulación y validación en estacionario y transitorio de los sistemas de electrolisis polimérica y los parámetros de calidad y estabilidad asociados.
- Diseño y desarrollo de equipos de electrónica de potencia (convertidores, rectificadores e inversores) para equipos de electrolisis integrada con renovables y su funcionamiento en modo aislado y conectado a red.
- Desarrollo de bancos de ensayos e instalaciones para el testeo de monoceldas, stacks, sistemas de electrolisis.
- Experimentación de prototipos de electrolisis con el objetivo de caracterizar y validar su funcionamiento mediante diferentes procedimientos de ensayos, entre los que se encuentran protocolos de larga duración y de vida acelerada.
- Desarrollo y optimización de balances de planta y sistemas auxiliares de sistemas de producción de hidrógeno mediante electrólisis del agua.

B. Almacenamiento de hidrógeno.

La línea estratégica de almacenamiento de hidrógeno se centra principalmente en las tecnologías de almacenamiento de hidrógeno a alta presión y de almacenamiento sólido, especialmente, en hidruros metálicos.

Dentro de esta **línea estratégica** se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollo y validación de modelos y simulaciones termofluidodinámicas de conducciones y depósitos de almacenamiento de hidrógeno gaseoso y mediante hidruros metálicos.
- Modelización CFD de fugas y explosiones en atmósferas con riesgo de explosión (ATEX) en espacios abiertos y confinados.
- Desarrollo de bancos de ensayos para la caracterización de diversos tipos de sistemas de almacenamiento basado en hidruros metálicos con el objetivo de realizar estudios cinéticos de carga y descarga y de los fenómenos de degradación y optimizar la gestión térmica, tan importante en estos sistemas.
- Desarrollo de instalaciones para el testeo de depósitos y sistemas de almacenamiento de hidrógeno a alta presión enfocados, especialmente, a la ejecución de ensayos no destructivos entre los que se encuentran pruebas hidráulicas, ensayos de rotura, ciclos de presión y análisis de fugas y/o de permeación.

- Almacenamiento en sólidos porosos adsorbentes (carbones activos, MOF, etc.)

C. Transformación de hidrógeno.

La línea estratégica de transformación de hidrógeno se centra en las pilas de combustible de membrana polimérica de intercambio protónico (PEMFC) y en las pilas de óxido sólido (SOFC), sin olvidar otros desarrollo en fase mucho menos avanzada en los que el hidrógeno actúe como vector energético a través de la producción de una energía distinta de la eléctrica.

Dentro de esta **línea estratégica** se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Fabricación de electrodos, MEAs (PEM) y electrolitos (SOFC), a partir de componentes comerciales y/o desarrollados en convenios de colaboración.
- Diseño, fabricación a pequeña escala, escalado y experimentación de monoceldas y stacks. Definición de protocolos de ensayo estandarizados.
- Caracterización electroquímica y superficial de componentes y dispositivos antes, durante y después de su funcionamiento.
- Desarrollo de protocolos de degradación acelerada de componentes y dispositivos. Estudio de mecanismos de degradación y propuesta de medidas correctivas.
- Desarrollo de modelos avanzados en Códigos CFD (Computacional Fluid Dynamics) para la simulación de sistemas de pilas de combustible PEM y SOFC, tanto modelado electroquímico como modelado termofluidodinámico y posterior validación de los mismos.
- Desarrollo, optimización y validación de control y electrónica de potencia para balances de planta de pilas de combustible PEM y de convertidores bidireccionales.
- Desarrollo de bancos de ensayos e instalaciones para el testeo de monoceldas, stacks, módulos y sistemas de pilas de combustible PEM y SOFC.
- Experimentación de prototipos con el objetivo de caracterizar y validar su funcionamiento mediante diferentes procedimientos de ensayos, entre los que se encuentran protocolos de larga duración y de vida acelerada.
- Desarrollo y optimización de balances de planta y sistemas auxiliares de sistemas de pilas de combustible.
- Puesta en marcha de nuevos proyectos dirigidos a otros usos del hidrógeno que no impliquen su transformación directa en energía eléctrica: metanación o inyección directa en redes de gas natural.

D. Integración de sistemas e instalaciones en operación.

Esta línea estratégica engloba las actividades que se centran, por un lado, en la integración del hidrógeno como almacenamiento de energías renovables en microrredes, la generación distribuida y las redes inteligentes y, por otro, en las aplicaciones de las tecnologías del hidrógeno en diferentes sistemas y usos tanto estacionarios como de transporte.

Dentro de esta **línea estratégica** se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollo, optimización y experimentación de microrredes basadas en energías renovables y en la integración del hidrógeno como sistema de almacenamiento energético.
- Operación de redes eléctricas: Estudio, Control, Simulación y Optimización técnica y económica en Redes, Virtual Power Plants, Smartgrids y Microrredes eléctricas con incorporación de sistemas de hidrógeno.
- Desarrollo de equipos de testeo móviles (vehículo ligero), protocolos y metodologías necesarias para la experimentación y validación de pilas de combustible poliméricas para automoción.
- Desarrollo de estaciones de repostaje de hidrógeno con el objetivo de participar en el desarrollo de normativa, diseño de diferentes sistemas de repostaje de hidrógeno, estudio de estaciones de repostaje de hidrógeno existentes, experimentación y operación de componentes y/o estaciones

de repostaje de hidrógeno, así como, la realización de ensayos a componentes y/o estaciones de repostaje de hidrógeno completas, su certificación y homologación cuando así lo requieran.

E. Normativa e I+D en seguridad.

La línea estratégica de normativa y seguridad tiene como objetivo general el conocimiento al detalle de toda la normativa que, desde el punto de vista de seguridad, aplica a las actividades que el CNH2 realiza tales como atmósferas explosivas, aparatos a presión, almacenamiento de productos químicos, almacenamiento a presión, etc.

Dentro de esta **línea estratégica** se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Participación activa en comités de normalización, CTN 181 y CTN 105, con el objeto de realizar estudio pre-normativo y participar en la implantación de nueva normativa en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible.
- Desarrollo de protocolos para poder certificar instalaciones e infraestructuras de repostaje de hidrógeno (hidrogeneras) con el fin de estar preparados para la implantación de la Directiva Comunitaria de infraestructuras de suministro de combustibles alternativos.
- Desarrollo de laboratorios acreditados para la realización de ensayos de pilas de combustible PEM en base a la normativa vigente UNE-EN 62282, proporcionando a las empresas la capacidad de certificación y validación de sus sistemas de pilas de combustible.

F. Implantación tecnológica.

Esta línea estratégica agrupa todas aquellas acciones complementarias a las que lleva a cabo el Centro como son las de relaciones externas, difusión, formación o percepción social.

Dentro de esta **línea estratégica** se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Impulso y ejecución de la oferta tecnológica del CNH2, mediante la coordinación de la identificación, el estudio, el análisis y la cuantificación de los servicios externos que el CNH2 puede ofrecer.
- Elaboración y ejecución del Plan de Comunicación y Difusión (PCD 2015-2016) y venideros.
- Divulgación y formación en el ámbito de la enseñanza (colegios e institutos), estudiantes universitarios y profesorado y de la ciudadanía en general.
- Implantación de mecanismos de mejora continua y aseguramiento de la calidad en el funcionamiento normal.
- Respaldo procedimental a la actividad investigadora que permita certificar o acreditar los resultados obtenidos, así como, la trazabilidad de los mismos, estableciendo la aplicación de políticas de gestión de la documentación, condiciones de trabajo, calibración de equipos, etc.
- Mantenimiento de una fuerte actividad de relaciones externas, ofreciendo además del acceso a los investigadores, la capacidad de apoyo en sus instalaciones para que conjuntamente se realicen las actividades de investigación, tanto en organismos públicos de investigación como en universidades y empresas.
- Consecución de proyectos en colaboración, fundamentalmente, con el sector industrial y muy dirigidos al testeo, uso y validación de desarrollos existentes, desarrollo de nuevos prototipos o al estudio de posibilidades de futuro, sin dejar de lado la colaboración con organismos públicos de investigación y universidades, junto a centros tecnológicos diversos. Todo ello a nivel nacional e internacional.
- Desarrollo de un protocolo que facilite el acceso de los investigadores a la instalación, orientado a dar un servicio al sistema ciencia–tecnología–empresa. Protocolo de Acceso a la ICTS.

Como ya se ha indicado con anterioridad, este año llega a su fin el actual Plan Director de I+D+i que será sustituido por un nuevo Plan Director de I+D+i, cuya duración se hará coincidir con el Plan Estratégico que regirá las actividades del CNH2 en su conjunto para los cuatro próximos años. Está previsto que este nuevo

Plan Director pueda ser aprobado en el primer trimestre del 2015, una vez fijadas las Actuaciones Estratégicas del Centro para los próximos cuatro años, a partir del presente Plan Estratégico. Teniendo en cuenta esta cuestión, en el presente Plan sólo se marcarán objetivos generales a alcanzar en el desarrollo de las actividades de I+D+i, dejando para el Plan Director el detalle en cuanto a líneas de actividad, resultados esperados, nuevos proyectos, etc.

3.5. RECURSOS ECONÓMICOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO.

Tomando como referencia los Presupuestos estimados para 2014, se ha llevado a cabo la extrapolación de disponibilidad presupuestaria prevista para el periodo de vigencia del presente Plan Estratégico, 2015-2018.

La previsión de ingresos (incluida la limitación de gastos) y gastos se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Previsión de ingresos y gastos para el periodo de vigencia del presente PE

CUENTA DE EXPLOTACION PROVISIONAL					
(en Euros sin decimales)					
	2014	2015	2016	2017	2018
A) Ingresos	**868.399**	**2.515.209**	**3.942.755**	**3.358.287**	**2.880.171**
1.- Subvenciones y transferencias (FEDER incluido)	723.399	2.424.709	3.812.755	3.211.787	2.734.421
2.- Ingresos por intereses	145.000	70.500	55.000	64.000	55.000
3.- Otros ingresos		20.000	75.000	82.500	90.750
B) Gastos:	**2.915.966**	**3.321.039**	**3.493.746**	**3.583.545**	**3.284.924**
1.- Gastos de personal	1.460.000	1.460.000	1.569.571	1.630.202	1.691.889
2.- Aprovisionamientos	100.000	220.000	141.400	122.400	122.400
3.- Otros gastos de gestión	335.640	522.200	339.400	343.400	355.635
4,- Impuestos	36.250	17.625	20.000	22.250	20.000
5.- Amortizaciones	695.300	798.000	1.105.000	1.131.000	1.095.000
6.- Intereses financieros	288.776	303.214	318.375	334.293	
Déficit (-) Superávit (+)	**-2.047.567**	**-805.830**	**449.009**	**-225.258**	**-404.753**

La previsión del estado de flujos de efectivo (que incluye IVA e inversiones) se muestra en la tabla 3.

Cualquier cantidad no ejecutada en estos años, se traspasará a ejercicios futuros.

Plan de Inversiones

Las inversiones previstas para el período 2015-2018 se ciñen, principalmente, a las inversiones que se realizarán con cargo a Fondos FEDER (Programa Operativo Fondo Tecnológico), representando el 95,16% del total del presupuesto elegible, del que el 78,64% estaría financiado con Fondos FEDER y el resto se financiaría con fondos del CNH2. El presupuesto total para el desarrollo de los laboratorios que se imputaría a fondos FEDER es de 7.020.167 €.

Adicionalmente, para 2015, se tiene previsto abordar pequeñas inversiones, centradas en software no científico, equipos informáticos y elementos menores con cargo a los intereses generados en el periodo 2013-2014.

Tabla 3. Previsión del estado de flujos de efectivo

ESTADO FLUJOS DE EFECTIVO					
(en Euros sin decimales)					
	2014	2015	2016	2017	2018
A) Cobros	**17.647.048**	**2.668.361**	**2.110.486**	**3.918.874**	**2.186.004**
1.- Subvenciones y transferencias		1.901.021	1.952.236	1.947.731	1.901.021
2.- Devolución IVA si el CNH2 pudiera deducírselo				1.803.818	107.675
3.- Cobros por intereses	147.000	71.500	67.500	67.500	67.500
4.- Otros cobros	17.500.048	695.840	90.750	99.825	109.808
B) Pagos por gastos:	**10.520.667**	**2.359.213**	**2.251.690**	**2.249.425**	**2.280.932**
1.- Gastos de personal	1.460.000	1.460.000	1.666.503	1.683.168	1.700.000
2.- Aprovisionamientos	121.000	266.200	171.094	148.104	148.104
3.- Otros gastos de gestión	394.056	610.974	397.098	401.778	416.093
4,- Impuestos	45.610	22.039	16.995	16.375	16.735
5.- Otros pagos	8.500.000				
C) Pagos por inversiones	**7.551.586**	**3.645.120**	**242.781**	**187.567**	**98.121**
D) Devolución préstamo MINECO				**1.218.459**	
Déficit (-) Superavit (+)	**-425.205**	**-3.335.972**	**-383.985**	**263.423**	**-193.050**

En el periodo 2016-2018, las inversiones se centrarán en sustitución de equipos que, por la obsolescencia tecnológica, dejen de ser útiles para los objetivos del CNH2.

No se consideran, por ser difíciles de evaluar, las inversiones asociadas a nuevos proyectos de I+D+i financiados que puedan ser concedidos al CNH2 en el periodo de vigencia del PE.

De acuerdo a la evolución económica de ambas Administraciones en el periodo 2015-2018, y a los ingresos previstos, se irá adaptando el plan de gastos e inversiones para ir adecuándolo en cada momento a las circunstancias que concurran.

4. HITOS TEMPORALES DEL PLAN ESTRATÉGICO.

Por lo que se refiere a los Hitos establecidos de acuerdo con lo recogido en los puntos anteriores de este Plan Estratégico, estos se han divididos en aquellos que se refieren a actuaciones generales y aquellos que se refieren a actuaciones más específicas relacionadas con proyectos en marcha o solicitados u otras cuestiones de interés para el Centro.

Está previsto (se ha incluido como hito en las Actuaciones Generales, hito 15) una revisión anual del nivel de cumplimiento del Plan, que podría incluir también actualizaciones si las circunstancias que afectan al mismo así lo requiriesen.

4.1. CRONOGRAMA DE ACTUACIONES GENERALES

En la tabla 4 se recogen los hitos temporales marcados para las principales actuaciones de carácter general esperadas a lo largo del presente PE y cuyo cumplimiento se revisará anualmente.

Tabla 4. Hitos temporales para las actuaciones generales

HITO (*)	FECHA DE EJECUCIÓN PREVISTA
1. Ejecución Fondos FEDER	Enero 2014-Diciembre 2015
2. Adecuación de los nuevos laboratorios	Julio 2014-Diciembre 2015
3. Elaboración del Plan Director de I+D+i 2015-2018	Octubre 2014-Marzo 2015
4. Aumento de la capacidad de los laboratorios ya existentes	Enero 2015-Diciembre 2015
5. Certificación del Sistema de Calidad del CNH2	Enero 2015-Julio 2016
6. Certificación del Sistema de Gestión Ambiental del CNH2	Enero 2015-Julio 2016
7. Elaboración Convenio Colectivo	Enero 2015-Diciembre 2015
8. Aumento del número de doctores	Enero 2015-Diciembre 2018
9. Elaboración de los Planes de Comunicación 2015-2016 y 2017-2018	Marzo 2015 y Marzo 2017
10. Adecuación del Plan de Autoprotección a las nuevas instalaciones	Mayo 2015-Diciembre 2015
11. Puesta en marcha de un sistema informatizado y centralizado de gestión del CNH2	Julio 2015-Diciembre 2016
12. Puesta en marcha de los nuevos equipos e infraestructuras	Septiembre 2015-Septiembre 2016
13. Elaboración del Catálogo de Servicios del Centro	Septiembre 2015-Junio 2016
14. Revisión anual del Plan Director de I+D+i 2015-2018	Diciembre 2015,2016, 2017 y 2018
15. Revisión anual del Plan Estratégico	Diciembre 2015,2016, 2017 y 2018
16. Elaboración del protocolo de acceso	Enero 2016-Diciembre 2016
17. Integración del CNH2 en la red de Fab-Lab	Julio 2016-Julio 2017
18. Incorporación del CNH2 al mapa de ICTS del Mineco	Enero 2017-Diciembre 2017
19. Aumento de la plantilla en técnicos especializados (laboratorio y taller de prototipos)	Enero 2017-Diciembre 2018

* En rojo aquellas actuaciones que ya han comenzado a la fecha de aprobación del presente Plan Estratégico.

4.2. CRONOGRAMA DE ACTUACIONES ESPECÍFICAS

Por lo que se refiere a los proyectos de I+D+i, el Seguimiento de cada uno de los proyectos lo realizará el **Comité de Proyecto**, siguiendo los procedimientos regulados por la Unidad de Coordinación de Proyectos, formado por el Director, el Responsable Técnico del Proyecto, el Coordinador y el Técnico de relaciones externas.

Se trata de un órgano de dirección interno de proyecto que vela por la ejecución de las tareas y actividades, así como, por el cumplimiento del alcance y de los hitos comprometidos dentro de cada uno

de los proyectos. El CNH2 posee tantos comités de proyecto como proyectos en ejecución comprometiéndose con la ejecución de cada uno de ellos.

En la Tabla 5 se resumen los hitos marcados para la ejecución de los proyectos en marcha actualmente y recogidos en los apartados anteriores.

Tabla 5. Hitos temporales de finalización para los proyectos actualmente en ejecución

HITO (*)	Fecha
1. Proyecto EXSIVA	Junio 2015
2. Proyecto H2CONV	Julio 2015
3. Proyecto ORIGEN	Julio 2015
4. Proyecto DESPEGHA2	Septiembre 2015
5. Proyecto HYACINTH	Septiembre 2016
6. Proyecto RENOVAGAS	Septiembre 2016
7. Proyecto RIVAL	Septiembre 2016
8. Proyecto COOPERA	Septiembre 2016
9. Proyecto MOVIPEM	Noviembre 2016
10. Proyecto PRIOXIS	Diciembre 2016

Respecto a los proyectos en cartera, en la última convocatoria Retos Investigación (octubre 2014), el CNH2 ha participado en la presentación de cuatro proyectos en los que forma parte del equipo investigador. Estos proyectos son:

- "*Despliegue de la infraestructura de repostaje del vehículo de hidrógeno: definición de incentivos óptimos y herramienta software para el diseño técnico-económico de hidrogeneras*" (DIRVH2), con el Departamento de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- "*Producción de hidrógeno a partir de derivados de la biomasa empleando tecnologías emergentes (plasma y fotocatálisis) y su aplicación en pilas de combustible PEMFC Y SOFC*" (BIOHYFC), con los Departamentos de Física Aplicada y de Química Orgánica de la Universidad de Córdoba.
- *"Diseño y desarrollo de una pila PEM con carga ultra-baja de platino y alta densidad de potencia"* (LOWHIGHFC), con el Departamento de Física Matemática y de Fluidos de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- *"Optimización del almacenamiento de energía en hidrógeno en sistemas híbridos renovables"* (OPALHO), con el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Valencia.

Está previsto que la resolución de estos proyectos se haga pública en los meses de marzo/abril de 2015, por lo que, en función de los resultados, se incluirán nuevos hitos en la revisión del PE en diciembre de 2015.

Asimismo, el CNH2 presentará proyectos a las próximas convocatorias Retos Colaboración y de la FCH-JU previstas para los próximos meses, así como, en otras convocatorias regionales, nacionales e internacionales que vayan publicándose.

Por lo que se refiere a otras actuaciones, en la tabla 6 se recogen los hitos temporales marcados para las mismas.

Tabla 6. Hitos temporales para Otras Actuaciones específicas

HITO	FECHA DE EJECUCIÓN PREVISTA
1. Remodelación de la página web del Centro	Enero 2015-Marzo 2015
4. Creación de la "Senda del Hidrógeno"	Enero 2015-Diciembre 2015
2. Acreditación del banco de ensayos de tecnología PEM bajo la Norma UNE-EN 62282	Enero 2016-Diciembre 2017
3. Acreditación del banco de ensayos para stacks y sistemas PEM bajo la Norma ISO 22734	Enero 2016-Diciembre 2017

4.3. INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO DEL PLAN ESTRATÉGICO.

Finalmente, y con el fin de poder valorar anualmente el grado de cumplimiento del Plan Estratégico recogido en el presente documento, a continuación se plantean una serie de indicadores que recogen los diferentes aspectos valorados en el mismo y cuyo cumplimiento será valorado a su finalización, marcando el punto de partida para la elaboración del siguiente Plan.

- Indicador 1. Número de proyectos obtenidos en convocatoria pública: Como se ha indicado en los apartados anteriores, un aspecto básico para la financiación de la I+D+i que está previsto realizar en el CNH2 a lo largo del periodo que cubre el presente PE es la participación en convocatorias públicas de financiación de proyectos a nivel europeo, nacional y regional. Por ello, se ha tomado como uno de los indicadores para valorar el desarrollo del presente PE el número de proyectos para los que el CNH2 pueda conseguir financiación en este tipo de convocatorias. El cálculo de este indicador se realizará sumando los proyectos que anualmente consigan financiación a nivel europeo, nacional y regional.

  Teniendo en cuenta las convocatorias públicas a nivel europeo, nacional y regional para la financiación de proyectos en áreas relacionadas con las temáticas definidas dentro de las líneas estratégicas del CNH2, la capacidad de los investigadores, el número de los mismos que integran la plantilla y las limitaciones que algunas convocatorias marcan en cuanto a incompatibilidad, y teniendo en cuenta el éxito alcanzado en convocatorias anteriores del mismo tipo, el valor objetivo para este indicador será de **6**.

- Indicador 2. Número de contratos con terceros: Aunque a más largo plazo, otro de los objetivos fundamentales para el CNH2 es alcanzar la sostenibilidad económica siendo capaz de autofinanciarse. Para ello, además de los fondos públicos que pueda obtener a través de convocatorias competitivas de proyectos como las recogidas en el Indicador 1, el CNH2 buscará dar servicio a terceros poniendo a disposición de empresas y centros de investigación sus conocimientos y capacidades. Aunque es de esperar que durante los próximos cuatro años, esta no sea una de las principales actividades del CNH2 dado que una parte importante de este periodo de tiempo corresponde a la adecuación del Centro a su nueva sede, a la ampliación y adecuación de los laboratorios ya existentes y a la adquisición y puesta en marcha de nuevas infraestructuras, equipos y laboratorios, si debe ser una línea en crecimiento, que pasará a ser fundamental a partir del año 2016. Por ello, se ha tomado como indicador la capacidad para buscar posibles interesados en los servicios que ya oferta o puede ofertar en estos próximos cuatro años el CNH2, cuantificado a través del número de contratos a terceros. El cálculo de este indicador se realizará sumando los contratos a terceros de los cuatro años de duración del PE.

  Teniendo en cuenta los contratos realizados en los cuatro últimos años, el valor objetivo para este indicador es de **12**.

- Indicador 3. Aumento de ingresos por servicios: Relacionado con el Indicador 2, se plantea este indicador con el objetivo de valorar, no sólo el aumento de los servicios realizados (Indicador 2), sino también de los ingresos obtenidos por estos servicios. En este caso, lo que se valora es el % en que aumentan los ingresos obtenidos a través de los servicios externos realizados desde el centro. El cálculo de este indicador se realizará tomando como base los ingresos obtenidos por este tipo

de servicios en el periodo 2011-2014 (17.700 € aproximadamente). El valor objetivo para este indicador es del **200% (al menos 35.000 €)**.

- Indicador 4. Número de comunicaciones científicas: Aunque la misión principal del CNH2 es actuar como nexo de unión entre la investigación básica realizada por los diferentes grupos de investigación que actualmente desarrollan su trabajo en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible, y las necesidades de las empresas y la sociedad en general en este ámbito, el CNH2 debe desarrollar también investigación propia en aquellos ámbitos que, dentro de sus líneas estratégicas, considere de interés y no estén siendo desarrollados por otros grupos de investigación. Esta investigación le permitirá aumentar sus conocimientos en los ámbitos seleccionados y adquirir conocimientos que deberá poner al servicio de la comunidad científica y de las empresas a través de su participación en congresos y de la publicación de artículos en revistas tanto de divulgación como científicas. El cálculo de este indicador se realizará sumando las participaciones en congresos, las publicaciones y los capítulos de libros o libros completos realizados en los cuatro años de duración del PE.

  Teniendo en cuenta la información recogida en el Anexo del presente documento, el valor objetivo para este indicador es de **35**.

- Indicador 5. Número de nuevos doctores: Otro aspecto básico para el futuro desarrollo del CNH2 es la mejora continua de la plantilla del Centro a través de la formación. Por tratarse de un Centro de Investigación se considera básico el aumento del número de doctores, facilitando desde el Centro la formación interna que conduzca a que una parte de sus investigadores, con capacidad para ello, pueda obtener el grado de doctor. El número de doctores del CNH2 a 31 de octubre de 2014 es de cinco. El cálculo de este indicador se realizará restando al número de doctores existentes a 31 de diciembre de 2018 el número de doctores existentes a 31 de octubre de 2014.

  El valor objetivo para este indicador es de **4**.

- Indicador 6. Número de actividades de divulgación: Como también se ha indicado en varios puntos a lo largo del presente documento, otro de los objetivos fundamentales del CNH2 es dar a conocer a la sociedad los avances en materia de hidrógeno y pilas de combustible, su utilidad, las posibles aplicaciones, todo ello buscando acercar el hidrógeno y sus aplicaciones a la sociedad, aumentando el interés de esta por este intermedio energético y por su capacidad para mejorar el día a día de la población, reduciendo nuestra demanda energética y favoreciendo un uso más sostenible de la energía. Por ello, se considera básica la participación del CNH2 en todas aquellas actividades de divulgación organizadas por terceros y la organización desde el centro de todas aquellas que sea posible de forma individual o en colaboración con administraciones, empresas, etc. El cálculo de este indicador se realizará sumando todas las actividades de divulgación organizadas o en las que participe en CNH2 anualmente.

  El valor objetivo para este indicador es de **10**.

A modo de resumen, en la tabla 7 se muestran estos indicadores, el método de cálculo de cada uno de ellos y el valor esperado para los mismos al final del PE.

Anualmente se procederá a revisar el nivel de cumplimiento a 31 de diciembre de cada año de los cuatro incluidos en el Plan, calculando el porcentaje del total alcanzado en el año correspondiente y el acumulado a lo largo del Plan. No se ha hecho una distribución anual de los indicadores dado que la situación de adecuación en la que se encuentra el Centro hace difícil hacer una distribución anual fiable.

Tabla 7. Indicadores para el seguimiento del PE

INDICADOR	FÓRMULA DE CÁLCULO	VALOR FINAL ESPERADO
Indicador 1. Número de proyectos obtenidos en convocatoria pública	Proyectos financiados 2015+2016+2017+2018	6
Indicador 2. Número de contratos con terceros	Contratos terceros 2015+2016+2017+2018	12
Indicador 3. Aumento de ingresos por servicios	(Ingresos terceros 2015-2018-Ingresos terceros periodo 2011-2014)/Ingresos terceros 2011-2014 x100	200
Indicador 4. Número de comunicaciones científicas	Comunicaciones a congresos 2015-2018+Artículos en revistas 2015-2018 +Libros 2015-2018	35
Indicador 5. Número de nuevos doctores	Doctores a 31/12/2018-Doctores a 31/10/2014	4
Indicador 6. Número de actividades de divulgación	Actividades 2015+2016+2017+2018	10

5. CONCLUSIONES

Tras los siete años transcurridos desde la firma del Consorcio para la creación del CNH2 se ha progresado de forma considerable gracias a disponer de la sede actual en la que se han desarrollado una serie de laboratorios experimentales que han permitido avanzar en el proceso de constitución de un equipo humano de componente científico-tecnológica y en la dotación de medios y equipamiento. Esta circunstancia hace que, pese a estar aún en fase de dotación, el CNH2 disponga en la actualidad de medios (humanos y materiales) que le permiten tener actividad en I+D, desarrollar y participar en proyectos y ser utilizada por toda la cadena ciencia-tecnología-empresa. Durante estos siete años se ha buscado afianzar los recursos tanto materiales como humanos disponibles, si bien todavía quedan al menos dos años más para considerar que el Centro puede pasar de su etapa de constitución a la de pleno funcionamiento.

Por ello, el CNH2 ha centrado sus objetivos, fundamentalmente, en el desarrollo de la tecnología del hidrógeno como vector energético (producción a partir de energías renovables vía electrolisis alcalina y PEM de baja temperatura, así como, su almacenamiento) y de las pilas de combustible (principalmente PEM y en menor medida SOFC), sirviendo de apoyo a los grupos de investigación y a las empresas nacionales. Por supuesto, sin dejar de lado otras propuestas de uso energético sostenible del hidrógeno.

Para llegar a alcanzar estos objetivos se hace necesario adecuar y ampliar las instalaciones actuales. Y, sobre todo, es imprescindible dotar de mayores y mejores medios al centro. Esto se va a llevar a cabo en los próximos dos años en virtud de un convenio que permitirá la adquisición del equipamiento con cargo a Fondos FEDER para ampliar y dotar hasta doce laboratorios, un demostrador de edificio eficiente energéticamente y un taller de fabricación de prototipos, que permitirán al centro disponer de los medios adecuados para cumplir con sus objetivos y ofrecer sus servicios e instalaciones a otros centros de investigación, universidades y empresas.

Además de dotar al centro, se ha de continuar con el funcionamiento actual, consolidando la posición del CNH2 en los foros nacionales e internacionales y mediante la participación en proyectos, tanto internos – estratégicos como en colaboración con el exterior, en el ámbito nacional e internacional.

Estos aspectos son importantes por tres motivos: la formación del personal, el contacto con el exterior mejorando la imagen del centro y el aumento de la financiación, tanto por la contratación de servicios como por la participación en proyectos financiados por programas públicos de ayudas. La experiencia que se ha adquirido con los proyectos de cooperación público-privada ejecutados debe de continuar y ampliarse con nuevos proyectos y con la incorporación de personal con experiencia tanto contratado como el que acceda a la instalación. Este acceso de investigadores y tecnólogos se ha de facilitar y potenciar con los medios previstos y con la elaboración del Protocolo de Acceso al CNH2 previsto.

El disponer de un Centro de Investigación con los medios necesarios y con experiencia en labores de experimentación y validación, como se plantea en este Plan Estratégico, se convierte en una herramienta para impulsar el sector y apoyar y acompañar a los agentes del mismo en el desarrollo de equipamientos e instalaciones de componente tecnológica nacional, abriendo el campo de actuación y su mercado, hacia Europa para ocupar el puesto destacado que debe corresponder a España.

Por tanto, estos cuatro años deben afianzar el papel nacional e internacional del CNH2 en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible, de forma que al concluir la vigencia del presente Plan Estratégico el Centro debe haberse incorporado al mapa de ICTS del MINECO, cumpliendo con los objetivos del Acuerdo de Creación del Consorcio.

ANEXOS

1. RESUMEN DE LOS PROYECTOS DE I+D+I YA FINALIZADOS

Nombre	Objetivo	Entidades participantes	Entidad Financiadora	Financiación Recibida (€)	Duración
a) Proyectos en colaboración financiados por entidades nacionales					
SOFCMETAL	Optimización tecnológica de pilas de combustibles SOFC de soporte metálico para aplicaciones domesticas	Copreci, S.Coop; Fagor, S.Coop; Ames, Iberdrola Inmobiliaria, Metallied Powder Solutions, IKERLAN, CEIT, CIDETEC, Instituto Ciencia Materiales Aragón ICMA-CSIC, Universidad del País Vasco UPV-EHU, Universidad de La Laguna	MICINN (COFINANCIADO FEDER). PSE-2009	69.900	Julio 2008-Julio 2012
SINTER	Sistemas INTeligentes Estabilizadores de Red	INYCOM (Ingeniería y Componentes, S.A.); ADES (Aplicaciones de Energías Sustitutivas, S.A.); Fundación CIRCE; Fundación Hidrógeno Aragón (FHa), y CIEMAT-CEDER	MICINN (COFINANCIADO FEDER). PSE-E-2009	387.200	Julio 2009-Junio 2010
PSEH2RENOV	Proyecto Singular Estratégico de Hidrógeno Renovable	Acciona Energía, S.A, Abengoa Hidrógeno, S.A., Ingeteam Energía, S.A., Ingeniería y Diseño Europeo, S.A. (IDESA), Abengoa Solar New Technologies, S.A. (ASNT), Urbaser S.A., Celaya, Emparanza y Galdós, S:A.(CEGASA), Tepro Consultores Agricolas,SL, Alquimia Soluciones Ambientales, Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. (ITC), Fundación IMDEA Energía, Fundación INASMETTECNALIA, Fundación Labein, Fundación para la Investigación y Desarrollo en Transporte y Energía (CIDAUT), Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA), Asociación de Investigación de la Industria del Juguete (AIJU), CIDETEC, Instituto Tecnológico de la Energía (ITE), Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas MDE (INTA), Centro de Investigación Energética Medioambiental y Tecnológica (CIEMAT), Instituto de Catálisis y Petroquímica ICP –CSIC, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid (ETSII-UPM), Universidad Rey Juan Carlos (URJC), y la Universidad del País Vasco (UPV-EHU)	MICINN y JCCM (COFINANCIADO FEDER). PSE-2009	415.000	Julio 2009-Marzo 2011
GEBE	GEstor de Balances Energéticos en Redes con generación distribuida	INYCOM (Ingeniería y Componentes, S.A.); ADES (Aplicaciones de Energías Sustitutivas, S.A.); Fundación CIRCE; y CIEMAT-CEDER	MICINN (COFINANCIADO FEDER). INPACTO-2010	247.250,25	Julio 2010-Marzo 2013
DESPHEGA	DEsarrollo de Sistemas de Producción de Hidrógeno Energético por Generación Alcalina	Acciona Energía S.A., Ingeteam Energy, S.A., y la Fundación Hidrógeno de Aragón (FHa)	MICINN (COFINANCIADO FEDER). INPACTO-2010	892.090	Julio 2010-Diciembre 2013
IRHIS	Integración de sistemas de hidrógeno en microrredes de generación mediante fuentes renovables	Acciona Energía, S.A., Ingeteam Energy, S.A., Celaya, Emparanza y Galdós, S.A. (CEGASA) y CIDETEC	MICINN (COFINANCIADO FEDER). INPACTO-	45.500	Julio 2011-Mayo 2013

			2011		
DIVULGAH2	Formación, divulgación, comunicación y percepción social en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustibles enfocada a la ciudadanía y a la cadena ciencia-tecnología-empresa	CNH2	MINECO (FECYT). FECYT-2013	10. 418	Diciembre 2013-Noviembre 2014
b) Proyectos internos estratégicos					
MICRO-ICTS	Desarrollo de una micro-ICTS en el edificio que ocupa el CNH2, incluyendo el desarrollo y la validación de protocolos y metodologías de ensayo para la experimentación de sistemas de hidrógeno	CNH2	Interna		Enero 2011-diciembre 2013
EXPOHRENOV	Desarrollo de sistemas de electrolisis y pila de combustible tipo PEM, de baja potencia con fuentes de energía renovables	CNH2	Interna		Enero 2011-julio 2014
PPP	Desarrollo de dos plantas piloto de demostración de procesos de fabricación y escalado de componentes d epilas de combustible y electrolizadores de tecnología SOFC y PEM en los laboratorios del CNH2	CNH2	Interna		Enero 2013-diciembre 2013
ESTELA	Desarrollo de la validación, certificación y homologación de ensayos y laboratorios en el CNH2	CNH2	Interna		Abril 2013-diciembre 2013
DEI	Generación de una dinámica entre ciudades/pueblos medianos y pequeños de Andalucía, con el fin de disponer de una "Red Andaluza de Ciudaddes/Pueblos con Distritos Ecoenergéticos Inteligentes	CNH2; Grupo Rural Campiña Sur	Interna		Septiembre 2013-septiembre 2014

2. RESUMEN DE LOS PROYECTOS EN EJECUCIÓN

Nombre	Objetivo	Entidades participantes	Entidad Financiadora	Financiación Recibida (€)	Duración
a) Proyectos en colaboración financiados por entidades internacionales					
HYACINTH	Alcanzar un mayor conocimiento de la aceptación social de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible y de sus aplicaciones a nivel europeo, para desarrollar una herramienta que facilite el desarrollo de productos y su introducción en el mercado	CNH2; IPlusF Francia; IPlusF España; Aberdeen City Council; CIEMAT-CISOT; CIDAUT; NORSTAT; University of Sunderland; Razvojni Center Za Vodike Technologije-RCVT; Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research; University of Leeds.	FCH-JU 2013	83.487	Septiembre 2014-septiembre 2016
b) Proyectos en colaboración financiados por entidades nacionales					
RENOVAGAS	Desarrollo de una planta de producción de gas natural sintético (GNS) a partir de la producción electrolítica de hidrógeno mediante energías renovables y su metanación a través de la combinación con una corriente de biogás, de manera que el gas natural obtenido sea totalmente renovable	CNH2; Tecnalia; Enagas; ICP-CSIC; Abengoa Hidrógeno; Gas natural-Fenosa; FCC-Aqualia	MINECO-Retos Colaboración 2014	160.440	Septiembre 2014-septiembre 2016
RIVAL	Desarrollo de un sistema de puntos de recarga para vehículo alternativo eléctrico y de hidrógeno equipado con pila de combustible a partir de energías renovables en la ciudad de Puertollano	CNH2; ISFOC; Hidrógena	MINECO-Retos Colaboración 2014	208.777	Septiembre 2014-septiembre 2016
COOPERA	Control predictivo de sistemas energéticos distribuidos con fuentes renovables y almacenamiento estacionario y móvil	Universidad de Sevilla (Escuela Técnica de Ingenieros)	MINECO-Retos Investigación 2013		Septiembre 2014-septiembre 2017
c) Proyectos internos estratégicos					
EXSIVA	Experimentación, simulación y validación de celdas de electrolisis alcalina para la producción de hidrógeno renovable	CNH2	Interna	17.100	Marzo 2012-junio 2015
PRIOXIS	Fabricación de sistemas reversibles de tecnología de óxidos sólidos y sus periféricos	CNH2	Interna	12.500	Noviembre 2013-diciembre 2016
ORIGEN	Operador de red inteligente	CNH2	Interna	8.649	Abril 2014-julio 2015
H2CONV	Desarrollo de electrónica de potencia específica para pilas de combustible	CNH2	Interna	2.000	Junio 2014-julio 2015
DESPEGHA2	Estudio de la influencia del balance de planta en el comportamiento de un electrolizador alcalino	CNH2	Interna	600	Septiembre 2014-septiembre 2015
MOVIPEM	Diseño y fabricación de pila PEM de baja potencia con placas bipolares recubiertas para aplicaciones móviles	CNH2	Interna	24.711	Noviembre 2014-noviembre 2017
d) Proyectos bajo contrato					
Microrred-Biogas Fuel Cell	Investigación sobre la gestión de microrredes aplicadas a edificios con generación renovable, basada en el hidrógeno como sistema de almacenamiento Energético	CNH2	FICYT (FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO EN ASTURIAS DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA Y LA TECNOLOGÍA)	12.591	Septiembre 2014-sepiembre 2015

3. RESUMEN DE SERVICIOS REALIZADOS A TERCER

Nombre	Objetivo	Entidades participantes	Entidad Financiadora	Financiación Recibida	Duración
Servicio para Biogas Fuel Cell	Asesoramiento para el diseño de detalle, selección de proveedores y apoyo en la puesta en marcha y testaje d ela instalación del de almacenamiento energético basada en hidrógeno en las nuevas instalaciones de Biogas Fuel Cell en Gijón.	CNH2	Biogas Fuel Cell	12.000	Septiembre 2013-septiembre 2014
Banco de Ensayos para la Universidad de Huelva	Desarrollo y construcción de una bancada para el testeo de 4 stacks de pila de combustible PEM	CNH2	Universidad de Huelva	6.650	Septiembre 2013-mayo 2014
Servicio para G-Advisory	Asesoramiento para el dimensionamiento de un sistema de almacenamiento mediante hidrógeno para el abastecimiento en isla con el fin de cubrir diferencias entre consumo y generación fotovolaica en base las curvas de carga proporcionadas por G-Advisory (curvas de carga mensuales con perfil horario)	CNH2	G-Advisory	1.452	Mayo 2014
Servicio para Zigor Research & Development	Estudio de clasificación de zonas de atmósferas explosivas para instalación de baterías REDOX	CNH2	Zigor Research & Development	1.375	Pendiente de aceptación
Servicio para IDI EUREKA	Asesoría para la búsqueda de soluciones para la empresa SOLVIN, S.A. Propuesta de conversión en hidrógeno de electricidad excedente en la planta para su almacenaje o uso interno y aprovechamiento de otros productos. Análisis de costes y viabilidad.	CNH2	IDI EUREKA	5.808	Pendiente de aceptación

(*) En rojo servicios ofertados pendientes de aceptación

4. DOCUMENTOS DE APOYO A LA ELABORACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO.

1. El Plan Director de I+D 2011-2014.
2. Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Educación y Ciencia y la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha para la creación del consorcio para el diseño, construcción, equipamiento y explotación del Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible, de fecha 21 de diciembre de 2007.
3. Acuerdo para la modificación del Convenio de Colaboración, de fecha 29 de noviembre de 2013.
4. Adenda al Convenio de Colaboración para la selección de proyectos relacionados con Infraestructuras Científicas y técnicas Singulares cofinanciadas con el FEDER del Programa Operativo Fondo Tecnológico, de fecha 30 de diciembre de 2013.
5. Proyecto Científico Técnico del CNH2, de fecha 8 de mayo de 2009.
6. Manual de Organización y Funcionamiento.
7. "Hidrógeno y Pilas de Combustible. Reflejo del sector en España 2012". Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible.
8. "I+D+i en H_2. Acciones Prioritarias". Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible, 2012.
9. "Expectativas de creación de empleo en hidrógeno y pilas de combustible en España". Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible. Noviembre 2013.
10. Presentación del Documento 3 en la VI Asamblea General de la PTE HPC. CDTI. Madrid. 28 de noviembre de 2013 por D. Antonio González García-Conde. Presidente de la PTE HPC (INTA)
11. "Anuario Económico de España 2013", La Caixa.

5. COMUNICACIONES CIENTÍFICAS DEL CNH2

Se detallan a continuación las participaciones en Congresos y los artículos y capítulos de libros publicados por el CNH2 en los últimos cuatro años (2011-2014):

- Participación en Congresos:

- "Location of hydrogen refuelling stations: an equilibrium approach". C. Fúnez. Energy and Environment Knowledge Week (E2KW 2014). Toledo (España), Octubre 2014.
- "Characterization of different separators for alkaline water electrolysis: On the electrochemical determination of ionic conductivity on microporous diaphragms". J. Rodríguez y M. Sánchez. 10th European Symposium on Electrochemical Engineering (ESEE 2014). Cerdeña (Italia), Octubre 2014.
- "Laboratorio de Electrolisis Alcalina del Centro Nacional del Hidrógeno. Una instalación al servicio de la comunidad Científico-Tecnológica e Industrial". E. Amores y M. Sánchez. Congreso Iberoamericano de Hidrógeno y Pilas de Combustible (IBERCONAPPICE 2014). Barcelona (España), Octubre 2014.
- "Actividades de normalización en tecnologías de pilas de combustible en España". D. Esteban. Congreso Iberoamericano de Hidrógeno y Pilas de Combustible (IBERCONAPPICE 2014). Barcelona (España), Octubre 2014.
- "Modelado Fluidodinámico de los canales de una placa bipolar de una celda de electrólisis PEM". E. Amores. Congreso Iberoamericano de Hidrógeno y Pilas de Combustible (IBERCONAPPICE 2014). Barcelona (España), Octubre 2014.
- "CFD Modeling for Hydrogen Energy Technologies". E. Amores. Iberian COMSOL Multiphysic Conference. Málaga (España), Mayo 2014.
- "Model Predictive control based current source converter for minimizing degradation aspects in fuel cell applications". F. García. 11th International Conference on Modeling and Simulation of Electric Machines, Converters and Systemas (ElectrIMACS 2014). Valencia (España), Mayo 2014.
- "Model Predictive control based inverters for energy storage integration in renewable energy microgrids". F. García, D. Hidalgo, C. Merino. 11th International Conference on Modeling and Simulation of Electric Mchines, Converters and Systemas (ElectrIMACS 2014). Valencia (España), Mayo 2014.
- "An optimization approach for evaluating subsidies in the initial location of hydrogen refueling stations". C. Fúnez. European Hydrogen Energy Conference 2014 (EHEC 2014). Sevilla (España), Marzo 2014.
- "High performance microtubular Solid Oxide Fuel Cells for portable applications". R. Campana. European Hydrogen Energy Conference 2014 (EHEC 2014). Sevilla (España), Marzo 2014.
- "Analysis of the general public and stakeholder awareness and acceptance on hydrogen technologies". C. García. European Hydrogen Energy Conference 2014 (EHEC 2014). Sevilla (España), Marzo 2014.
- "Open source control in PEM fuel cells". C. Merino. European Hydrogen Energy Conference 2014 (EHEC 2014). Sevilla (España), Marzo 2014.
- "Smartgrid control with hydrogen energy storage". C. Merino. Smart City Expo World Congress 2013. Barcelona (España), Noviembre 2013
- "Influence of the design of liquid-gas separators in the operation of an alkaline water electrolysis system for hydrogen production: evaluation and optimization". M. Sánchez, D. Hidalgo, R. Quintana, F. Saiz. 2nd ADEL International Workshop. Córcega (Francia), Mayo 2013.
- "Estudio preliminar y ejecución de la adecuación de un laboratorio para trabajar con hidrógeno". B. Nieto, G. Manjavacas, C. Merino, R. Quintana. CONAPPICE 2012, Madrid (España), Noviembre 2012.
- "Comparison between turbulent and laminar bubbly-flow for modeling H2/H2O separation". E. Amores, J. Rodríguez. COMSOL Conference Europe 2012. Milán (Italia), Octubre 2012.
- "Caracterización Electroquímica de un dispositivo de producción de hidrógeno mediante electrólisis alcalina: influencia de la membrana". A. López, J. Rodríguez. CONAPPICE 2012, Madrid (España), Noviembre 2012.

- "Hydrogen – A competitive energy storage medium to enable the large integration of Renewable Energies. Centro Nacional del Hidrógeno". M. Montes. IPHE 2012. Sevilla (España), Noviembre 2012.
- "Technical-Economic Study Wind Farm with a Hydrogen Storage System in the Range of MWs". 4th International Seminar Advances in Hydrogen Energy Technologies: Oportunities and Challenges in a Hydrogen Economy. Viana do Castelo (Portugal), Noviembre 2011.
- "Study of an Alkaline Electrolyzer Powered by Renewable Energy". E. Amores Vera, J. Rodríguez Ruiz, C. Merino Rodríguez, P. García Escribano. COMSOL Conference 2011, Stuttgart (Alemania), Octubre 2011.
- "Assessment of Hydrogen as Sustainable Clean Energy". C. Fúnez, M. Montes, C. Clemente-Jul. 12th International Conference on Environmental Science and Technology. Rodas (Grecia), Septiembre 2011.
- "Analysis of the Behaviour of a Simulated Off-grid System Fed by Renewable Energy and Hydrogen". R. Ben – Mohatar, J.J. Pérez – Delgado, G.M. Rodado, B. Ruíz, M. Sánchez – Molina. Hyceltec 2011, Zaragoza (España), Junio 2011.
- "IEA-HIA Task 24 Wind Energy and Hydrogen Integration. Sub-Task D. Applications. Emphasis on wind energy management". I. Aso. Hyceltec 2011, Zaragoza (España), Junio 2011.
- "Anode Supported Microtubular Solid Oxide Fuel Cells running on Methane". R. Campana. Hyceltec 2011, Zaragoza (España), Junio 2011.
- "Experimentation of a system based on hydrogen and renewable energy to supply energy to an off-grid installation". R. Ben – Mohatar, J.J. Pérez – Delgado, G.M. Rodado, B. Ruíz, M. Sánchez – Molina. Hyceltec 2011, Zaragoza (España), Junio 2011.
- "Actividad y estructura de fotocatalizadores basados en soluciones sólidas de ZnS (Zn1-xMxS, M=In, Ag, Cu) para la disociación de agua bajo luz visible". R.M. Navarro Yerga, C.T. Garrido – Cecal, S.M. Al-Zahrani, J.L.G. Fierro. Secat 2011, Zaragoza (España), Junio-Julio 2011.
- "Unitized Regenerative Polymeric Fuel Cell Modeling". C. Fúnez, M. Montes, C. Clemente-Jul. 7th ANQUE's International Congress, Oviedo (España) Junio 2010.
- "El Futuro de los Sistemas de Hidrógeno y Pilas de Combustible". G. Alcalde, C. Fúnez, G. Manjavacas, J.J. Martín, B. Nieto, F. Romero – Nieva, M. Sánchez, G. Urbano. I Congreso Eficiencia Energética Eléctrica e3+, Madrid (España), Octubre 2010.

- Artículos en revistas:

- E. Amores y M. Sánchez. "Producción de hidrógeno mediante electrólisis alcalina del agua para el almacenamiento de la energía solar fotovoltaica", *Era Solar*, 181 (Julio/Agosto), 28-38, 2014.
- E. Amores y J. Rodríguez. "Influence of operation parameters in the modeling of alkaline water electrolyzer for hydrogen production", *International Journal of Hydrogen Energy*, 39 (25), 13063-13078, 2014.
- C. Merino. "Hydrogen Storage for Smart Grids". *Energética Internacional*, 4 (marzo), 75, 2014.
- M. Sánchez. "Desarrollo de sistemas de producción de hidrógeno energético por generación alcalina (DESPHEGA)". *Energética Internacional,* 136 (octubre), 26-27, 2013.
- D. Esteban. "Los electrolizadores como equipo clave en el futuro de la energía". *Energética XXI*, 133 (junio), 75, 2013.
- M. Montes. "A Hydrogen Research Infraestructure. Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible. Public Service". *Review: European Union* – Issue 23, Marzo 2012.

- Capítulos de libros:

- E. Amores Vera, J. Rodríguez Ruiz, C. Merino Rodríguez, P. García Escribano "Study of an Alkaline Electrolyzer Powered by Renewable Energy". Libro de resúmenes COMSOL Conference 2011. ISBN 978-0-9839688-2-5 (2011).
- "Comparación entre las dos tecnologías líderes en el almacenamiento de energía en vehículos eléctricos: Baterías y Pilas de Combustible". C. Fúnez, F. García, I. Gabriel. *DYNA, Ingeniería e Industria*, 87 (noviembre), 663 – 678, 2012.

6. TABLAS

		Página
Tabla 1.	Análisis DAFO del CNH2	30
Tabla 2.	Previsión de ingresos y gastos para el periodo de vigencia del PE	53
Tabla 3.	Previsión del estado de Flujos de Efectivo para el periodo de vigencia del PE	54
Tabla 4.	Hitos temporales para las actuaciones generales	55
Tabla 5.	Hitos temporales para los proyectos en ejecución	56
Tabla 6.	Hitos temporales para otras actuaciones específicas	57
Tabla 7.	Indicadores para el seguimiento del Plan Estratégico	59

7. FIGURAS

		Página
Figura 1.	Organigrama actual del Centro	9
Figura 2.	Distribución de la plantilla del CNH2 por sexos	13
Figura 3.	Distribución de la plantilla del CNH2 en función de su formación	13
Figura 4.	Ubicación del CNH2	15
Figura 5.	Efecto neto en el empleo para España en los tres escenarios de importación/exportación (PTEHPC, 2011)	26

8. LABORATORIOS CNH2 DICIEMBRE 2015

LABORATORIO	UBICACIÓN	SITUACIÓN
Laboratorio de Electrolisis Alcalina	Edificio Actual	Ampliación
Laboratorio de Investigación y escalado de tecnología PEM	Edificio Actual	Ampliación
Laboratorio de Electrónica de potencia	Edificio Actual	Ampliación
Laboratorio de Microrredes	Edificio Actual	Ampliación
Laboratorio de Simulación	Edificio Actual	Ampliación
Laboratorio de Cultura Científica	Edificio Actual	Ampliación
Laboratorio Materiales	Edificio Actual	Nueva Creación
Laboratorio Óxidos Sólidos	Edificio Actual	Nueva Creación
Laboratorio Fabricación (Fab-Lab)	Edificio Actual	Nueva Creación
Laboratorio de Almacenamiento	Nuevo Edificio	Nueva Creación
Laboratorio de Testeo de Tecnología PEM	Nuevo Edificio	Nueva Creación
Laboratorio de Vehículos e Hidrogeneras	Nuevo Edificio	Nueva Creación

El CNH2 posee en propiedad el original de este documento. Las copias que de este documento se suministren, tienen carácter confidencial y no podrán ser utilizadas para fines diferentes a aquellos para los cuales son facilitadas, ni tampoco podrán ser reproducidas sin la autorización por escrito del CNH2.

Cualquier persona, aparte de las autorizadas, que encuentre este documento, deberá enviarlo en sobre cerrado a: Prolongación Fernando El Santo, s/n, 13500 Puertollano (Ciudad Real).

Centro Nacional del Hidrógeno

CENTRO NACIONAL DE EXPERIMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE

www.cnh2.es

www.cnh2.es

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD
Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"
Castilla-La Mancha