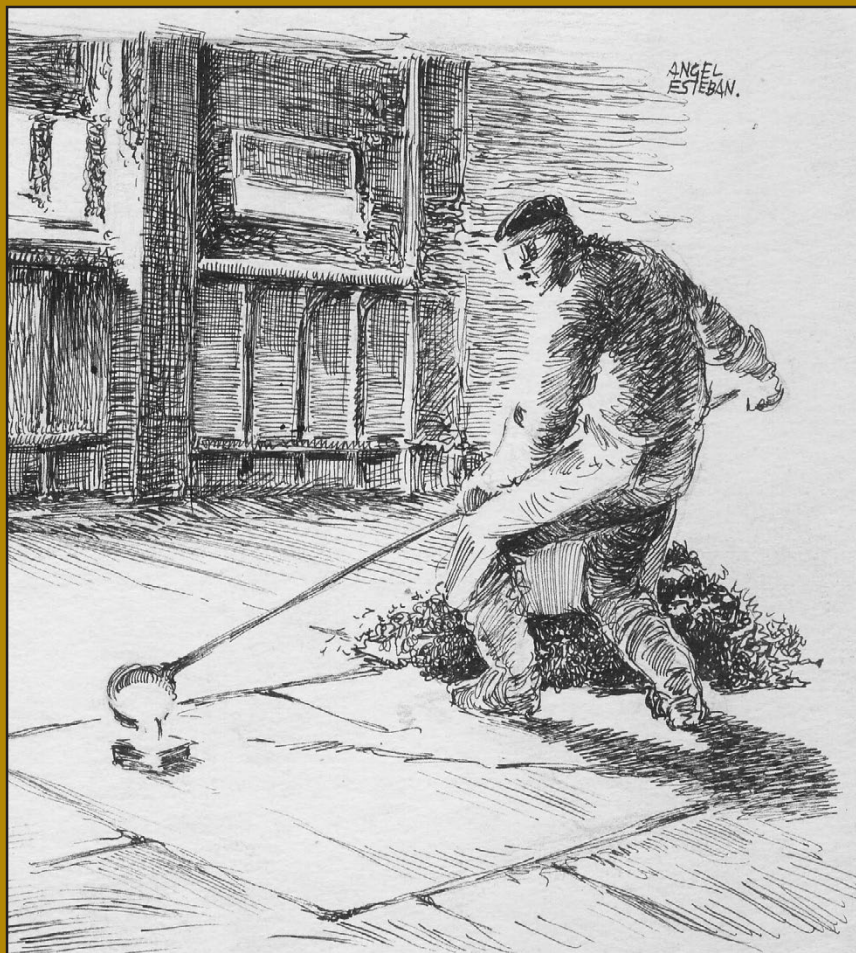


# SESENTA AÑOS DE INVESTIGACIÓN METALÚRGICA EN EL CSIC



MARIANO CRESPO GARCÍA  
NARCISO GARCÍA MORÁIS  
PRUDENCIO MATEO NIETO

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



SESENTA AÑOS  
DE INVESTIGACIÓN METALÚRGICA  
EN EL CSIC





Mariano Crespo García  
Narciso García Moráis  
Prudencio Mateo Nieto

SESENTA AÑOS  
DE INVESTIGACIÓN METALÚRGICA  
EN EL CSIC

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

MADRID, 2009

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por medio ya sea electrónico, químico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial.

Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, sólo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

*Catálogo general de publicaciones oficiales:*

*<http://www.060.es>*



© CSIC

© Mariano Crespo García, Narciso García Moráis y Prudencio Mateo Nieto

Ilustración de cubierta: Ángel Esteban

NIPO: 472-09-109-9

ISBN: 978-84-00-08930-6

Depósito Legal: M-51707 - 2009

Impreso en: Solana e hijos, A.G.

Impreso en España. *Printed in Spain*

En esta edición se ha utilizado papel ecológico sometido a un proceso de blanqueado ECF, cuya fibra procede de bosques gestionados de forma sostenible.

## ÍNDICE

Presentación .....	9
La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el Patronato Juan de la Cierva .....	11
El Instituto de la Soldadura .....	19
El Instituto del Hierro y del Acero .....	45
El Instituto de Metales no Férreos .....	77
El Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas .....	91
La evolución de la investigación en el CENIM .....	187
Proyectos de investigación .....	243
Tesis doctorales .....	291
Patentes .....	317
Asistencia técnica .....	329
Información económica .....	357

### ANEXOS

Directores .....	369
Asambleas .....	393
Relación alfabética de los funcionarios de los Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero, de Metales no Férreos y del CENIM .....	473
El final de la historia .....	483



## PRESENTACIÓN

Un día, a los pocos de haber asumido la responsabilidad de dirigir el CENIM, D. Manuel Morcillo se puso en contacto con tres antiguos funcionarios, ya jubilados, que habían dedicado casi todos los años de su vida laboral al Instituto del Hierro y del Acero primero y al CENIM después. Les indicó que había pensado si habría alguien que, en aquellos momentos, cuando habían transcurrido más de cincuenta años desde que se fundara el primero de los Institutos que más tarde darían lugar a la creación del CENIM, tuviera ganas de embarcarse en la aventura de dedicar algún tiempo a contar las vicisitudes de que había sido testigo en relación con la vida de aquellos Institutos. Ingenuamente, aquellos tres jubilados aceptaron, con gran entusiasmo y total desinterés, la oferta del Dr. Morcillo y se pusieron a desenterrar papeles. La labor resultó apasionante, les permitió recordar muchas de las situaciones en las que se habían visto envueltos, les permitió recordar a muchos compañeros, amigos que se habían quedado en el camino y con los que habían convivido...

Pero la labor no resultó fácil. A pesar de su entusiasmo por la propuesta, a sus años, que ya iban siendo muchos, se unían las «goteras», tanto las suyas propias como las de sus familiares, que les impedían dedicar el tiempo necesario a lo que se había convertido casi en una obligación.

Es creencia generalizada que a los jubilados les sobra el tiempo, pero la realidad es otra. Cuando no hay que visitar al médico, lo cual a su edad es bastante frecuente, hay que cuidar de los nietos o atender cualquier otro asunto, porque «como tú tienes tiempo...».

Para llevar a cabo la misión propuesta, la Dirección del CENIM proporcionó un despacho al Grupo Recuerdos, nombre con el que se bautizó al grupo que asumió la tarea de poner sobre el papel la historia del CENIM.

Los que conocen el CENIM saben de la escasez de espacio para quienes hacen que el Centro funcione. Por ello, el Director hubo de enfrentarse al problema de encontrar para el Grupo un acomodo adecuado que no entorpeciese la labor cotidiana del personal. Sobre todo, teniendo en cuenta que la mayor parte de la labor la llevarían a cabo los integrantes del Grupo en sus propios domicilios y al Centro sólo acudirían una o dos veces por semana. Así, tras mucho buscar, se encontró un despacho que reunía las condiciones adecuadas para el caso. Se consideró adecuado un despacho, en realidad el almacén de Archivos de Dirección. En él, el Grupo ha

convivido con archivos que pertenecen a la Dirección, a Secretaría, a los Vicedirectores... y en el que se almacenan montañas de informes y otros objetos, con lo que el espacio restante es escaso. Eso sí, dispone de aire acondicionado y de teléfono, con lo que con entusiasmo y cariño se puede seguir la tarea de contar la historia del CENIM.

De cualquier modo, se conocen casos de otras obras que han conseguido cierta notoriedad, a pesar de haber sido escritas en lugares «en los que toda incomodidad tiene su asiento».

Además, aparecieron tareas que no se podían considerar como las propias encaminadas al fin previsto, pero que eran de gran importancia. Por ejemplo, la reconstrucción de los archivos de personal, que guardan la documentación del personal jubilado, y que incluyen también la de quienes durante algún período, en cualquier momento, han realizado cualquier trabajo para el CENIM, como son becarios, investigadores invitados, etc., y que pueden solicitar un certificado en el que se dé fe de su relación con los Institutos de los que el CENIM es heredero y con el propio Centro. La documentación recogida en este apartado ocupa 156 cajas archivadoras... que también se encuentran en el despacho denominado Archivo de Dirección

Por ello, la principal dificultad y el reto más importante fue la recopilación de información y la puesta en orden de la misma. Toda esta información recuperada constituirá un archivo que, de ahora en adelante, será conservada para que alguien en el futuro, cuando hayan transcurrido otros sesenta años pueda escarbar en el pasado y, junto con la documentación que se genere en ese tiempo, pueda poner al día la historia del CENIM.

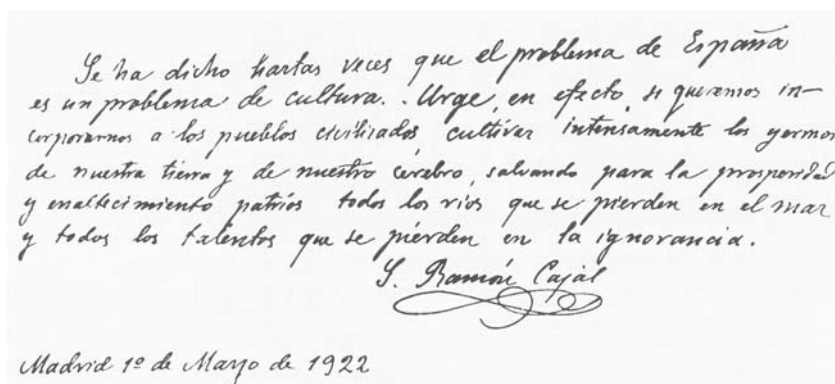
Según algunos, una mudanza equivale a un incendio. El hecho de que para ocupar los edificios de la Ciudad Universitaria fuesen precisas tres mudanzas fue causa de que en los traslados se perdiera gran cantidad de documentos, o al menos así se piensa, ya que se han encontrado muchas lagunas. Por ejemplo, de dos directores que desempeñaron este cargo en el Instituto de la Soldadura, los Sres. Páramo y Bustelo, sólo se han encontrado sus nombres y tan escasas referencias a su paso por tan importante puesto que fue imposible hacerse con una fotografía o con una biografía que ocupase más allá de cuatro líneas.

A pesar de estas lagunas, la cantidad de información disponible es enorme, por lo que se ha entresacado lo que se ha considerado más interesante y que proporciona una idea general de los avatares vividos por el CENIM y por sus antecesores.

Con toda seguridad esta historia traerá muchos recuerdos, unos gratos, otros tristes, a muchos antiguos funcionarios, sobre todo a los que iniciaron su vida laboral, siendo aún muy jóvenes, en aquellos difíciles años de la creación de los Institutos de la Soldadura y del Hierro y del Acero, todos ellos jubilados y muchos de ellos desaparecidos. Para todos ellos, el más emocionado y nostálgico recuerdo del Grupo.

LA JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS  
E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
EL CONSEJO SUPERIOR DE  
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
EL PATRONATO JUAN DE LA CIERVA

Durante mucho tiempo ha sido creencia generalizada en España que nuestro país nunca había sido nación ocupada en el quehacer científico. Según esta creencia, la aportación española a los conocimientos científicos había sido más bien escasa. Incluso una frase pronunciada por uno de nuestros más ilustres y controvertidos pensadores, como lo fue el gran D. Miguel de Unamuno, su célebre «Que inventen ellos», ayudó poco a cambiar aquella opinión.



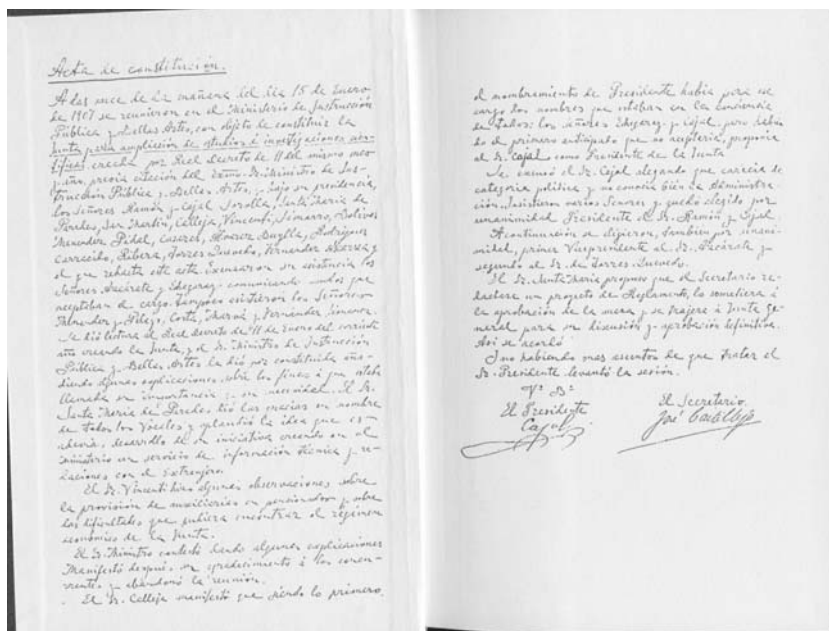
Facsimile de una frase de D. Santiago Ramón y Cajal.

No obstante, la realidad es que en algún momento, España sí realizó esfuerzos para ponerse al paso de las más adelantadas naciones en el camino del avance científico de la Humanidad.

Es cierto que siempre hubo pioneros que, con su esfuerzo personal, lograron avances importantes en algunos campos de las ciencias, pero siempre estos hombres trabajaron solos y sólo su entusiasmo les permitió apor-

tar el fruto de sus esfuerzos al acervo común del saber universal. Ejemplos no faltan: Miguel Servet, el médico aragonés que estudió y describió por primera vez el sistema circulatorio pulmonar, el naturalista y botánico José Celestino Mutis, o más expresamente en el campo de la Metalurgia, Alonso Barba, con su *Arte de los Metales*, y los hermanos Elhuyar, descubridores de un método para aislar el tungsteno y grandes expertos en ciencias tan importantes como la Química, la Geología, la Mineralogía...

Sin embargo, para que en España comenzase el trabajo científico institucionalizado hubo que esperar al comienzo del siglo XX, con la creación en 1907, por el Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, D. Amalio Gimeno, de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE).



Acta de Constitución de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.

Por un Real Decreto de 11 de enero de 1907, se creaba dicha Junta. A la reunión celebrada para la constitución de la misma asistieron, presididos por el Ministro de Instrucción Pública, los Sres. Ramón y Cajal, Sorolla, Santa María de Paredes, San Martín, Calleja, Vincenti, Simarro, Bolívar, Menéndez Pidal, Casares, Álvarez Buylla, Rodríguez Carracido, Ribera, Torres Quevedo, Fernández Alcaraz y Castillejo; es decir, las personalidades más destacadas de la vida intelectual española y cuyos nombres son aún hoy recordados con respec-



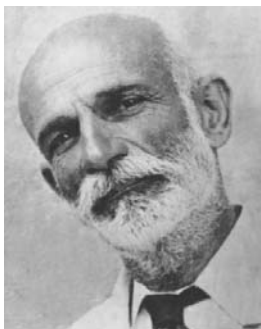
D. Santiago Ramón y Cajal.



to y la labor que desarrollaron, admirada y reconocida.

Para presidir la nueva institución se nombró a una de las cumbres de la ciencia española, D. Santiago Ramón y Cajal, que ocupó este puesto hasta su fallecimiento en 1934.

D. Santiago Ramón y Cajal contó con la colaboración, en calidad de Secretario, de D. José Castillejo Duarte, personalidad destacada en nuestro país en el campo de la educación, fundador del Instituto -Escuela y colaborador en la creación de otras instituciones del mismo género, todas ellas vinculadas a la Institución Libre de Enseñanza.



D. Francisco Giner de los Ríos.

Como Vicepresidentes, 1º y 2º, fueron elegidos los Sres. Azcárate y Torres Quevedo, respectivamente.

La creación de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas estuvo inspirada, en gran medida, en las ideas de la Institución Libre de Enseñanza, que había sido fundada en Madrid, en el siglo anterior, concretamente en 1876, por D. Francisco Giner de los Ríos, discípulo de D. Julián Sanz del Río, introductor en España de las ideas del filósofo alemán K. Ch. F. Krause. Para la creación de la Institución Libre de Enseñanza, Giner de los Ríos contó con la inestimable colaboración de D. Manuel Bartolomé Cossío.

Esta Institución se proclamaba ajena a cualquier confesión religiosa o ideología política y partidaria de la libertad de cátedra, de la inviolabilidad de la ciencia y del respeto a la conciencia individual.

En la misma filosofía que inspiró la creación de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas se inspiraron también otras instituciones alentadas por la Institución Libre de Enseñanza y que tuvieron gran importancia en la aparición en toda España, sobre todo entre determinados círculos, de un nuevo ambiente inclinado a la preocupación por el conocimiento y el estudio. Entre estas instituciones dedicadas a la investigación, surgidas en toda España, hay que mencionar el Centro de Estudios Históricos, creado en Madrid en 1910, que estuvo dirigido por D.



D. José Castillejo Duarte.



D. Manuel Bartolomé Cossío.



Residencia de Estudiantes, centro creado al amparo de la JAE.

Ramón Menéndez Pidal y que agrupó las hoy denominadas Ciencias Sociales y Humanidades. También en 1910 se creó el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, que estuvo dirigido por D. Santiago Ramón y Cajal, que contó con la colaboración del eminente físico y matemático canario D. Blas Cabrera y Felipe, y de cuyo Laboratorio de Investigaciones Físicas surgió el Instituto Nacional de Física y Química, al que, para su creación, en 1923, la Fundación Rockefeller aportó 420.000 dólares americanos. El Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales agrupó a instituciones ya existentes, como el Museo Nacional de Ciencias Naturales, el Museo Antropológico, el Jardín Botánico o la Estación Biológica de Santander. Asimismo, contó con diferentes laboratorios, como el de Investigaciones Biológicas, que en 1920 se convertiría en el Instituto Cajal, la Estación Alpina de Biología del Guadarrama, la

Misión Biológica de Galicia, la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, el Seminario de Matemáticas y los Laboratorios de Química, Fisiología, Bacteriología, etc. de la Residencia. La Presidencia del Instituto de Investigaciones Biológicas le fue encomendada a D. Santiago Ramón y Cajal. También se crearon varios centros de docencia, entre los que cabe destacar el Instituto-Escuela, la Fundación Giner de los Ríos y la Residencia de Estudiantes, todos ellos estrechamente vinculados a la Institución Libre de Enseñanza.

Además de los citados, tuvieron una gran participación en el desarrollo de la JAE personalidades bien conocidas de la ciencia y la cultura e incluso de la política españolas, como Juan Negrín, Pío del Río-Hortega, Severo Ochoa, Julio Rey Pastor, Américo Castro, Blas Cabrera, Leonardo Torres-Quevedo, Ramón Menéndez Pidal, María de Maeztu, Samuel Gili Gaya..., muchos de los cuales al terminar la Guerra Civil hubieron de optar por el exilio.

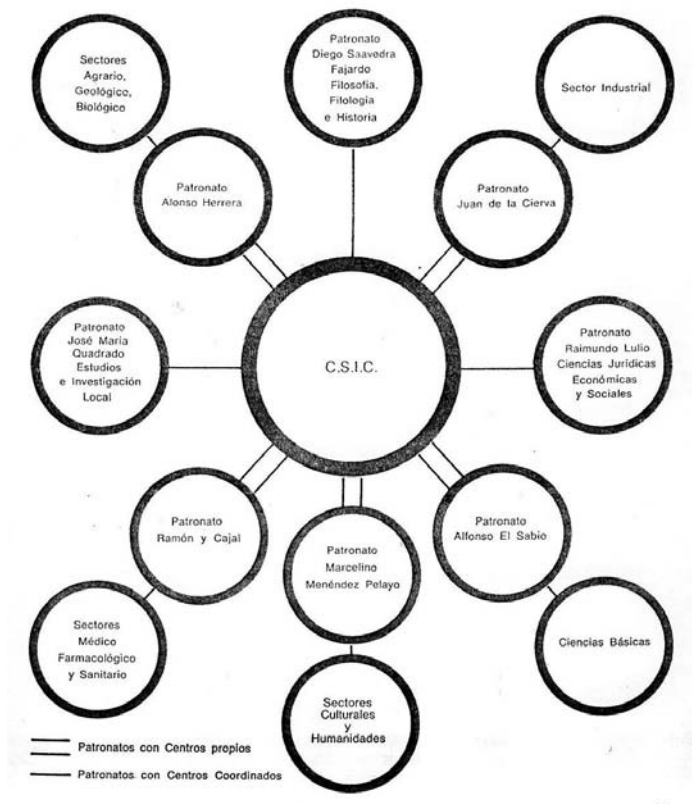
De todos es conocida la importancia que en la memoria de un considerable número de españoles tiene la Residencia de Estudiantes, que hacia los años 20 y 30 del pasado siglo acogió a lo más granado de las Artes, las Letras y la Ciencia española y aun hispanoamericana. En ella, como es bien sabido, pasaron algún tiempo personajes tan singulares en el mundo de las Artes como Antonio Machado, Salvador Dalí, Federico García Lorca, Luis Buñuel, Eugeni D'Ors, Rafael Alberti o Pablo Neruda, científicos como Ramón y Cajal, historiadores como Menéndez Pidal, etc.

Su influencia en la sociedad española, sobre todo en la Universidad, fue muy importante.

El 19 de mayo de 1938, antes de terminar la Guerra Civil, el Gobierno del General Franco suprimía la JAE, cerraba todos sus centros y laboratorios y confiscaba todos los bienes de la Institución Libre de Enseñanza. En 1978, tras la recuperación de la democracia en nuestro país, todos los bienes confiscados fueron devueltos a la Fundación Francisco Giner de los Ríos.



Sede del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en la calle de Serrano, de Madrid.



El Consejo Superior de Investigaciones Científicas y sus Patronatos.

En 1939, las nuevas autoridades entendieron que era necesario continuar la labor emprendida anteriormente por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Para ello, se creó el Consejo Superior de Investigaciones Científicas que asumió las funciones de la Junta, así como las que había tenido asignadas la Fundación Nacional para la Investigación Científica, creada en 1931 por la II República.

El nuevo organismo renunciaba a los principios que habían inspirado la creación de la JAE y, según la Ley Fundacional, el CSIC manifestaba su «voluntad de renovar su gloriosa tradición científica» y para llevar a cabo su misión asentaría su labor en la «restauración de la clásica y cristiana unidad de las ciencias destruida en el siglo XVIII». Al mismo tiempo, se vinculaba claramente con la nueva situación política.

En la Ley que creaba el CSIC, promulgada el 24 de noviembre de 1939, se establecía que «todos los centros dependientes de la disuelta Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, de la Fundación de Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas y los creados por el Instituto de España, pasarán a depender del Consejo Superior de Investigaciones Científicas».



D. José Ibáñez Martín.



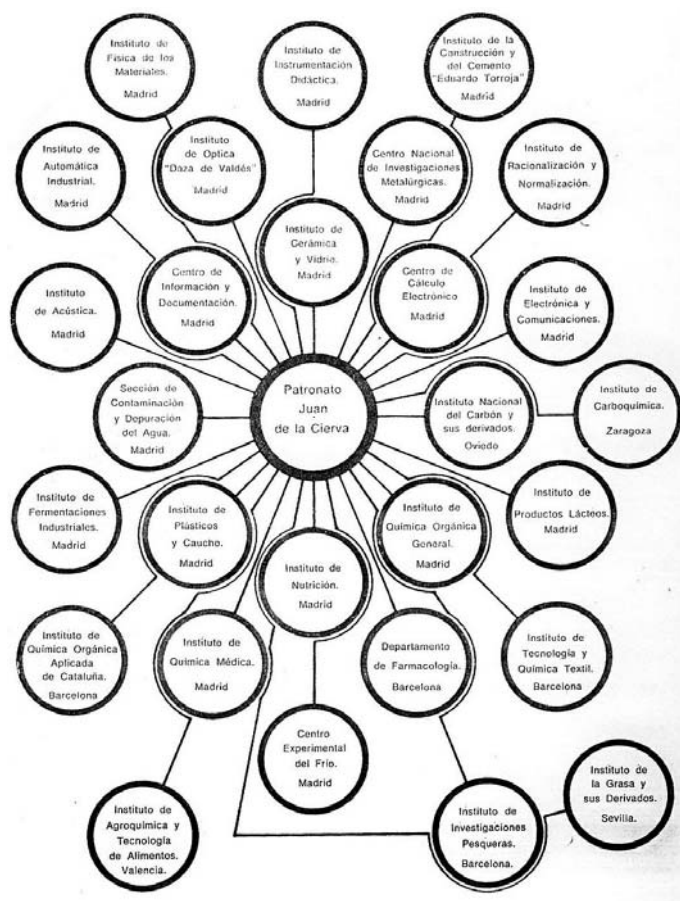
D. José María Albareda.

Para presidir el recién creado Consejo, se nombró al Ministro de Educación, D. José Ibáñez Martín. De la Secretaría General, que en realidad sería la que se encargaría de configurar y gestionar el Consejo, se hizo cargo el sacerdote D. José María Albareda, farmacéutico y químico,

miembro del Opus Dei y Catedrático en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Madrid.

Según la citada Ley, el Consejo tendría como fin impulsar la investigación y la producción científicas y «formar un profesorado rector del pensamiento humano». Para ello, se creó una serie de Patronatos que se ocuparían de contribuir a aumentar el conocimiento en prácticamente todos los campos del saber humano y que serían bautizados con el nombre de los más insignes humanistas, científicos y técnicos españoles de todos los tiempos.

- Raimundo Lulio, de Ciencias Teológicas
- Marcelino Menéndez y Pelayo, de Filología y Arte
- Ramón y Cajal, de Medicina y Biología Animal
- Alonso de Herrera, de Biología Vegetal
- Alfonso el Sabio, de Matemáticas, Física y Química
- Juan de la Cierva, de Investigación Técnica
- José M<sup>a</sup> Cuadrado, de Investigaciones Locales y Regionales
- Diego de Saavedra, de Estudios Internacionales.



El Patronato Juan de la Cierva y sus Centros.

Cada uno de estos Patronatos agrupaba varios Institutos, cada uno de los cuales se ocupaba de la parcela del saber que le había sido asignada. Concretamente, en el Patronato Juan de la Cierva de Investigación Científica y Técnica se encontraban encuadrados los Institutos del Hierro y del Acero, de la Soldadura y de Metales no Férreos.

En 1977, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas decidió eliminar el puente que los Patronatos suponían entre él y los Institutos y se hizo cargo de estos directamente, con lo que se eliminaron los Patronatos.

El CSIC constaba en 2006 de 126 Centros e Institutos de los cuales 116 son institutos de investigación (75 propios y 41 mixtos), distribuidos por todo el territorio nacional a excepción de uno con sede en Roma. Además, nueve son Centros de Servicio y uno considerado como Centro Técnico. El CSIC cuenta también con una oficina en Bruselas y Delegaciones en Andalucía, Aragón, Canarias, Castilla-León, Cataluña, Galicia, Madrid, Valencia y en Roma y Bruselas.

En el año 2006, el personal se cifraba en 10.253, de los que el personal funcionario era de 5.016, el laboral temporal ascendía a 3.329, el laboral fijo era de 1.124 y los becarios contaban 794.

Entre las grandes instalaciones científicas y centros singulares que gestiona o participa el CSIC se encuentran la Base Antártica Española Juan Carlos I, el buque oceanográfico *Hespérides*, que pertenece a la Armada Española y tiene su base en Cartagena, Sala Blanca del Centro Nacional de Microelectrónica, Centro Astronómico Calar Alto, Laboratorio Europeo de Radiación Sincrotrón, Instituto Max von Laue-Paul Langevin. En cuanto a los centros singulares son los siguientes: Reserva-Estación Biológica de Doñana (Sevilla), Colecciones de Flora y Fauna del Real Jardín Botánico y del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid), la Casa del Chapiz (Escuela de Estudios Árabes, Granada), Institución Milá i Fontanals (Barcelona), Residencia de Estudiantes (Madrid), el Parque de Rescate de la Fauna Sahariana de la Estación Experimental de Zonas Áridas, la Misión Biológica de Galicia (Pontevedra) y los telescopios de Sierra Nevada (Mohón del Trigo, Granada).



Base española Juan Carlos I en la Antártica.



El buque oceanográfico *Hespérides* perteneciente a la Armada española.

## EL INSTITUTO DE LA SOLDADURA

(1946-1963)

Aun cuando el Patronato Juan de la Cierva creó el Instituto de la Soldadura en el mes de febrero de 1946 y sus primeros colaboradores y funcionarios fueron nombrados durante el mes de marzo siguiente, dicha creación no adquirió carácter oficial hasta la reunión del Consejo Ejecutivo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas celebrada el 11 de julio de 1946. Esta fundación se realizó sólo unos meses antes que la del Instituto del Hierro y del Acero, que tendría lugar el 23 de enero del año siguiente, es decir, siete meses después.

Habían transcurrido menos de dos años desde la terminación de la II Guerra Mundial, que había asolado Europa, y aun cuando no había participado en aquella contienda y había permanecido teóricamente neutral, las consecuencias de la misma habían afectado de forma muy directa a España, a la que aún le dolían las heridas de su propia Guerra Civil. Tras ambas tragedias, España continuaba siendo el mismo país poco desarrollado que había sido siempre a partir de su decadencia, que comenzó con la derrota de la llamada Armada Invencible y se cerró con los sucesos del 98 y la consiguiente pérdida de sus colonias.

La situación en aquellos tristes años cuarenta resultó agravada por la negativa, por parte de las potencias aliadas vencedoras en la mencionada II Guerra Mundial, de toda ayuda material para la reconstrucción. La estructura económica del país era fundamentalmente agrícola y las carencias, de todo tipo; tanto la industria, como las comunicaciones por carretera y por ferrocarril, en general poco desarrolladas con anterioridad, habían quedado casi completamente destruidas durante la Guerra Civil. El material rodante y las infraestructuras ferroviarias habían sufrido grandes destrozos. El parque automovilístico, escaso antes de la guerra y medio destruido después, era casi inexistente. La escasez de combustible planteaba otro gravísimo problema.

Por todas partes, en Madrid, asediado durante toda la contienda y uno de los principales escenarios de la lucha fratricida librada, podían verse edificios destruidos a causa de los bombardeos; las restricciones en el suministro de energía eléctrica cubrían gran parte de las horas del día y de la noche. Incluso en algunas épocas, sólo se disponía de energía tres días a la semana. El consumo de electricidad, tanto para usos domésticos como para usos industriales, quedaba limitado al 50% durante los meses de abril, mayo y junio. Los alimentos de primera necesidad estaban racio-

nados y las materias primas más importantes y precisas para desarrollar cualquier actividad industrial sujetas a cupos que asignaban los Ministerios correspondientes y los Sindicatos. La producción agrícola se había reducido a las cifras de algunos años atrás, con lo que el hambre se había extendido entre una gran parte de la población. El número de desplazados alcanzó cifras muy elevadas y, entre tanto, el mercado negro se aprovechaba de la situación. En este contexto europeo y español nació el Instituto de la Soldadura.

Ya en 1945 se había tratado de crear un Instituto de Pirometalurgia con fines similares a los que posteriormente serían asignados al Instituto de la Soldadura. En un escrito fechado el 21 de octubre de 1946, dirigido al recién creado Instituto, el Secretario General Técnico del entonces denominado Ministerio de Industria y Comercio aludía a una resolución de la Secretaría General Técnica de dicho Ministerio fechada el 7 de septiembre de 1945 en la que se decía lo siguiente: «Todos los fabricantes de este gas [oxígeno], sin excepción alguna, deberán destinar 0,04 (cuatro céntimos) por m<sup>3</sup> vendido para la creación del Instituto de Pirometalurgia, que bajo la iniciativa y patronaje (sic) de la industria de la soldadura de metales (fabricantes de oxígeno, carburo, electrodos y aparatos para la soldadura oxiacetilénica, oxihídrica y eléctrica) y de un representante de este Ministerio, otro sindical y otro por las Escuelas Especiales de Ingenieros Industriales, está en proyecto».

Con el fin de aclarar la situación con respecto a la existencia de este Instituto de Pirometalurgia, en la reunión del Consejo de Administración del Instituto de la Soldadura, celebrada el día 9 de diciembre del mismo año 1946, el que en dicha reunión fuera nombrado Presidente, D. José Rubí y Rubí, Ingeniero Naval, informó del envío de dos comunicaciones al Presidente del Patronato Juan de la Cierva. En la primera de ellas, se le pedía que gestionase ante el Ministro de Industria y Comercio que para lo sucesivo se entendiese que el Instituto de Pirometalurgia a que se aludía en el mencionado escrito de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Industria y Comercio era el Instituto de la Soldadura, dependiente del Patronato Juan de la Cierva. Asimismo, se solicitaba que las aportaciones económicas efectuadas hasta la fecha por los fabricantes se hicieran efectivas con la mayor brevedad al Instituto de la Soldadura, para que éste pudiera destinarlas a desarrollar las actividades de investigación que le habían sido asignadas. Por otra parte, también se pedía que, en el futuro, los productores se entendieran directamente con el Instituto de la Soldadura para la entrega de sus aportaciones.

En la segunda de las comunicaciones citadas por el Sr. Rubí y enviadas al Presidente del Patronato Juan de la Cierva, se pedía que los fabricantes



D. José Rubí y Rubí.



de carburo de calcio, electrodos y equipos e instalaciones de soldadura consignaran en sus facturas los recargos destinados a sufragar las actividades de investigación del Instituto. Dichos recargos eran los siguientes:

- Fabricantes de carburo de calcio . . . . . 20 PTA/t
- Fabricantes de electrodos . . . . . 0,01 PTA/pieza vendida
- Fabricantes de equipos e instalaciones . . . . . 1% importe de venta

En contestación a dichas peticiones, la Secretaría General Técnica del Ministerio de Industria y Comercio informó directamente al Instituto de que dicha Secretaría se había dirigido al Sindicato Vertical de Industrias Químicas indicándole que las aportaciones recaudadas por los fabricantes de oxígeno en razón del canon de 0,04 PTA/m<sup>3</sup> vendido, y que, en principio, se destinaba al Instituto de Pirometalurgia, se hiciesen efectivas al Instituto de la Soldadura, del Patronato Juan de la Cierva.

Así, quedaba claro que la creación de aquel Instituto no había prosperado y que tanto su personalidad jurídica como sus actividades habían sido asumidas por el Instituto de la Soldadura.

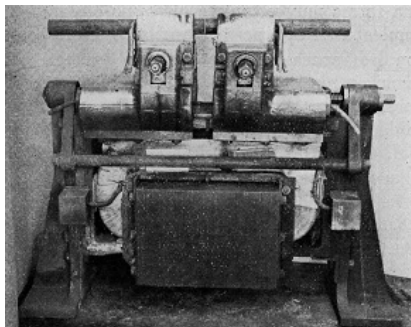
#### PRIMERA REUNIÓN DEL CONSEJO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

La primera reunión del Consejo Técnico Administrativo del Instituto de la Soldadura se celebró el 10 de octubre de 1946 en la Sala de Juntas del Consejo Ordenador de las Construcciones Navales Militares, cuya sede se encontraba en la segunda planta del número 62 de la entonces denominada Avenida del Generalísimo, de Madrid.

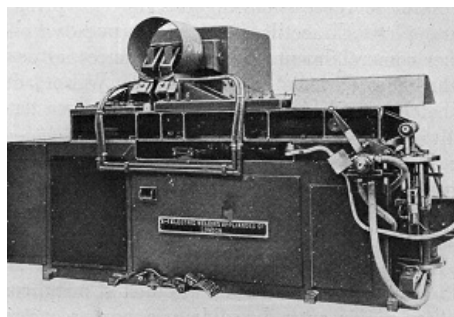
El acto estuvo presidido por el Sr. Rubí, quien, en calidad de Presidente del Consejo del nuevo Instituto, comenzó la sesión dando posesión de sus cargos a los nuevos Consejeros, Sres. Aureo Fernández Ávila, Alberto Vilanova Cuyás, Eduardo Torroja y Miret, Julián Martínez Montero y Francisco Bustelo Vázquez. Como Secretario actuó D. Edmundo Núñez Limón, quien, más adelante, sería el primer funcionario del Instituto de la Soldadura y desempeñaría el cargo de Secretario-Contador del Consejo. De este modo, quedó constituido el órgano rector del nuevo centro investigador, lo que se decidió comunicar al Presidente de la Comisión Permanente del Patronato Juan de la Cierva.

Más adelante, en la reunión del Consejo celebrada el 1º de febrero de 1947, el Presidente señaló que uno de los sectores de la industria del ramo, el dedicado a la construcción de aparatos e instalaciones para soldadura, carecía de representación en el Instituto, por lo que para cubrir esta ausencia proponía que pasase a formar parte del Consejo D. Dictinio Cacharrón Armesto, Ingeniero del ICAI, apoderado de la casa Philips y proyectista y constructor de aparatos para soldadura eléctrica. La propuesta fue aceptada por todos los Consejeros.

Al contrario que en el caso del Instituto del Hierro y del Acero, el Patronato no había nombrado director, por lo que las funciones ejecutivas en el Instituto de la Soldadura las desempeñaba D. José Rubí, Presidente del Consejo Técnico Administrativo.



Antigua máquina de soldar a tope.



Máquina moderna de soldadura por chispa.

Con respecto a este cargo de Director, en la reunión del Consejo del Instituto celebrada el día 13 de noviembre de 1946, el Consejero Sr. Fernández Ávila indicó que, en su opinión, la denominación de Director-Gerente, que se incluía en el Estatuto que se estaba discutiendo y que sería por el que debía regirse el nuevo Instituto, era inadecuada y propuso que se denominase simplemente Director. Asimismo, manifestó que dicho cargo debía estar vinculado al Consejo para que, por delegación de éste, ejerciese las actividades científicas y técnicas del Instituto, pero no para el ejercicio de las actividades administrativas, que, según su opinión, no debían ser de su competencia. Señaló también que, por precepto reglamentario, el nombramiento de Director correspondía al Patronato y no al Consejo del Instituto.

Por su parte, el Consejero Sr. Vilanova señaló que consideraba de gran interés crear rápidamente una biblioteca en la que se dispusiese de las principales revistas extranjeras que tratasen de los problemas de la soldadura, así como de libros sobre esta especialidad.

Asimismo, propuso que se contase con traductores y se tradujesen artículos y cualesquiera otras publicaciones que se considerasen de interés para ponerlas a disposición de aquellos a quienes interesase.

Propuso también que, en el seno del propio Consejo, se creasen ponencias cuyo fin sería estudiar las diferentes actividades que habría de desempeñar el Instituto. A modo de ejemplo, propuso que una de ellas estuviese compuesta por los Sres. Torroja y Martínez, que se dedicaría a estudiar la enseñanza, la organización de cursillos de formación profesional, etc.; otra, compuesta por los Sres. Bustelo y Rubí, que estudiaría todo lo referente a bibliotecas, revistas, traducciones, etc. y, por fin, otra que, integrada por los Sres. Fernández Ávila y Vilanova, estudiaría la organización administrativa y el régimen interno del Instituto.

En cualquier caso, en marzo de 1947 fue nombrado el primer Director del Instituto, nombramiento que recayó en D. Francisco Bustelo Vázquez, Ingeniero de Caminos, Consejero Delegado de la Sociedad Ibérica del Nitrógeno y de Energías e Industrias Eléctricas Aragonesas e Ingenie-

ro Asesor de SNIACE. El Sr. Bustelo permaneció en el cargo hasta el día 4 de marzo de 1950, fecha en la que, hasta 1960, asumió la dirección D. Manuel de Miró Ramonacho.

Asimismo, en la primera reunión del Consejo Técnico Administrativo, celebrada el 1º de octubre de 1946, el Presidente señaló, a grandes rasgos, algunos detalles de las actividades que debía desarrollar el nuevo Instituto y que consideró debían ser las siguientes:

- La investigación científica y técnica aplicada a la industria en todo lo referente a la soldadura y al tratamiento ígneo de los metales, por medio del estudio y del laboratorio.
- La creación y compilación de toda clase de estudios y publicaciones referentes a esta técnica.
- El establecimiento de una serie de normas, con carácter puramente informativo, que sirvan de orientación para la formación técnica del personal en lo que atañe a las actividades peculiares de la soldadura en todos sus aspectos.
- La enseñanza superior para formar ingenieros especializados en soldadura.

Es de suponer que el Sr. Rubí ya hubiese establecido con anterioridad contactos con quienes habían de ocupar los cargos de Consejeros, puesto que en esa misma primera reunión informó de que ya disponía de un Proyecto de Estatuto preparado por el Consejero Sr. Vilanova, a quien agradecía la labor realizada, al tiempo que pedía a los Sres. Consejeros que lo estudiasen para su posterior discusión. Estos Estatutos serían aprobados por la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva en su sesión del 16 de mayo de 1947.

Según se establecía en dichos Estatutos, el Consejo Técnico Administrativo sería el órgano superior del Instituto y contaría con una Gerencia al frente de la cual estaría un Director, que sería nombrado por el citado Consejo, y que asumiría, con plena autoridad y responsabilidad, la organización científica y técnica a desarrollar.

## PRIMERA SEDE DEL INSTITUTO DE SOLDADURA

### **El edificio de Goya, 58**

Desde el momento de su creación, los responsables del Instituto de la Soldadura, al igual que en su momento haría D. Agustín Plana con respecto al Instituto del Hierro y del Acero, consideraron imprescindible disponer de un edificio propio dotado de los laboratorios y talleres adecuados para desarrollar sus actividades.

Teniendo en cuenta que, según indicó el Sr. Rubí, la construcción de un edificio nuevo podía estimarse en unos cinco millones de pesetas, consideraba lo más conveniente consignar anualmente en presupuesto un crédito de doscientas mil pesetas para el pago de intereses y amortización

de dicha suma, y mientras tanto, ante la necesidad de iniciar cuanto antes las tareas del Instituto, podría arrendarse algún local que, reuniendo las condiciones mínimas indispensables, permitiese resolver este problema. A este objeto se habían consignado en presupuesto 80.000 PTA anuales, cifra que se estimaba que por el momento había de ser suficiente para dicho propósito.



Acto de la bendición de los locales del Instituto durante su inauguración.

Inmediatamente se realizaron gestiones con el fin de disponer de unas instalaciones que permitieran al nuevo Instituto comenzar a desarrollar sus actividades. Para ello, se iniciaron conversaciones con los propietarios de un hotel situado en el número 58 de la calle Goya, en Madrid. Este hotel había estado ocupado hasta el momento por una sociedad minera y disponía de algunas instalaciones y material de laboratorio que podrían ser de utilidad para el Instituto. El importe del alquiler ascendía a 4.500 PTA mensuales.

Además, la sociedad que lo ocupaba pedía por la cesión unas 30.000 PTA, pero en aquellos momentos el Instituto sólo disponía de unas 20.000, por lo que el alquiler de esta primera sede hubo de posponerse.

Posteriormente, durante la reunión del Consejo celebrada en enero de 1947, el Presidente, Sr. Rubí, dio cuenta de haber celebrado una reunión con el Secretario General del Patronato Juan de la Cierva, Sr. Lora Tamaño, para tratar el asunto de la elección de sede para el Instituto. En principio, el Sr. Lora encontró acertado que se alquilase el citado inmueble.

Por fin, en el mes de febrero siguiente, una comunicación del Patronato autorizó el alquiler del edificio de la calle Goya, 58 para instalar en él el Instituto de la Soldadura. Sin embargo, la realización de las obras necesarias para la adecuación del edificio a las necesidades del Instituto se condicionó a que previamente fuese nombrado el Director.

En la reunión del Consejo Técnico Administrativo celebrada el día 16 de abril de 1947, el Presidente informó de que el Patronato había aceptado la

propuesta del Instituto y, con fecha 25 de marzo de 1947, como se ha dicho antes, había aprobado el nombramiento de Director del mismo al miembro del Consejo D. Francisco Bustelo Vázquez. De esta forma, el Instituto podía empezar a tomar algunas decisiones para comenzar a trabajar.

El Director, Sr. Bustelo, indicó que para empezar a trabajar podría buscarse la colaboración con otros centros que dispusiesen de los aparatos e instalaciones necesarias. En este sentido, dio cuenta de una visita que, en compañía del colaborador Sr. De Miró, había realizado a los talleres del INTA en Cuatro Vientos y que en tanto el Instituto no dispusiese de los medios adecuados se podría trabajar allí. Es decir, la solución para empezar a trabajar cuanto antes, era la misma que unos meses más tarde habría de tomar el Instituto del Hierro y del Acero.

Con el fin de empezar a actuar cuanto antes, el Consejo tomó la decisión de adquirir el material de investigación y de laboratorio, así como el de oficinas necesario. El Presidente informó de que se habían realizado gestiones con distintos posibles proveedores y presentó las dos ofertas recibidas. Pertenecían a las firmas Fernández Rodríguez y Hnos. y Talleres Royz, de Madrid. Estudiadas ambas, el Consejo decidió por unanimidad aceptar la presentada por Talleres Royz.

Asimismo, se acordó asignar los cometidos que se citan a los siguientes señores:

Presidente

- José Rubí y Rubí, Ingeniero Naval

Director

- Francisco Bustelo Vázquez, Ingeniero de Caminos, Puertos y Canales

Investigación

- Julián Martínez Montero, Ingeniero Soldador del Instituto de París
- Dictinio Cacharrón Armesto, Ingeniero del ICAI, Apoderado de Philips y proyectista-constructor de aparatos de soldadura

Enseñanza

- Áureo Fernández Ávila, Ingeniero Naval. Profesor de la Escuela Especial de Ingenieros Navales
- Eduardo Torroja y Miret, Ingeniero de Caminos, Puertos y Canales y Profesor de su Escuela

Administración (Secretario-Contador)

- Edmundo Núñez Limón, Comandante de Intendencia de la Armada

En el curso de esta reunión, el Presidente pidió al Sr. Bustelo que expusiese ante el Consejo cuáles eran las obras que, a su juicio, debían emprenderse para acondicionar el edificio a las necesidades que se le iban a plantear al Instituto.

En su informe, el Sr. Bustelo indicó que había pedido al arquitecto Sr. Alba un anteproyecto en el que se incluían las obras de habilitación y cubierta de un patio interior con el fin de destinarlo a taller, el acondicio-

namiento del sótano para la Sección de Investigación y Laboratorio, así como una serie de obras de mejora del edificio. El importe previsto para estas obras según el anteproyecto mencionado ascendía a 140.000 PTA.

En el mes de julio de 1947, las oficinas del Instituto estaban prácticamente en condiciones de empezar a prestar servicio, no así los laboratorios ni la zona que había de dedicarse a investigación, ya que el propietario del edificio exigía, para autorizar esas obras, un aumento de la renta de 1.000 PTA mensuales.

En relación con estas obras, también surgieron algunas dificultades con el propietario del edificio contiguo, que presentó una denuncia por no estar conforme con la elevación de la pared medianera que separaba ambas fincas y que, según él, cerraría las vistas, impediría la entrada de luz y dificultaría la ventilación. Asimismo, aducía que consideraba peligrosa la instalación de equipos de soldadura que, por otra parte, estaba prohibida en zonas residenciales.

Todas estas cuestiones fueron la causa de que hubiera de aplazarse el comienzo del que hubiera sido el I Curso de Especialización en Soldadura, para el que ya se habían preparado los programas de las clases tanto teóricas como prácticas y cuyo desarrollo hubiera ocupado los tres meses siguientes.

Para dirigir este Curso había sido designado D. Manuel de Miró Ramonacho, a quien, además de la Sección de Investigación y Laboratorios, se había confiado la Sección de Enseñanza Técnica de la Soldadura.

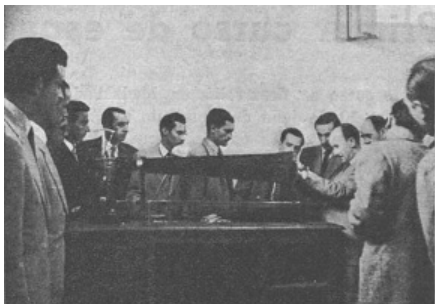


Diversos aspectos de las lecciones prácticas durante el I Curso de Especialización en Soldadura.

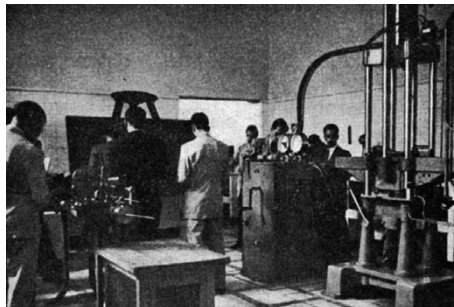
Por fin, el I Curso de Especialización en Soldadura, dirigido a personal técnico, se celebró entre los días 10 de mayo y 10 de julio de 1948 en la Escuela de Ingenieros Industriales. Estuvo dirigido por el Jefe de la Sección de Enseñanza del Instituto, D. Manuel de Miró, con quien colaboraron los profesores de la Escuela de Ingenieros Industriales Sres. Rodríguez Aviar, Pottecher Dubosc, Moral Martínez y el Ingeniero Industrial Sr. Díez.

Los cursos de soldadura se siguieron impartiendo con la misma estructura hasta que en el cuarto de ellos, que se celebró entre los días 20 de marzo y 20 de julio de 1950, se introdujeron importantes modificaciones: por ejemplo, se alargó su duración hasta los tres meses y estuvo dedicado exclusivamente a técnicos de título superior. A este IV Curso asistieron treinta alumnos, entre ingenieros industriales, navales, militares y doctores y licenciados en Ciencias, la mayor parte de ellos pertenecientes a los cuadros directivos de importantes empresas del sector.

Durante los años en que se celebraron los Cursos de Especialización en Soldadura, primero organizados por el Instituto y posteriormente por el CENIM, siempre se dedicó gran atención a esta actividad.



Ensayo en una máquina Chevenard de una probeta obtenida en una prueba del I Curso de Especialización en Soldadura.



Ensayos de probetas obtenidas en las clases prácticas del I Curso de Especialización en Soldadura.

Desde el I Curso, celebrado, como se ha dicho, entre el 1º de mayo y el 1º de junio de 1948, y su 34ª y última edición, celebrada en 1986, ya en el CENIM, los cursos fueron adquiriendo cada vez mayor importancia. El número de asistentes, siempre limitado por cuestión del espacio disponible, cubrió en todos ellos las plazas ofrecidas, que estuvieron ocupadas en su totalidad por los especialistas a quienes estaban dirigidos, unas veces Técnicos Superiores y otras, Técnicos de Grado Medio. Muchos de los alumnos fueron extranjeros, procedentes principalmente de países suramericanos. Posteriormente, algunos cursos y cursillos, tanto de alta especialización como los destinados a Peritos o los de perfeccionamiento de procedimientos, se impartieron en las Delegaciones del Instituto e incluso en empresas.

El último curso organizado por el Instituto, antes de la creación del CENIM, fue el que hacía el número XIX. Comenzó el 5 de noviembre de 1962 y a él asistieron 61 alumnos. Hasta esa fecha habían participado en

los cursos 600 alumnos, distribuidos de la siguiente forma: 192 ingenieros, 67 estudiantes universitarios y 341 peritos industriales o ayudantes de ingenieros en general.



Entrega de diplomas en el XIX Curso de Especialización en Soldadura. El Sr. De Miró entrega el diploma al antiguo Secretario del Instituto de la Soldadura, D. José Luis Flores López.



XIX Curso Superior de Especialización en Soldadura. El Sr. Penche entrega un diploma a uno de los alumnos.



XIX Curso Superior de Especialización en Soldadura. El Sr. Royo en el acto de entrega de los certificados.

La actividad de la Sección de Enseñanza no se acababa con la organización de los cursos de soldadura. El prestigio conseguido y su experiencia en este campo hicieron que en innumerables ocasiones se buscara su asesoramiento para la organización de otros cursos en Escuelas de Peritos Industriales o Cursos de carácter teórico-práctico dirigidos a Maestros Industriales.

Desde mucho tiempo antes, el Instituto de la Soldadura quería conseguir que los cursos que organizaba tuvieran carácter oficial y fueran reconocidos por el Ministerio de Educación Nacional. En noviembre de 1952, las autoridades del Instituto visitaron al Vicepresidente y al Secretario General del Patronato Juan de la Cierva, Sres. Soto Redondo y Lora Tamayo, respectivamente, con el fin de pedirles que realizaran las gestiones oportunas para que los Cursos fueran reconocidos con la concesión de un diploma oficial.

El 9 de diciembre de 1955, cuando ya se habían celebrado doce Cursos, el Ministerio de Educación Nacional promulgó un Decreto por el que



se concedía carácter oficial a los Cursos impartidos por el Instituto. El *Boletín Oficial del Estado* de 2 de enero de 1956 publicó el Decreto de 9 de diciembre de 1955, por el que se regulaban las condiciones para alcanzar el Diploma de Especialización en Soldadura, que otorgaba el Instituto de la Soldadura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El 12 de marzo de 1956, en el Salón de Actos del Instituto, se inauguró el XIV Curso de Alta Especialización en Soldadura, que sería el primero que tendría validez oficial y a cuyo fin se entregaría a los alumnos aprobados el Diploma expedido por el Ministerio de Educación Nacional.

A mediados de 1947, el Instituto disponía ya de Consejo Técnico Administrativo, de sede social, aunque fuese provisional, y de director. Aún le faltaba el último trámite para que su existencia adquiriese carácter oficial: esto es, la aprobación de los Estatutos, hecho que tendría lugar en la reunión de la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva celebrada el 16 de mayo de 1947. De este modo, el Instituto ya estaba en condiciones de ponerse en marcha.

Para ir completando su plantilla, se nombró a D. Manuel de Miró Ramonacho, Ingeniero Industrial e Ingeniero de Soldadura por el Instituto Superior de Soldadura de París, Jefe de la Sección de Investigación y Laboratorios. Asimismo, se nombró a D. Francisco Fernández Agudo, Ingeniero Industrial, que había sido Gestor del nonato Instituto de Piro-metalurgia y Jefe de la Sección de Gases y Carburos del Sindicato Vertical de Industrias Químicas, para desempeñar la jefatura de la Sección de Documentación.

Además, el Director propuso al Consejo otros nuevos nombramientos, como eran un Secretario, que se ocupase de las tareas de régimen interno necesarias para el funcionamiento administrativo y burocrático del Instituto, y un ordenanza.

Estos nombramientos recayeron en D. José Suárez Carrasco, al que se consideró idóneo para el cargo, puesto que ya había actuado en algunas empresas con parecidas misiones y por el hecho de «poseer la especialidad de taquigrafía y conocer idiomas extranjeros». El puesto de ordenanza lo desempeñaría D. Tirso Untoria.

En lo que se refiere al comienzo de sus actividades, el Instituto empezó a colaborar con el de Racionalización del Trabajo, en el que se creó la Comisión Técnica de Soldadura, de la que formaban parte todos los Consejeros del Instituto, a excepción de los Sres. Fernández Ávila y Torroja, que ya estaban integrados en otras comisiones. También se incluyó en dicha Comisión a D. Antonio Villanueva, del Consejo Ordenador de las Construcciones Navales Militares de Cartagena, que estaba especializado en la técnica de la soldadura. En calidad de Secretario de dicha Comisión fue nombrado el Colaborador del Instituto D. Manuel de Miró Ramonacho, Jefe de la Sección de Investigación y Laboratorios.

En otro orden de cosas, en la reunión del Consejo celebrada el día 6 de junio, el Presidente, Sr. Rubí, informó del resultado de las nuevas conversaciones que unos días antes había mantenido con el Secretario del Patronato, Sr. Lora Tamayo, para tratar la cuestión de los terrenos en que

podría edificarse el Instituto. El Sr. Lora le había comunicado que tenía pendiente una entrevista con el arquitecto responsable de las obras en la Ciudad Universitaria para estudiar las condiciones en las que la construcción del edificio del Instituto podría llevarse a cabo.

Añadió el Presidente que, con posterioridad, había recibido un escrito del Patronato en el que se le comunicaba que la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno, en sesión del 2 de junio, había acordado realizar una serie de gestiones ante la Junta Constructora de la Ciudad Universitaria para que se fijase el sector en el que se construirían los Institutos del Patronato Juan de la Cierva, entre los que se encontraba el Instituto de la Soldadura. Asimismo, en el citado escrito se señalaba que en tanto no se consiguiesen dichos terrenos no debía aplazarse el comienzo de la actividad investigadora utilizando cuantas posibilidades pudiesen ofrecer las industrias interesadas del sector, así como los laboratorios existentes en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en las Escuelas Especiales y en las Facultades Universitarias.

El día 16 de septiembre de 1947, en vista de que las oficinas ya estaban en condiciones de ser utilizadas, se celebró por primera vez, la reunión correspondiente del Consejo de Administración del Instituto de la Soldadura en el Salón de Actos de su recién inaugurada nueva sede, tras haberse celebrado las once reuniones anteriores en las instalaciones cedidas por el Consejo Ordenador de Construcciones Navales Militares.

Más adelante, en octubre de 1947, se recibió una comunicación del Patronato en la que se requería que el Instituto realizase un estudio encaminado a determinar la superficie total necesaria para construir el Instituto. El resultado de dicho estudio determinó que la superficie necesaria debía ser de 4.000 m<sup>2</sup>.

Durante los días 18 a 25 de octubre de este mismo año de 1948, el Instituto celebró su 1ª Asamblea Anual. Las reuniones se celebraron en los locales del Instituto Alonso Barba, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y estuvieron presididas por el Presidente del Consejo de Administración del Instituto, D. José Rubí, que estuvo acompañado por el Director D. Francisco Bustelo, por varios Consejeros y por el Secretario del Consejo del Instituto, D. Eduardo Núñez Limón.

Esta Asamblea tenía como finalidades primeras, la discusión de los trabajos presentados y el fortalecimiento de las relaciones entre el Instituto y los especialistas en soldadura, pero además el Instituto quiso racionalizar algunas de sus actividades, que, de paso, servirían para implicar más en ellas a la industria y a los técnicos ajenos al Instituto. Con este propósito, se crearon las siguientes Comisiones:

- Soldabilidad de los aceros  
Estaría integrada por los Sres. de Miró, Samyn, Villanueva, Martínez (D. Julián), Penche, Badías, Aznar, Coll y Roselló.
- Tensiones residuales  
Formarían parte de ellas los Sres. Torroja, Fernández Ávila, Bustelo, de Miró, Martínez (D. Julián), Martínez París, Segalá y Penche.

- Electrodos  
De ella formarían parte los Sres. Martínez (D. Julián), Díez Torres, Donis, Valín, Gilens, Montaner y Berga.
- Enseñanza  
Formada por los Sres. de Miró, Díez Torres, Martínez (D. Domingo), Martínez París, Sagalá, Belderrain y Pombo.

A mediados de 1949, el Instituto recibe una mala noticia que coarta su capacidad de iniciativa. El Patronato le comunica que debe contribuir con un 20% de su presupuesto a los gastos de aquel, lo que obliga a que sea imprescindible la revisión del vigente régimen interior del Instituto para acomodarlo al nuevo reglamento del Patronato y a su carácter centralizador, que lleva consigo la necesidad de una consulta previa para la realización de cualquier gasto, con lo que desaparecía totalmente la autonomía administrativa que se deducía de los estatutos iniciales.

El 28 de marzo de 1950 falleció D. José Rubí que, desde la creación del Instituto, había sido su primer Presidente y Director. Para sustituir al Sr. Rubí en la Presidencia del Consejo de Administración, el Patronato nombró a D. Alberto Vilanova Cuyás.

A partir del mes de marzo de 1950, el Instituto experimentó una serie de importantes cambios en sus órganos directivos. El Director, Sr. Bustelo, planteó la necesidad de ser sustituido en su cargo, ya que se la había encomendado la realización de ciertas actividades oficiales, ajenas al Instituto, que debería desarrollar en América y que le ocuparían al menos dos meses. En consecuencia, el Consejo de Administración del Instituto acordó proponer a D. Manuel de Miró, Jefe de las Secciones de Enseñanza y de Investigación y Laboratorios, para que asumiese provisionalmente la dirección del Instituto durante la ausencia del Sr. Bustelo. A su regreso, el Sr. Bustelo



D. Alberto Vilanova Cuyás.

insistió en su renuncia al cargo y el Sr. De Miró fue confirmado en el cargo de Director con carácter permanente.

Para reorganizar los órganos de dirección del Instituto, el Patronato remitió, con fecha 24 de julio de 1950, un escrito en el que informaba de un acuerdo de la Comisión Permanente de su Junta de Gobierno por el que se designaba Vocales del Consejo Técnico Administrativo del Instituto a los siguientes señores:



D. Manuel de Miró  
Ramonacho.

- Francisco Bustelo Vázquez
- Julián Martínez Montero
- Manuel Lucini Ruiz de Vallejo
- Antonio Villanueva Núñez

- Luis Bru Vilaseca
- Luis Rivoir Álvarez y
- Celso Penche Felgueroso

En consecuencia, el Consejo Técnico Administrativo del Instituto quedaba constituido de la siguiente forma:

Presidente

- Alberto Vilanova Cuyás

Vicepresidente

- Francisco Bustelo Vázquez

Consejeros

- Manuel Lucini Ruiz de Vallejo
- Luis Bru Vilaseca
- Julián Martínez Montero
- Antonio Villanueva Núñez
- Luis Rivoir Álvarez
- Celso Penche Felgueroso

Consejero-Director

- Manuel de Miró Ramonacho

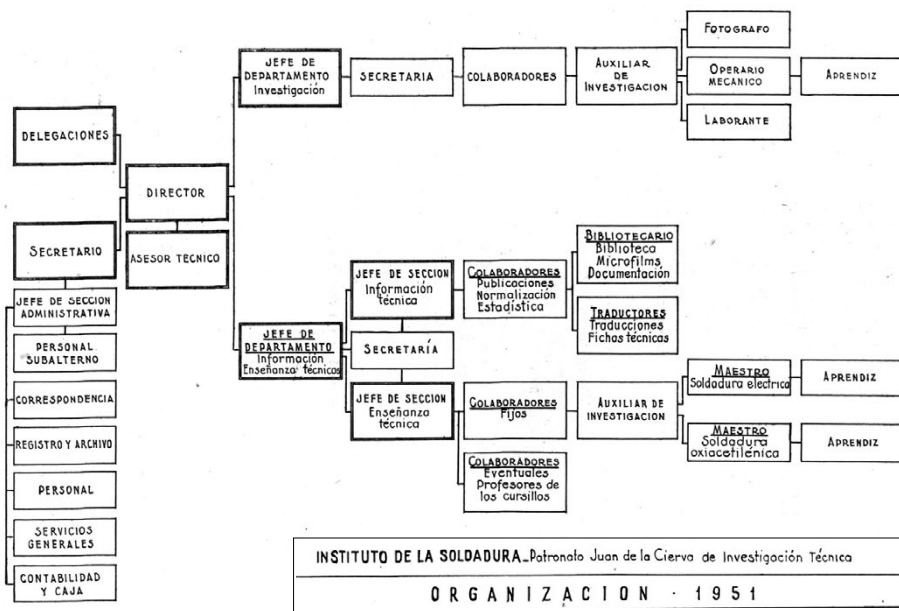
En esta misma reunión, el hasta entonces Secretario del Consejo Técnico Administrativo y Secretario del Instituto, D. Edmundo Núñez Limón, presentó la dimisión de sus cargos y el Consejo decidió que se hiciese cargo de la Secretaría del mismo el Sr. De Miró, cargo que debería simultanear con la Dirección del Instituto. Posteriormente, el Sr. De Miró sería sustituido en sus funciones de Secretario del Consejo por D. José Luis Flores López.

En este mismo año de 1950, el Instituto de la Soldadura reforzó su nómina de personal técnico con el nombramiento, en calidad de Asesor Técnico, del Prof. Alexander Matting. El Dr. Matting procedía de la Technische Hochschule de Hännover, de la que fue Rector. También había sido Jefe del Instituto de Experimentación de la Técnica de la Soldadura en los Ferrocarriles Alemanes.



El Prof. Alexander Matting, Miembro de Honor del Instituto, y durante algunos años Asesor Técnico del mismo, en el momento de su despedida. El Presidente del Instituto, Sr. Vilanova, le entregó una placa conmemorativa.

En 1951, para honrar la memoria de su primer Presidente, el Instituto instituyó el Premio José Rubí, que se otorgaría al trabajo que un jurado convocado al efecto considerase el mejor entre los publicados cada año en su revista oficial, *Ciencia y Técnica de la Soldadura*.



Organigrama del Instituto de la Soldadura correspondiente al año 1951.

Sería preciso llegar a mayo de 1956, para que la Junta del Patronato de la Ciudad Universitaria cediese al Instituto los terrenos necesarios para la construcción de su sede. La elección de dichos terrenos se realizó conjuntamente con el arquitecto de la Junta, D. Modesto Otero, con quien, de común acuerdo, se designaron los arquitectos para la construcción de los edificios, D. Rafael García Castro y D. Francisco Javier Carvajal.

En la reunión del Consejo Técnico Administrativo del Instituto celebrada el 29 de enero de 1957, el Director, Sr. De Miró, mostró a los Sres. Consejeros las maquetas y el proyecto del nuevo edificio del Instituto de la Soldadura, al tiempo que dio cuenta de los trámites que se estaban siguiendo para ultimar los detalles y proceder a su edificación. En este sentido, el Sr. De Miró expuso algunas consideraciones relacionadas con sus contactos con el Vicepresidente de la Junta de Energía Nuclear, Sr. Otero Navascués, en lo que se refiere a la colaboración que el Instituto podía prestar a dicha Junta, en especial en la construcción y mantenimiento del reactor nuclear destinado a labores de enseñanza que por aquellas fechas iba a instalarse en la Ciudad Universitaria.

En diciembre de 1957, se continuaba buscando una ubicación adecuada para la construcción del edificio del Instituto. Se encontraron dos que se consideraron adecuadas. Una de ellas estaba situada junto a la Escuela de Ingenieros de Montes y la otra frente al Instituto de Investigaciones Agronómicas. En el mes de mayo de 1958, la Comisión Económica de la Junta de la Ciudad Universitaria concedió, a reserva de su confirmación por la Comisión Permanente de aquella Junta, un terreno con una superficie de 18.158 m<sup>2</sup>, situado junto a los destinados al Instituto del Hierro y del Acero y al Instituto de Electrónica.

## NUEVA SEDE

Como la construcción del edificio aún llevaría algún tiempo y en vista de que la sede de la calle Goya se quedaba cada vez más pequeña, se decidió solicitar al Patronato la ocupación del edificio en el que hasta entonces había estado el Instituto Torres Quevedo, Serrano, 144, ya que éste se había trasladado, con todo su personal y enseres, a los locales de la Empresa Nacional de Óptica, que se había hecho cargo del mismo. El Patronato decidió que las instalaciones que había ocupado el Instituto Torres Quevedo fuesen asignadas al Departamento de Plásticos del Instituto de Química y al Instituto de la Soldadura. Esta sería la localización del Instituto hasta su traslado a los edificios del Instituto del Hierro y del Acero en la Ciudad Universitaria. Durante la segunda quincena del mes de enero de 1959 comenzó el traslado, desde la calle de Goya a la de Serrano, que se inició con el de la Sección de Laboratorios y sus servicios correspondientes.

Como, aun así, el espacio asignado no era suficiente para los talleres y las aulas de la Sección de Enseñanza, unos y otras se instalarían en unos locales anteriormente ofrecidos por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Sin embargo, este ofrecimiento no se cumplió, ya que, en el siguiente mes de abril, se recibió una carta del Sr. Soto Redondo en la que manifestaba que la cesión de locales por parte de la mencionada Escuela se había hecho imposible.



Edificio del Instituto Leonardo Torres Quevedo, en la calle de Serrano, de Madrid, donde estuvo instalado el Instituto de la Soldadura hasta su integración en el CENIM.

En cualquier caso, todas las gestiones encaminadas a la construcción de un edificio de nueva planta, que como puede apreciarse fueron muy numerosas y diversas y alcanzaron un estado muy avanzado, acabaron en fracaso. Como consecuencia de ello, la solución a los problemas de falta del espacio necesario para la construcción de su edificio y con una ubicación adecuada para el Instituto de la Soldadura, la encontró el Patronato, algunos años más tarde, con la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

## RELACIONES CON OTROS ORGANISMOS AFINES

En lo que respecta a las relaciones internacionales, el Instituto las estableció inmediatamente con el Institute of Welding, de Londres, y por medio del mismo, y a través de la Nederlandse Vereniging voor Lachtechniek, recibió una invitación oficial para que el Instituto se uniera a la Organización Internacional de la Soldadura que se iba a constituir definitivamente en Bruselas durante una Asamblea convocada para los días 8 a 11 de junio de 1948. El motivo de dicha Asamblea era estudiar y, en su caso, aprobar los Estatutos correspondientes del Instituto Internacional de la Soldadura.

Los países que inicialmente integraron el Instituto Internacional de la Soldadura fueron: África del Sur, Australia, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Estados Unidos de Norteamérica, Francia, Holanda, Inglaterra, Italia, Noruega, Suecia y Suiza.

Así, el Instituto, representado en aquella Asamblea por su Director, Sr. Bustelo, se convirtió en uno de los fundadores del Instituto Internacional de la Soldadura y, por ende, el representante de España en el citado organismo internacional.

Poco tiempo después de ser constituido, el Instituto Internacional de la Soldadura comenzó sus actividades y el Instituto, en su condición de representante español, empezó a participar en las mismas. Estas actividades se desarrollaban a través de una serie de Comisiones de Trabajo. En noviembre de 1949, se crearon las siguientes, de las que pasaron a formar parte los colaboradores del Instituto que se citan:

- Comisión núm. 1.- Soldadura por gas, Manuel de Miró
- Comisión núm. 2.- Soldadura por arco eléctrico, Dictinio Cacharrón
- Comisión núm. 3.- Soldadura por resistencia, Antonio Villanueva
- Comisión núm. 4.- Documentación, Francisco Bustelo
- Comisión núm. 5.- Ensayos y medidas, Eduardo Torroja
- Comisión núm. 6.- Diccionario de Soldadura, Francisco Bustelo
- Comisión núm. 7.- Higiene y Seguridad, Manuel de Miró
- Comisión núm. 8.- Soldabilidad, Manuel de Miró
- Comisión núm. 9.- Tensiones residuales, Áureo Fernández Ávila
- Comisión núm. 10.- Medios mecánicos para contrarrestar las tensiones residuales, José Rubí
- Comisión núm. 11.- Fractura por descohesión, Eduardo Torroja

Naturalmente, también se cuidaron las relaciones con otros institutos integrados en el Patronato Juan de la Cierva. En el mes de octubre, el Director del Instituto se entrevistó con su homólogo del Instituto del Hierro y del Acero. La finalidad de dicha entrevista era crear las condiciones necesarias para establecer una estrecha colaboración entre los dos Institutos en todas aquellas actividades que pudiesen redundar en beneficio de ambos organismos.

En este mismo mes de octubre, siguieron cubriéndose puestos para terminar de configurar la plantilla del Instituto. Así, como Ayudante del Jefe de la Sección de Investigación y Laboratorios y de la Sección de Enseñanza Técnica de la Soldadura, se nombra a D. José María Royo Vidal, en calidad de Ayudante Técnico Auxiliar, con dedicación completa. También se cubrieron dos plazas, una de taquimecanógrafa con conocimientos de inglés, que fue adjudicada a la Srta. Purificación Prieto Sanz, y otra de ordenanza para D. Jesús Álvarez Ofiño. También se trabajaba en la adquisición de los equipos necesarios para los laboratorios. En el mes de noviembre de 1947, el Patronato aprobó la adquisición de dos equipos de soldadura, uno de la firma Philips Ibérica y otro de Esab Ibérica. Asimismo, se adquirió un microscopio de la marca Konitska a construcciones Brigel. Unos meses antes, se habían adquirido un aparato de rayos X marca Philips y parte del material correspondiente a los Laboratorios Tecnológico y Eléctrico. De este modo, se iban cubriendo las primeras necesidades.

## INFORMACIÓN Y PUBLICACIONES

En lo que se refiere a la información, el Patronato, cuando creó el Instituto de la Soldadura y sancionó su reglamento, fijó como una de las prioridades de su actuación, aparte su primordial actividad investigadora, la enseñanza de la soldadura y la creación de un servicio de documentación, información y edición de publicaciones que debía ocuparse, entre otras labores, de la divulgación tanto en España como en el extranjero de las actividades del Instituto por medio de una revista técnica especializada en la materia que se le había asignado. Al igual que en otros países, esta revista sería el órgano oficial del Instituto y, al mismo tiempo, el vehículo adecuado para la comunicación del Instituto con los miembros que lo integraban, de los miembros entre sí y con la industria en general.

El último día de enero de 1948, el Instituto creó un concurso cuya finalidad era estimular entre los técnicos y expertos en soldadura, ajenos al Instituto, la presentación de trabajos, que se publicarían en el futuro *Boletín de Información del Instituto de la Soldadura*, y que estaría formado por un primer premio dotado con 6.000 PTA y cuatro segundos premios dotados con 1.500 PTA. Los primeros galardonados serían D. Francisco Donis Ortiz, de la S.A. José M<sup>a</sup> Quijano, D. Mariano López Suárez, de L'École Supérieure de Soudure Autogène, de París, y el Sr. P. C.h. van der Willigen, de la casa Philips, de Holanda.



BOLETIN DE INFORMACION DEL  
INSTITUTO DE LA SOLDADURA

SUMARIO DEL NUMERO 1

Proyectos y realizaciones, pág. 1.—Primer Curso de Especialización de soldadura, pág. 2.—Instituto Internacional de la Soldadura, pág. 3.—Biblioteca del Colegio de la Soldadura, pág. 12.

Proyectos y realizaciones

No es tarea fácil la de trazar un plan para las publicaciones de una entidad como el Instituto de la Soldadura. En el fin de cambiarse el nivel técnico a científico adecuado, la conveniencia de atender una apremiante demanda de información de toda clase, susceptible de aplicación práctica inmediata, y la difusión de las actividades del Instituto, imposibilidad, pero que éstas son aprovechadas por cuantos pueden derivar de ellas algún beneficio.

El Instituto de la Soldadura ha intentado resolver el problema planteado, repartiendo sus publicaciones en varias series, de las que la primera se inició en marzo de este año y está dedicada a las cuestiones técnicas y científicas.

Ahora comienza una segunda serie, formada por los números de este Boletín de Información del Instituto de la Soldadura, que trimestralmente dará cuenta a sus lectores de lo que el Instituto hace y de los elementos de trabajo o de estudio que tiene a disposición, primero, de sus miembros, y luego a la de cuantas personas y entidades se interesan en nuestro país por la soldadura y técnicas afines.

El Boletín, por razón de su poca frecuencia, no se ocupará más que en líneas muy ge-

nerales de lo que el Instituto se propone hacer. Los anuncios, notas y programas de conferencias, cursos, simposios, etc., seguirán llegando a los interesados, como hasta ahora, a través de circulares.

...

Como comienzo de la labor que el Boletín ha de realizar, recordamos a nuestros lectores que, según sus Estatutos, las fines del Instituto de la Soldadura son:

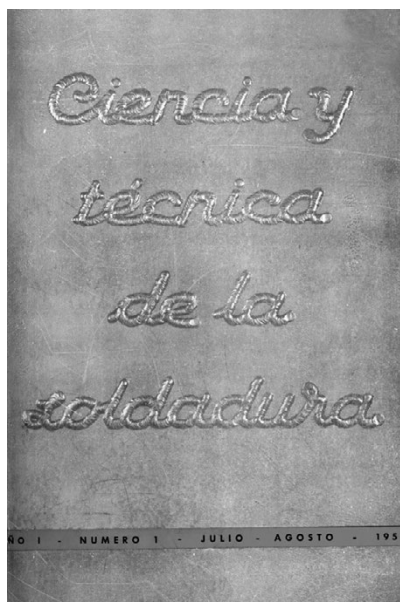
- a) La investigación científica y técnica, aplicada a la industria de todo lo referente a la soldadura y tratamiento térmico de los metales, por medio del estudio y del laboratorio.
  - b) La creación y compilación de toda clase de estadísticas y publicaciones referentes a esta técnica.
  - c) El establecimiento y difusión de normas con carácter puramente informativo que sirvan de orientación para la formación técnica del personal en lo que atañe a las actividades peculiares de la soldadura en todos sus aspectos.
- La enseñanza para formar personal especializado en la soldadura.

Primera página del número 1 del *Boletín de Información del Instituto de la Soldadura*.

Para dar cumplimiento a todo lo anterior, el Instituto, casi desde sus inicios, dedicó gran atención a todo lo relacionado con la información. Así, en noviembre de 1948 apareció el primer número del *Boletín de Información del Instituto de la Soldadura*. Se trataba de una publicación de 16 páginas, cuya periodicidad sería trimestral y tendría una tirada de 500 ejemplares.

Más tarde, en julio de 1951, este *Boletín* se convertiría en la revista oficial, *Ciencia y Técnica de la Soldadura*, con una periodicidad bimestral y que se publicó con gran éxito hasta que, al igual que las editadas por el Instituto del Hierro y del Acero y el de Metales no Ferreos, fuese sustituida, muchos años más tarde, en enero de 1965, por la publicada por el CENIM, *Revista de Metalurgia*.

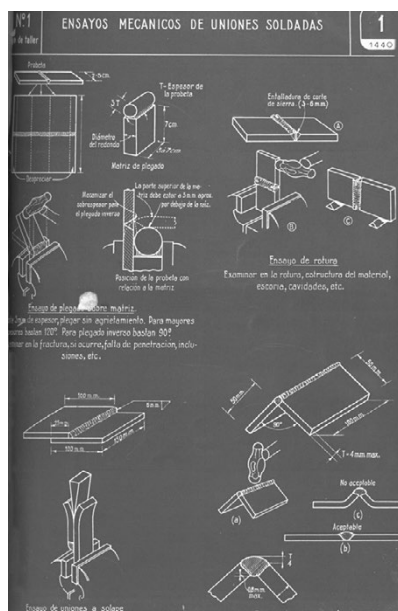
Además de las noticias relacionadas con el sector, se incluían unas fichas que recogían los trabajos considerados interesantes entre los publicados en las más importantes revistas extranjeras. Además de estas fichas, se incluían las Hojas



Cubierta del primer número de la revista del Instituto *Ciencia y Técnica de la Soldadura*.

de Taller, que tuvieron una gran difusión pues proporcionaban importante información práctica relacionada con los más diversos aspectos de la soldadura.

Al mismo tiempo, empezó a formar su biblioteca, de la que se haría cargo, en calidad de Redactor Técnico, el ingeniero industrial D. Francisco Zubeldia, quien también se encargaría de la catalogación, traducción, resumen y recopilación de cuantos artículos de interés apareciesen en las publicaciones que se recibiesen. Al fondo de esta biblioteca aportó la Lincoln Arc Welding Foundation, de la Universidad del Estado de Ohio (EE.UU.), una colección de libros sobre soldadura que, en aquel momento, utilizaban 250 escuelas de ingenieros de todo el mundo. Por su parte, el Instituto Nacional del Libro hizo una aportación de 20 libras esterlinas para la adquisición de libros.



La primera de las Hojas de Taller aparecidas en la revista *Ciencia y Técnica de la Soldadura*, que tanto colaboraron a la expansión del conocimiento de la soldadura.

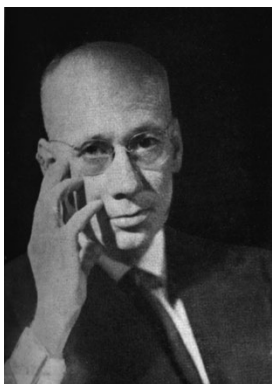
## MIEMBROS

A finales de 1948, en el mes de diciembre, el Instituto dio a conocer el número de Miembros Colectivos, Miembros de Número y Miembros Asociados con que contaba. Entre los Miembros Colectivos se incluían las más importantes empresas españolas en las que la soldadura era una de sus actividades más importantes y que, en dicha fecha ascendían a cerca de 60, en tanto que los Miembros de Número y Miembros Asociados alcanzaban la cifra de 80. La cifra máxima de Miembros del Instituto, 1.247, se alcanzó en noviembre de 1961.

Además, el Instituto, para distinguir a personas que destacasen en cualquier faceta relacionada con la Metalurgia y, en especial con la Soldadura, creó la categoría de Miembros de Honor, entre los que cabe destacar a los Profs. Emilio Jimeno y Eduardo Torroja.

## ASISTENCIA TÉCNICA

A comienzos de 1951, el Instituto estaba en condiciones de ayudar a la industria realizando *in situ* inspecciones de las construcciones soldadas. En marzo de ese año, se desplazan por primera vez cuatro personas a Escatrón para comprobar, utilizando métodos no destructivos, las soldaduras



D. Eduardo Torroja y Miret.



D. Emilio Jimeno Gil.

críticas en la central térmica que en aquella localidad construía la Empresa Nacional Calvo Sotelo y para posteriormente realizar otro trabajo similar en Cartagena para la empresa Refinerías de Petróleo de Escombreras, también del grupo del Instituto Nacional de Industria.

En enero de 1960, comenzó a aplicarse el *Código para la construcción de depósitos verticales y horizontales para el almacenamiento de hidrocarburos* preparado por el investigador del Instituto, Sr. Zabara, que desempeñaba el cargo de Jefe en Funciones de la Sección de Estudios Técnico-Industriales del Instituto, conjuntamente con el Servicio Técnico de la Compañía Anónima del Monopolio de Petróleos, S.A. (CAMPSA), que en aquel tiempo, como su nombre indica, era la única empresa que se ocupaba de la gestión del petróleo y sus derivados en toda España.

CAMPSA había encargado a diversas empresas, de acuerdo con la primera etapa de un programa que comenzaba en 1960, la construcción de una serie de tanques de almacenamiento que totalizaba 2.924 toneladas de acero. Con ese motivo, CAMPSA encargó al Instituto la inspección radiográfica de dichos depósitos. De la importancia de este trabajo en el campo de la asistencia técnica por parte del Instituto hablan los siguientes datos: se preveía que el período de realización de estas inspecciones tendría una duración de 317 días y se emplearían 6.282 películas radiográficas, mientras que para todos los controles radiográficos realizados durante el año anterior, 1959, se habían utilizado 5.617 películas.

## DELEGACIONES

Con el fin de aproximar su presencia a las regiones del país más involucradas con las actividades industriales relacionadas con su función, el Instituto venía discutiendo desde 1951 la conveniencia de crear una serie de delegaciones.



D. Oleh Zabara.

El entonces director del Instituto, Sr. De Miró, estaba muy interesado en promocionar el Instituto y pensaba que uno de los procedimientos más adecuados era la creación de dichas delegaciones.

Entre los fines del Instituto se incluían la divulgación de todos los procedimientos de soldadura conocidos y su acercamiento tanto a los técnicos superiores como a los especialistas de taller. Para cumplir tales fines, en el Instituto se pensó que en sus delegaciones se podrían dar cursos de divulgación de soldadura y de sus técnicas afines, de enseñanza de nuevas técnicas, pronunciar conferencias, etc., por parte de expertos del Instituto que, al mismo tiempo, informasen sobre las actividades que en la sede central se desarrollaban. Al mismo tiempo, se intentaría elevar los conocimientos de quienes utilizaban un método de unión de las estructuras metálicas que cada vez encontraba mayor aceptación en el mundo industrial.

En ese sentido, en marzo de 1952, el Instituto de la Soldadura creó en Sevilla la primera de ellas. Estaría dirigida por el Consejero del Instituto D. Luis Bru Vilaseca, que contaría con la asistencia, en calidad de Adjunto, de D. Armando Priegue Guerra.

Un mes más tarde, en mayo de 1952, el Consejo acordó encargar al miembro del mismo, D. Celso Penche Felgueroso, que se pudiese en con-

tacto con algunas de las personas más destacadas e in-

teresadas en el campo de la soldadura en Cataluña a fin de que le ayudasen a organizar en Barcelona una delegación, al frente de la cual estaría el propio Sr. Penche. Consiguió también la colaboración del Instituto de Investigaciones Técnicas de Barcelona. Durante la permanencia del Sr. Penche en la Delegación se impartieron varios cursos de soldadura, se pronunciaron numerosas conferencias y se celebró un gran número de reuniones relacionadas con todos los aspectos de la soldadura. Asimismo, se acordó que todo conferenciante extranjero que fuese a Madrid pronunciase también sus conferencias en Barcelona.

En 1957, el Sr. Penche fue trasladado a Madrid y la Delegación de Barcelona le fue confiada al también inte-



D. Celso Penche Felgueroso.



Edificio de la sede del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el número 15 de la calle de Egiptíacas en Barcelona, donde se instaló la Delegación del Instituto.

grante del Consejo Técnico Administrativo del Instituto D. Ignacio Ventosa Despujol, que, al igual que su antecesor, desarrolló una labor muy importante al frente de la misma. Gracias a él y a la colaboración del Rvdo. P. Vives, de D. José Pascual Vila y de manera muy destacada del Secretario Adjunto, Catedrático D. José Casas, la Delegación se instaló en la sede del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el número 15 de la calle Egipcíacas, donde disponía de un despacho para el Delegado, varios departamentos para oficinas, una biblioteca, un local para la instalación de un laboratorio y otro para el almacenamiento de isótopos radiactivos.

La Delegación del Instituto en Barcelona desarrolló una gran labor. Entre sus numerosas actividades cabe resaltar la celebración durante el año 1959 del Curso de Alta Especialización en Soldadura para Titulados Superiores.

En 1962, al construirse en Barcelona los nuevos edificios que albergarían a la Escuela Superior de Ingenieros Industriales, se pretendió incluir en ellos, para la Delegación del Instituto, unos laboratorios destinados a ayudar a la industria y que serían similares a los que existían en la Delegación del Instituto en Bilbao. El Sr. Ventosa y el Sr. Aragonés, Director de la Escuela, estudiaron la ubicación de dichos laboratorios en la sede de la nueva Escuela, pero, en aquel momento, ya se estaba gestando la creación del CENIM, que habría de hacerse cargo de todas las actividades hasta entonces asignadas al Instituto de la Soldadura.

En octubre de 1952, se creó una nueva delegación, esta vez en Gijón, al frente de la cual estaría D. Teófilo Martín Escobar, Director de la Escuela de Peritos Industriales.

Desde unos años antes, el Instituto venía colaborando con la Escuela de Peritos Industriales de la ciudad asturiana en la organización de cursillos y conferencias, prestando su asistencia técnica y aportando los textos que utilizaban en los cursillos. Asimismo, el Secretario Técnico de la Universidad Laboral de Gijón se puso en contacto con el Instituto para solicitar que se encargase de proyectar la Escuela de Soldadura que tenía previsto instalar en dicha Universidad. Con el fin de estudiar las posibilidades de este proyecto se desplazó a Gijón el Jefe de la Sección de Enseñanza del Instituto, D. Rafael Díez Torres, acompañado por el técnico Sr. Candela Munar.

Posteriormente, se crearía la Delegación de Bilbao. En abril de 1957, el Sr. De Miró informó al Consejo de que ya estaba preparada, en la Escuela de Ingenieros Industriales, la Delegación del Instituto en Bilbao, y que inmediatamente iniciaría sus actividades, entre ellas, la celebración de cursos de soldadura.

Como Delegado se nombró a D. José Apraiz Barreiro, Catedrático de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao, que contaría con la colaboración del Sr. Zabalo, Director de los Laboratorios de Ensayo e Investigaciones Indus-



D. Rafael Díez Torres.

triales, quienes se encargarían de la organización de la Delegación. Además de los Sres. Apraiz y Zabalo, la Delegación de Bilbao disponía de dos Maestros Soldadores y contaba con una Sección Administrativa, que, como la Dirección y los laboratorios de la Escuela, corrían a cargo del Patronato de las Escuelas de Ingenieros Industriales. Las prácticas de los cursillos que organizaba la Delegación de Bilbao se llevaban a cabo en los talleres de la Escuela. También colaboraba con la Delegación un ingeniero de dicho Patronato, D. Antonio Alonso Urquijo.

A principios de 1959, el Sr. Urquijo solicitó su baja y fue sustituido por D. Ramón Rodríguez Losada, Doctor en Ciencias Exactas, quien a finales del mismo año, sustituyó como Delegado al Sr. Apraiz, que había pedido ser relevado de su cargo.

En septiembre de 1962, el Secretario del Instituto Sr. Zuloaga se desplazó a Bilbao para reorientar la actividades de la Delegación, pero al igual que en el caso de la Delegación de Barcelona, sería el CENIM el que se haría cargo de ambas.

También los industriales navarros mostraron gran interés en que en Pamplona se crease una delegación del Instituto de la Soldadura. En 1958, se creó en la capital navarra una subdelegación, que dispondría del personal y de los equipos existentes en la Delegación de Bilbao.

Para dirigir esta subdelegación, se nombró al Sr. Gil Ortiz, Ingeniero Militar, y en ella se impartió un gran número de Cursillos de Formación Acelerada y de Perfeccionamiento de Métodos Operatorios. El Sr. Gil Ortiz consiguió para la Subdelegación de Pamplona grandes ayudas, tanto económicas como en forma de locales, cedidos por el Ayuntamiento de Pamplona, de la Diputación Foral de Navarra y de la Obra de Formación Profesional de Sindicatos Chantrea.

También se creó una delegación en Valencia. En septiembre de 1962, el Sr. De Miró señaló que ya se contaba en la Escuela de Peritos Industriales, con una pequeña biblioteca, un despacho y un taller para celebrar Cursillos. Como Delegado del Instituto en Valencia, se nombró al Director de aquella Escuela D. José Calandín Guzmán, que había ofrecido su ayuda en aquella región. También colaboró eficazmente en la puesta en marcha de la Delegación valenciana el Perito Industrial y ex alumno de la Escuela de Soldadura, Sr. Vallés.

La industria viguesa también mostró su interés por disponer de una delegación. Sin embargo, las conversaciones que con dicho fin se entablaron no pudieron llegar a buen término, a pesar de la intervención de la Cámara de Comercio de Vigo ante el Presidente del Patronato Juan de la Cierva, al que expuso la conveniencia de crear en Vigo dicha Delegación por la importancia de la industria metalúrgica en la región. El Patronato expuso sus dificultades basándose en que el Instituto de la Soldadura estaba en trance de incorporarse al CENIM.

Se pensaba también que, a través de las delegaciones, se podrían establecer contactos con unos denominados Institutos Coordinados, que serían determinados Centros no pertenecientes al Consejo Superior de Investigaciones Científicas a los que se les encargaría la realización de determi-

nados trabajos de investigación y que estarían coordinados exclusivamente con el Instituto. También se pensó en crear Secciones Destacadas.

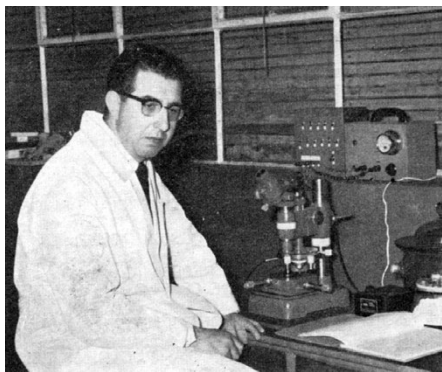
## EL PRINCIPIO DEL FIN

En noviembre de 1960, se produce una reestructuración del Instituto. D. Ramón Páramo Díaz, Vicepresidente del Consejo Técnico Administrativo, sustituye en el cargo de Director a D. Manuel de Miró.

Entre otras medidas, para llevar a cabo dicha reestructuración, se crean dos departamentos, uno se denominará Asistencia Técnica y Enseñanza y el otro, Investigación Fundamental. Del primero de ellos, se nombrará Jefe, con denominación de Director, a D. Manuel de Miró, y del segundo, a D. Felipe A. Calvo. El puesto de Secretario del Consejo pasaría a desempeñarlo D. José Luis Zuloaga, que lo era del Instituto. Además, el nuevo Director, Sr. Páramo, recibe del Consejo el encargo de estudiar y proponer la reestructuración definitiva de los distintos servicios del Instituto.



D. Ramón Páramo Díaz.



D. Felipe Calvo Calvo.

En la reunión del Consejo celebrada el día 29 de noviembre de 1963, el Presidente del mismo leyó una comunicación del Patronato en la que se le notificaba la disolución del Consejo Técnico Administrativo del Instituto de la Soldadura, dado que éste pasaría a integrarse en el grupo de Institutos que iban a constituir el recién creado Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, al tiempo que agradecía a todos los Consejeros la colaboración prestada durante estos años.

El Sr. Bru propuso que constase en acta la total adhesión a D. Alberto Vilanova Cuyás y que se le testimoniase su agradecimiento por las atenciones y consejos que de él habían recibido durante la etapa de colaboración en este Consejo, así como testimoniar su adhesión al Sr. Páramo y felicitación por la labor realizada durante su gestión.

Asimismo, el Consejo quiso hacer constar su adhesión al nuevo Centro, así como su ofrecimiento de colaboración con el mismo, al que consideran en la mejor posición para llevar a cabo una eficaz labor bajo el asesoramiento de su Presidente, Sr. Calvo Rodés, y su Director, Sr. Sistiaga Aguirre.





## EL INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO (1947-1963)

En la Memoria del Patronato Juan de la Cierva correspondiente al año 1947, se informaba de que: «El Consejo Ejecutivo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en sesión celebrada el día 23 de enero de 1947, y a propuesta del Patronato Juan de la Cierva, tomó el acuerdo de crear el Instituto del Hierro y del Acero (I.H.A)». En esta misma sesión, se nombró director del nuevo Instituto a D. Agustín Plana Sancho.

En los años posteriores a la Guerra Civil, convocados por los sindicatos verticales, en los que estaban representados, en extraña combinación, los empresarios y los trabajadores, se celebraban anualmente unos llamados Congresos Sindicales en los que se discutía la marcha del país desde los puntos de vista del trabajo, de la economía y de las relaciones laborales y sociales entre la empresa y los trabajadores.

Durante la celebración, en enero de 1947, del III Congreso Sindical, se reiteró la petición formulada en el Congreso celebrado en 1945 para la creación de un organismo que, bajo la tutela del Patronato Juan de la Cierva, se dedicase a la investigación científica y técnica en el campo de la siderurgia.

El Presidente del Patronato recogió la idea y decidió crear una Comisión denominada Mineralurgia y Metalurgia, de la que formaba parte D. Agustín Plana Sancho, y a la que encargó poner en marcha un plan destinado a crear un organismo que llevase a cabo dicha petición. El encargo era de tal magnitud que a esta Comisión le fue imposible realizar labor práctica alguna y rápidamente fue disuelta. Posteriormente, se intentó crear una Oficina de Información cuyo cometido sería estudiar los avances de la industria en el mundo. La creación de esta Oficina no pasó de ser un mero proyecto. Sin embargo, el Patronato Juan de la Cierva no abandonó la idea. Así, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en sesión celebrada el día 23 de enero de 1947, a propuesta de la citada Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato acordó la creación del Instituto del Hierro y del Acero y el nombramiento de D. Agustín Plana Sancho como director del mismo.



D. Agustín Plana Sancho.

En esa fecha, las circunstancias económicas, sociales y políticas del país eran las descritas sucintamente para el Instituto de la Soldadura, por lo que, en estos primeros tiempos de su existencia, el desenvolvimiento de este nuevo Instituto se había de encontrar con las mismas dificultades y penurias con que se había encontrado el Instituto de la Soldadura, creado unos meses antes.

El recién nombrado director del Instituto del Hierro y del Acero, D. Agustín Plana Sancho, era una importante personalidad del mundo metalúrgico de nuestro país. Militar de carrera, era Coronel Honorario del Arma de Artillería, del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción. Había desempeñado, con anterioridad, y sucesivamente, entre otros, los cargos de Ingeniero, Director de Fabricación y Director Técnico de Altos Hornos de Vizcaya, en aquellos momentos una de las empresas más importantes del país. También había desempeñado el cargo de Director de la Comisión Reguladora de la Producción de Metales, que posteriormente se convertiría en el Sindicato Nacional del Metal. Durante su gestión como Director del Instituto del Hierro y del Acero, simultaneó este cargo con el de Director de la Comisaría de Material Ferroviario y más tarde con los de Subsecretario del Ministerio de Obras Públicas y de Presidente del Consejo de Administración de la RENFE. También fue miembro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

En los primeros años del siglo XX (concretamente en el año 1926), D. Agustín Plana había publicado un libro que en su momento tuvo gran importancia y que ya predecía cuáles eran los caminos que el autor deseaba recorrer en el futuro. El libro en cuestión se titulaba *Hierros, Aceros y Fundiciones. Ensayos completos*. Era un tratado, en tres volúmenes, uno de texto y dos de láminas, para la realización de análisis químicos y ensayos mecánicos a dichos materiales. La actividad y dedicación del Sr. Plana fueron decisivas en el posterior desarrollo del Instituto. Gracias a sus acertadas gestiones, a su prestigio personal y al prestigio de que supo rodear al Instituto del Hierro y del Acero, se consiguió la construcción de los edificios que en la Ciudad Universitaria albergan hoy al Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

La industria siderúrgica deseaba disponer de un organismo que pudiera llevar a cabo los trabajos de investigación y desarrollo que dicha industria, por sí misma, no estaba en condiciones de abordar y que, por otra parte, eran imprescindibles para desarrollar sus actividades en las condiciones de modernidad que se preveían para un futuro ya muy cercano. En aquellos momentos, todos los esfuerzos y la gran preocupación de la industria siderúrgica se debían centrar única y exclusivamente en elevar su producción para intentar cubrir las crecientes necesidades de acero del país, que, a su vez, debía afrontar con rapidez su reconstrucción en todos los sectores que habían sufrido las consecuencias de la guerra. Con la creación del Instituto del Hierro y del Acero, la industria siderúrgica vio cumplido un deseo que le permitía cubrir una necesidad largamente sentida.

Inmediatamente, D. Agustín Plana, interpretando con gran visión el sentir de la industria, puso manos a la obra y se dispuso a llevar a la prác-

tica una idea con la que se sentía plenamente identificado. Buen conocedor de la actividad tanto industrial como de investigación en el campo de la siderurgia en España y en los más importantes países europeos, sabía que, en líneas generales, los modelos a seguir los ofrecían los organismos que en esos países llevaban a cabo actividades similares a las que iba a asumir el nuevo Instituto, como eran, entre otros, el Iron and Steel Institute y la British Iron and Steel Research Association, en la Gran Bretaña, el American Iron and Steel Institute, en EE.UU., el Institut de Recherches de la Sidérurgie, en Francia, o el Max Planck Institut, en Alemania.

El sostenimiento financiero del Instituto del Hierro y del Acero sería sufragado mediante un canon con el que las empresas siderúrgicas, beneficiarias finales de los frutos que pudiese ofrecer la actividad del Instituto, gravarían los productos que fabricasen.

El 26 de febrero de 1947, D. Agustín Plana presentó al Patronato Juan de la Cierva un proyecto de organización del Instituto del Hierro y del Acero que fue aprobado con esa misma fecha.

#### EL INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO COMIENZA A ANDAR

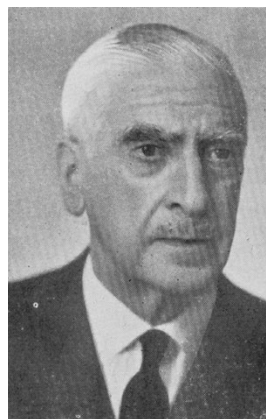
Tan sólo un mes después, el 26 de abril, y en el mismo acto de la toma de posesión de sus cargos, se reunió por primera vez, en la Sala de Consejos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el que habría de ser el primer Consejo Técnico Administrativo del Instituto del Hierro y del Acero, que quedó constituido de la siguiente forma:

##### Presidente

- Alfonso de Churrua y Calbetón

##### Consejeros

- Antonio de Goyoaga y Escario  
Director-Gerente de Altos Hornos de Vizcaya, S.A.
- Arturo de Echevarría y Uribe  
Director Gerente de Echevarría, S.A.
- José M<sup>a</sup> de Aguirre e Isasi  
Director-Gerente de la Unión Cerrajera, S.A.
- Augusto Miranda Maristany,  
Director-Gerente de la S.E. de Construcción Naval
- Ramón Moreno y Pasquau  
Director-Gerente de Duro Felguera
- José Salgado Muro  
Director General de Industria y Material del Ministerio del Ejército
- Miguel Langreo Contreras  
Director de la E.T.S. de Ingenieros de Minas



D. Alfonso de Churrua y Calbetón.

- Manuel Aguilar López  
Director de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
- Felipe Garre Comas  
Director de la E.T.S. de Ingenieros Navales
- Felipe Lafita Babio  
Director del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica (INTA)
- Antonio Lafont Ruiz  
Presidente de la Asociación Técnica Española de Estudios Metalúrgicos (ATEEM)
- Emilio Jimeno Gil  
Catedrático de Metalurgia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid
- Eduardo Merello Llasera
- Manuel Soto Redondo  
Director de la E.T.S. de Ingenieros Industriales
- Agustín Plana Sancho  
en su condición de Director del Instituto.

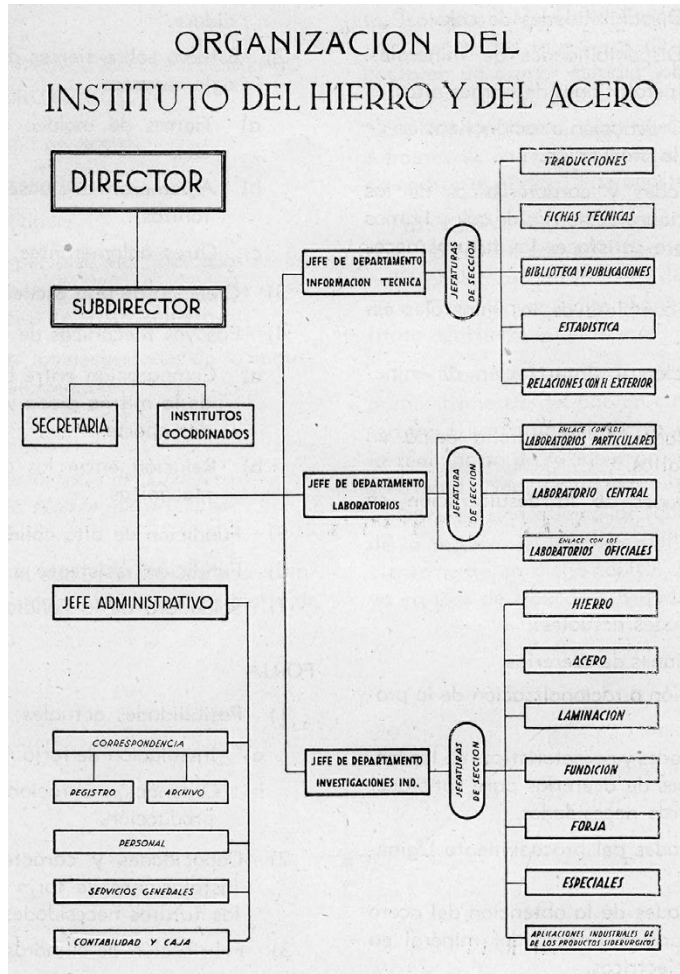
Como Secretario del Consejo actuó D. Luis Urbano Blasco, Intendente Mercantil, que desempeñaría, además, el cargo de Jefe Administrativo del Instituto.

Como puede observarse, del Consejo del Instituto formaban parte «personas destacadísimas en el campo de la siderurgia», que representaban a la gran industria del país, a la Universidad y al Ejército. Es decir, a todos los sectores conocedores de los problemas que en el campo indicado se le planteaban tanto a la Industria como a la Investigación. No obstante, se pensó que faltaba algún representante de la Industria Minera, por lo que el Presidente propuso que se nombrase a algún experto que conociese a fondo dicho sector. Por fin, la representación de la Minería recayó en D. Ricardo Gortázar y Manso de Velasco. Con este nombramiento quedó completado el Consejo Técnico Administrativo del Instituto del Hierro y del Acero, que ejercería tal función durante los primeros años de existencia del nuevo organismo.

En esta primera reunión del Consejo, D. Agustín Plana explicó a los Consejeros que, según estaba establecido, los directores de los institutos dependientes del Patronato Juan de la Cierva debían ser propuestos al Consejo Ejecutivo del Superior de Investigaciones Científicas por la Junta de Gobierno del Patronato, previo informe del Consejo de Administración respectivo. En el caso del Instituto del Hierro y del Acero, el proceso había sido inverso: el Patronato había creado el Instituto, nombrado el director y designado los Consejeros. Por ello, al estar ya constituido el Consejo, consideraba un deber poner su cargo a disposición del mismo. Tras estas palabras del Sr. Plana, el Presidente del Consejo, D. Alfonso de Churrua, propuso su continuación en el cargo de Director, propuesta que resultó aprobada por unanimidad.

En la misma reunión, celebrada, como se ha dicho, en la sede del Consejo Superior de Investigaciones Científicas el día 26 de abril de 1947, ya se puso de manifiesto el propósito de poner en marcha el proyecto lo más rápidamente posible. Para ello, se empezó a perfilar la organización del

Instituto y, al mismo tiempo, se realizaron los primeros nombramientos para dotar al organismo del personal necesario para llevarlo a cabo.



Primer organigrama del Instituto.

Según el informe que presentó el Director, el Instituto debía constar de tres Departamentos:

- Información Técnica,
- Investigación Industrial y
- Laboratorios.

Para desarrollar la labor que se les iba a asignar, cada uno de ellos estaría dividido en Secciones.

El Departamento de Información Técnica incluía las de:

- Traducciones
- Fichas Técnicas

- Biblioteca y Publicaciones
- Estadística y
- Relaciones con el Exterior.

El Departamento de Investigación Industrial incluía las Secciones de:

- Hierro
- Acero
- Laminación
- Fundición
- Forja
- Especiales y
- Aplicaciones Industriales de los Productos Siderúrgicos.

Por su parte, el Departamento de Laboratorio sólo existía en los deseos de D. Agustín Plana. En aquellos momentos disponer de unos laboratorios propios que permitiesen hacer frente a las actividades que el Instituto había de asumir estaba fuera de toda posibilidad. Sin embargo, desde el primer momento, el Sr. Plana consiguió que todos los laboratorios oficiales estuviesen dispuestos a colaborar con el Instituto y le ofreciesen sus instalaciones. En este sentido, cabe destacar especialmente la disposición del entonces denominado Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica. (En la actualidad, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas) cuyos Laboratorios de Materiales Metálicos comenzaron a trabajar de forma coordinada con el nuevo Instituto. Asimismo, se pusieron las bases necesarias para establecer unas buenas relaciones con el Instituto de Investigaciones Técnicas de Barcelona.

También se ocupó el Sr. Plana de ir confeccionando la plantilla de personal que habría de poner en práctica el proyecto que él había creado. Propuso los nombramientos de los Jefes de Departamento y de Sección, que fueron aceptados por el Consejo Técnico Administrativo. Como Jefes de Departamento propuso a:

- Luis Barreiro Zabala (Información Técnica)
- Isidro Sans Darnís (Investigación Industrial)

Y como Jefes de Sección a:

- Miguel Mataix Soler (Fichas Técnicas)
- Amador González Soto (Laboratorio)
- Manuel Salís Martínez (Hierro)
- Félix Aranguren Sabas (Acero)
- José Navarro Alcácer (Fundición)
- Miguel Puebla Camino (Forja)
- Manuel Méndez de Vigo (Especiales)
- Rafael Calvo Rodés (Aplicaciones Industriales de los Productos Siderúrgicos).

También en esta misma primera reunión, el Director informó que la plantilla estaba cubriéndose con los elementos técnicos y administrativos necesarios para el desarrollo de las labores previstas y adelantó que el per-

sonal con el que el Instituto iba a empezar a funcionar no llegaba a la mitad de la plantilla final prevista. A continuación, anunció su propósito de que el Instituto empezase a trabajar a partir del día 1º de mayo.

Una gran parte del personal de las categorías superiores procedía del Ejército, por lo que, en algunos aspectos, en el nuevo Instituto la autoridad se ejercía como si de un cuartel se tratase. Algunos miembros de este personal, se trataban entre sí en calidad de *mi general*, *mi coronel*, etc. y cuando llegaba la hora de salir del trabajo, incluso los colaboradores, tenían por costumbre acercarse al despacho del jefe correspondiente y pedirle permiso para ausentarse. Sin embargo, teniendo en cuenta las difíciles condiciones y el entorno social en que se vivía en aquellos años, existía un gran compañerismo entre los distintos estratos en que estaba muy claramente distribuido el personal. Es de señalar también que sobre todo este ambiente flotaba la actitud un tanto paternalista de los superiores y, sobre todo, de D. Agustín Plana hacia todo el personal.

Como es natural, lo más sencillo era comenzar con las labores de carácter burocrático. Así, las distintas Secciones que integraban el Departamento de Información Técnica se pusieron en marcha de forma inmediata.

Las funciones de cada una de estas Secciones eran las que someramente se describen a continuación.

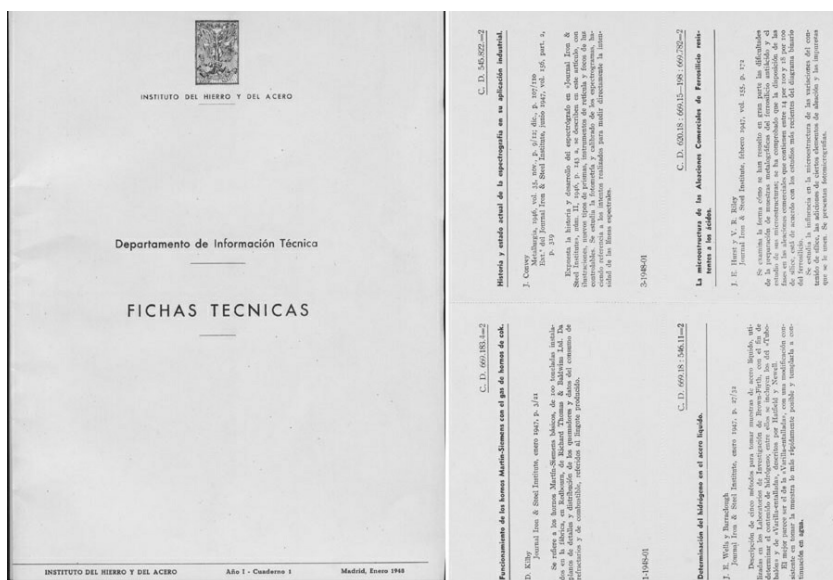
## DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

### Traducciones

La misión de esta Sección consistía en traducir los resúmenes de los artículos que aparecían en las revistas extranjeras y que eran seleccionados por los expertos correspondientes. Posteriormente, dichos resúmenes se utilizaban para preparar unos denominados *Cuadernos de Fichas Técnicas* que se distribuían entre los miembros del Instituto. La labor de traducción la realizaban la Srta. Mercedes Fuentes de Bustillo (traductora de inglés), D. Luis Calvo Zaluskowski (traductor de alemán) y D. Fernando Texidor Suárez (traductor de francés). También se traducían artículos completos que se consideraban de interés para algún técnico del Instituto o que solicitaban del exterior. Se trataba de una labor de gran importancia, pues en aquellos momentos de penuria no era fácil el acceso a las revistas extranjeras, ya que la suscripción a las mismas era muy costosa.

### Fichas Técnicas

De las revistas que se recibían en la Sección de Biblioteca y Publicaciones, la Sección de Fichas Técnicas extraía breves resúmenes de los artículos que los especialistas adscritos a esta labor consideraban más interesantes. Al principio, las fichas así preparadas se destinaban a la circulación interna. Más tarde, incluidas en los denominados *Cuadernos de Fichas Técnicas*, se distribuyeron entre todos los miembros del Instituto. El primero de estos Cuadernos, que tendrían carácter mensual, se distribuyó en el mes de marzo de 1948.



Carátula de un cuaderno de Fichas Técnicas y una de sus páginas.

## Biblioteca y Publicaciones

Dentro del Departamento de Información Técnica, se dedicó atención preferente a la Sección de Biblioteca y Publicaciones. Teniendo en cuenta las grandes dificultades que hubiera supuesto crear una biblioteca propia, al principio, se organizó un fichero bibliográfico siderúrgico realizado mediante un detenido estudio de todas las bibliotecas nacionales que dispusiesen de fondos sobre esta materia.



Vista de la biblioteca.



Más tarde, se empezó a organizar la biblioteca propia, en la que se recibían revistas especializadas en los distintos campos de la Metalurgia y que procedían de distintos países, en especial de Alemania, del Reino Unido de la Gran Bretaña, de Francia, de Italia y de los Estados Unidos de América. Asimismo, y en la medida en que era económicamente posible, se adquirieron los libros que recomendaban los técnicos interesados. También se utilizaba como medio para la adquisición de revistas extranjeras el intercambio con la que publicaba el Instituto, titulada *Instituto del Hierro y del Acero*. Ya a comienzos de 1949, el Instituto realizaba dichos intercambios con entidades afines tan prestigiosas como el Iron and Steel Institute (Reino Unido), Institute of Metals (India), Jernkontoret (Suecia), Institut de Recherches de la Sidérurgie (Francia), Centre de Documentation Sidérurgique (Francia), Union Gramme (Bélgica) y Ontario Research Foundation (Canadá).

A la Sección de Biblioteca se le dedicó inmediatamente gran atención, puesto que sobre ella había de recaer la responsabilidad de poner en manos de los técnicos españoles la gran cantidad de información que se preveía había de recogerse en ella.

Inmediatamente, se empezó a dotar a la biblioteca del personal necesario para empezar a actuar. Como Jefe de la misma se nombró a D. Joaquín González Carvajal y como auxiliares a D. Mariano Gil Claría y a D. Víctor Sánchez Pedrosa. Poco después se incorporaría D. Mariano Crespo García, que durante un breve período había estado destinado en la Sección de Estadística.

Como Jefe de esta Sección de Estadística se nombró a D. Agustín Plana Susín y como colaborador a D. Fausto Martínez de Azcoytia.

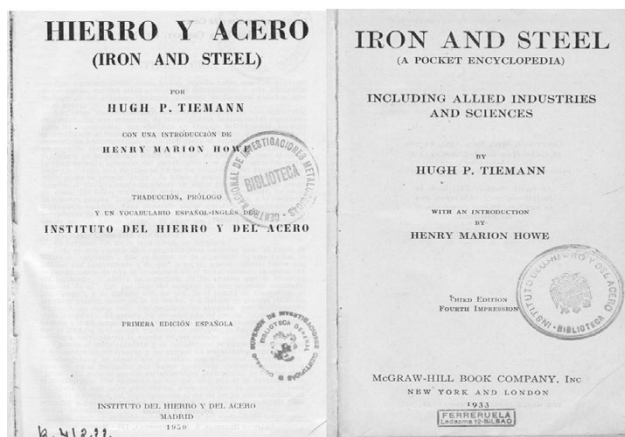
A estos nombramientos les siguieron algunos más de personal que sería destinado a otras secciones y cuya misión sería poner en marcha la máquina burocrática del nuevo organismo.

En pocos años, el Instituto del Hierro y del Acero consiguió disponer de una importante biblioteca especializada. Su gran fondo estaba a disposición tanto de los miembros del Instituto como de las Escuelas Especiales y de la Universidad, así como de estudiantes y del público en general, bien mediante su asistencia a la Sala de Lectura, bien a través de los medios de reproducción existentes en aquellos momentos, principalmente fotocopias.

Verdaderamente, en aquellos últimos años del decenio de los 40 y primeros del 50, la bibliografía técnica en español, y en concreto la específica del campo de la siderometalurgia, no era muy abundante. En este sentido, el Instituto del Hierro y del Acero emprendió la tarea de editar algunas publicaciones que facilitasen el trabajo a los industriales, en especial, a los que formaban parte de empresas de tamaño medio o pequeñas.

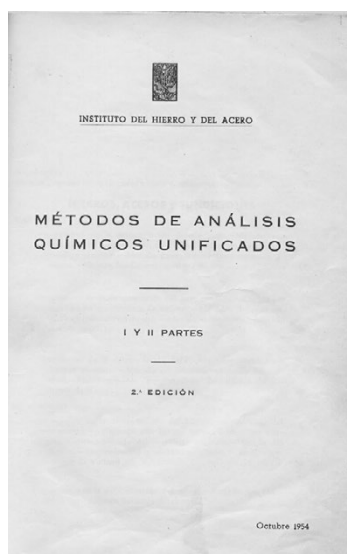
Así, hacia 1950, el Instituto comenzó a editar una serie de publicaciones de gran interés para toda la profesión. Entre las obras editadas se incluía, traducida al español, una enciclopedia norteamericana dedicada a la siderurgia titulada *Iron and Steel*, popularmente conocida como «*el Timan*», que casi cuarenta años antes (su primera edición se publicó en

1910) había sido editada en los Estados Unidos por Hugh P. Tiemann, pero cuyo contenido aún seguía vigente. Se trataba de una obra de consulta en la que, además de un completo vocabulario metalúrgico, se describían los más modernos, en aquel tiempo, procedimientos siderúrgicos. Su aparición fue un éxito rotundo y el interés por esta obra duró unos cuantos años. Los derechos de traducción se fijaron en 200 dólares por cada 1.000 ejemplares editados.



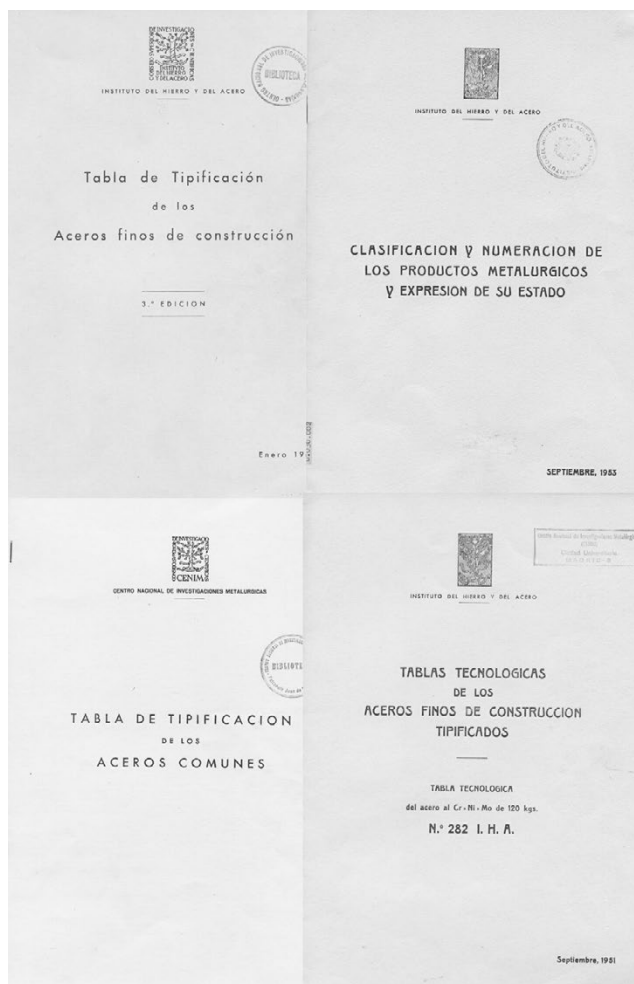
El importante diccionario enciclopédico de la Metalurgia *Iron and Steel* fue traducido al español por los técnicos del Instituto.

En este mismo año de 1950, el Instituto publicó la primera edición, a la que seguirían otras, de los *Métodos de Análisis Químicos Unificados*, que durante mucho tiempo fueron guía para numerosos laboratorios de todo el país y de interés general para la industria siderometalúrgica. También dedicó gran atención a la edición de las *Tablas de Tipificación de Aceros*, que durante muchos años sirvieron de referencia a fabricantes y usuarios, para la producción a los primeros y el uso a los segundos, de los productos siderometalúrgicos de que podía disponer la industria española del momento. Asimismo, se preocupó de proporcionar medios que facilitasen a los científicos y técnicos españoles el acceso a los textos extranjeros y participó en la edición de los diccionarios multilingües *Stahleisen Wörterbuch*, a cuya edición aportó los correspondientes términos espa-



Cubierta de la publicación *Métodos de Análisis Químicos Unificados*.

ños que se añadieron a los términos en los diversos idiomas que incluían dichos diccionarios.



*Tablas de Tipificación de diferentes aceros.*

En lo que se refiere a las tablas de tipificación de aceros es preciso extenderse en razón de la importancia que tuvieron durante bastantes años. A su preparación, dedicó el Instituto grandes esfuerzos casi a partir de su creación y fueron un ejemplo de la colaboración del Instituto del Hierro y del Acero con los laboratorios del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica, ya que la mayor parte de los datos que se incluían en estas tablas fueron fruto del trabajo conjunto de técnicos de ambos centros bajo la dirección de D. Rafael Calvo Rodés.

En aquella época, después de la Guerra Civil, la fabricación de acero ya era uno de los indicadores utilizados para ilustrar el desarrollo alcan-



# STAHL EISEN- WÖRTERBUCH

Deutsch - Spanisch

Spanisch - Deutsch

## DICCIONARIO HIERRO Y ACERO

Aleman - Español

Español - Aleman

Herausgegeben vom / publicado por  
VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE  
in Zusammenarbeit mit / en colaboración con el  
INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO

413.164:669.1=643

1960

VERLAG STAHL EISEN MBH · DÜSSELDORF

El diccionario alemán *Stahleisen Wörterbuch*.

que se recogían las composiciones a que se debían ajustar los productos siderúrgicos para aplicaciones determinadas, así como sus características mecánicas en los estados habituales de suministro. Se publicaron tablas de tipificación dedicadas a numerosos tipos de acero: de construcción, para herramientas, soldables, de perfiles especiales para construcciones soldadas, de los aceros comunes, etc. También publicó una *Clasificación y Numeración de los Productos Metalúrgicos y Expresión de su Estado* y una *Tabla de Colores* para el marcado de los productos siderúrgicos que resultó de gran interés sobre todo para los almacenistas.

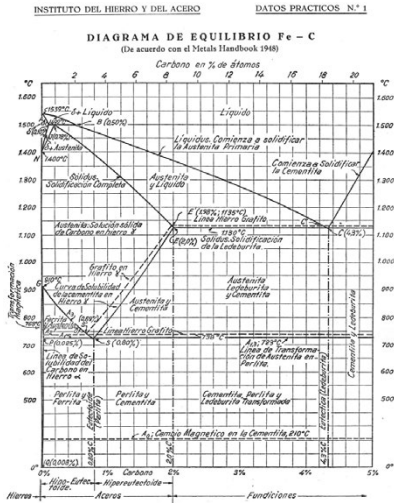
Para acompañar a estas tablas, que recogían, como se ha dicho, los intervalos de composición apropiados a cada uso, se prepararon las llamadas Muestras Tipo, que no eran sino una muestra homologada de virutas del acero correspondiente que servirían para contrastar si la composición de un acero determinado se ajustaba a lo establecido para el mismo. Las muestras tipo estaban compuestas por un frasco que contenía 100 g de viruta del acero que se trataba, acompañado

zado por un país. En España, como consecuencia de la destrucción sufrida en todos los campos que tenían alguna relación con esta actividad, la producción siderúrgica descendió a los niveles de unos cuantos años atrás. Escaseaban los productos siderúrgicos de todas clases y tipos y se estableció una política de cupos que asignaban las autoridades.

Como consecuencia de la necesidad de reconstruir medio país, la industria siderúrgica se dispuso a trabajar a su máxima capacidad. Sin embargo, el control sobre la calidad de la producción no era lo exigente que hubiera sido conveniente. Por ello, el Instituto pensó que era preciso proporcionar a las empresas y a los usuarios algún medio que pusiese orden tanto en la producción como en la calidad de la misma. La solución se encontró en la publicación de una serie de tablas de tipificación en las



Muestras-tipo elaboradas por el Instituto destinadas a su uso como patrones de contraste.

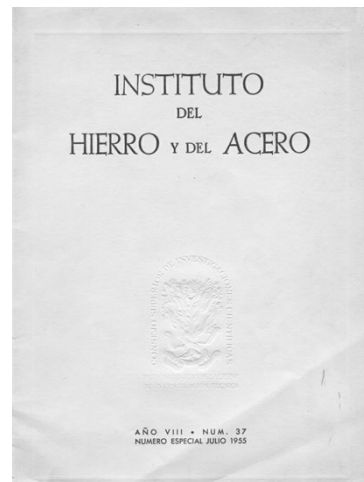


*Hojas de Datos Prácticos.* Se trataba de mostrar, de una forma práctica, los pasos necesarios para llevar a cabo determinadas pruebas destinadas a conocer mejor algunas características de los aceros, como eran el ensayo Jominy para determinar su templabilidad, los ensayos de dureza Brinell y Rockwell, el ensayo a la chispa, la determinación del tamaño de grano en aceros, el diagrama hierro-carbono, la curva característica de tracción en aceros, etc., etc. La mayor parte de estas *Hojas de Datos Prácticos* habían sido publicadas en la revista oficial de la American Society for Metals, *Metal Progress*, o se incluían en el *Metals Handbook*, de la misma sociedad americana, que cedió al Instituto los derechos de publicación. No obstante, también se publicaron algunos Datos Prácticos preparados por técnicos del Instituto, labor en la que sobresalió el destacado metalurgista D. Francisco Muñoz del Corral. También, durante muchos años, estos datos prácticos fueron muy solicitados por la industria. Al igual que en el caso de las tablas de tipificación, la labor de recopilación o preparación de la información que incluían los Datos Prácticos pasó a desarrollarla el Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo.

de un folleto que incluía un certificado de análisis químico, los métodos de análisis recomendados para el tipo de acero en cuestión, así como sus datos tecnológicos.

Durante bastantes años, esta iniciativa sirvió para mejorar la fabricación de productos siderúrgicos en nuestro país. Posteriormente, esta actividad pasó a manos del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo (en la actualidad AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación), en cuyas Comisiones participaron siempre de modo muy activo muchos de los técnicos del Instituto.

Con esta misma finalidad, la revista del Instituto incluía en cada uno de sus números unas denominadas

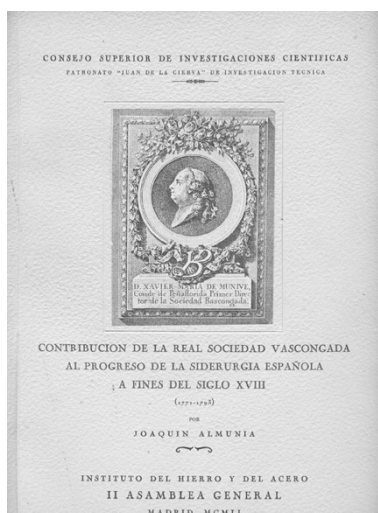


Cubierta de la revista del Instituto.

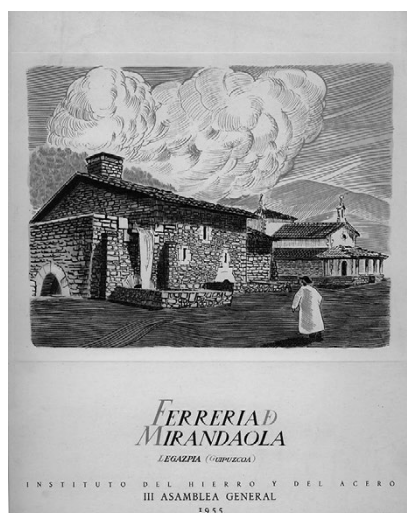
Un poco en consonancia con las tablas de tipificación de aceros estaban otras, que recogían las características de determinados aceros y que se denominaban tablas tecnológicas y curvas de transformación y que estaban dedicadas a un solo tipo de acero.

Desde el mismo momento de su puesta en marcha, el Instituto consideró necesario crear un medio que le permitiese tener informados tanto a sus miembros como a toda la comunidad siderúrgica de las novedades que surgiesen en este campo, así como de las actividades que desarrollaban sus especialistas. Con este fin creó la revista *Instituto del Hierro y del Acero*, que, con carácter trimestral, comenzó a publicarse con el número correspondiente a los meses de julio-septiembre de 1948. Su recorrido se interrumpió diecisiete años más tarde, cuando apareció su último número, el 95, correspondiente al trimestre octubre-diciembre de 1964, fecha en la que, poco después de la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, fue absorbida, al igual que las que publicaban los Institutos de la Soldadura y de Metales no Ferreos, por *Revista de Metalurgia*.

También editó el Instituto algunas publicaciones de carácter histórico que fueron muy bien acogidas, como *Contribución de la Sociedad Vascongada al Progreso de la Siderurgia Española a Fines del Siglo XVIII* que, firmada por D. Joaquín Almunia, se publicó con ocasión de la II Asamblea del Instituto, y *Ferrería de Mirandaola*, en la que se describía esa famosa ferrería del siglo XVI reconstruida en 1956 por D. Patricio Echevarría y que se distribuyó entre los asistentes a la III Asamblea General.



Cubierta de la publicación del Instituto *Contribución de la Real Sociedad Vascongada al Progreso de la Siderurgia Española a finales del siglo XVIII*.



Con ocasión de su III Asamblea General, el Instituto distribuyó entre los asistentes una interesante publicación sobre la *Ferrería de Mirandaola*.

## **Estadística**

La Sección de Estadística recogía los datos de producción y consumo de los diversos productos siderúrgicos fabricados tanto en España como en los principales países productores. Estos datos se daban a conocer a los técnicos y miembros del Instituto que estaban interesados.

Como Jefe de la Sección se nombró a D. Agustín Plana Susín, y como colaborador a D. Fausto Martínez de Azcoytia.

## **Relaciones con el Exterior**

Por fin, en el organigrama del Instituto del Hierro y del Acero, en lo que se refiere al Departamento de Información Técnica, figuraba la Sección de Relaciones con el Exterior.

### **DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN INDUSTRIAL**

El Departamento de Investigación Industrial incluía las Secciones de Hierro, Acero, Laminación, Fundición, Forja, Especiales y Aplicaciones Industriales de los Productos Siderúrgicos.

Fue siempre preocupación primordial del Instituto del Hierro y del Acero la colaboración con la industria. Su actividad tenía siempre como meta el servicio a la industria. Por ello, desde sus comienzos, mantuvo estrechas relaciones de colaboración con los técnicos que desarrollaban sus actividades en las empresas de toda España. Uno de los métodos seguidos para llevar a cabo esta colaboración eran las llamadas reuniones de sección, en las que se invitaba a participar, junto a los especialistas del Instituto, a los técnicos de las empresas.

Ya en noviembre de 1947, a los pocos meses de la creación del Instituto convocaban reuniones de este tipo las Secciones de Hierro, Especiales, Laboratorios, Fundición, Acero, Laminación, Forja y Aplicaciones Industriales de los Productos Siderúrgicos.

Estas reuniones, de carácter monográfico y relacionadas con la actividad de la Sección de que se tratase, tenían como fin dar a conocer a los técnicos que prestaban sus servicios en la industria las actividades del Instituto y conocer de primera mano sus problemas, así como estudiar las posibilidades para contribuir a la solución de los mismos.

## **Departamento de Laboratorios**

En la sesión celebrada el día 30 de abril de 1947 y a propuesta del Presidente del Consejo de Administración del Instituto del Hierro y del Acero, la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva acordó que D. Agustín Plana se hiciese cargo directo del Departamento de Laboratorio, por lo que se le nombró Jefe del mismo.

En la segunda reunión del Consejo de Administración del Instituto del Hierro y del Acero, D. Agustín Plana dio cuenta de que el Patronato había aceptado la propuesta del Instituto y había nombrado Subdirector y Jefe del Departamento de Investigación Industrial a D. Isidro Sans Darnís. De este modo se iba configurando la estructura directiva del Instituto.

Pensando en todo, el Patronato fijó los emolumentos que debían abonarse tanto al Presidente como a los Consejeros por su asistencia a los Consejos. El Presidente del Consejo de Administración percibiría 250 PTA y los Consejeros 150. A los Consejeros residentes fuera de Madrid se les asignó la cantidad adicional de 60 PTA.

Naturalmente, también se fijaron los sueldos a percibir por los nuevos funcionarios. Por ejemplo, el sueldo de un Ayudante de Laboratorio (Licenciado en Ciencias Químicas) se fijó en 18.000 PTA íntegras anuales, incrementado por un suplemento de 9.000 PTA, también íntegras y con carácter anual. En el otro extremo de la escala, el sueldo de un Aspirante, empleo que correspondía a un recién llegado, con unos 18 años de edad, y que era la categoría superior a la de Botones, ascendía a 5.714,20 PTA anuales.

### **Departamento de Metales no Férreos**

En este proyecto no figuraba un departamento de metales. Inicialmente, D. Agustín Plana había pensado en un centro cuyas actividades se centrasen exclusivamente en el hierro y sus aleaciones.

Sin embargo, con ocasión de la celebración de su I Asamblea General, el Instituto incluyó una denominada Mesa E que tenía como materia a discutir los metales no férreos. Posteriormente, hacia mayo de 1949, ante el éxito del Instituto, las industrias dedicadas a otros metales, como el cobre, el aluminio, el estaño, etc. pidieron al Instituto que estudiase la posibilidad de incluir entre sus actividades estos y otros metales no férreos. Incluso los directivos de tales industrias enviaron una petición al Patronato para que en el organigrama del Instituto se incluyese un Departamento de Metales no Férreos que se ocupase de la investigación relativa a dichos metales. También las empresas Aluminio Español, S.A. y Empresa Nacional del Aluminio hicieron aportaciones que correspondían a las ventas de aluminio por ellas realizadas desde abril de 1950 a septiembre de 1951.

Durante algunos años, el Instituto trabajó sobre esta idea y hasta la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva, en su reunión celebrada el 7 de mayo de 1952, acordó quedara integrada en el Instituto del Hierro y del Acero la investigación de los metales no férreos, autorizando la creación en el mismo de dicho Departamento para que seguidamente pudiese comenzar a trabajar. En consecuencia, el Instituto inició la organización de la plantilla necesaria para su Departamento de Metales que llegó a tener dos colaboradores, D. Sebastián Feliu Matas y D. Manuel Serra Ribera, que incluso realizaron algunos trabajos en ese campo, cuatro o cinco laborantes y un funcionario admi-



nistrativo, D. Francisco Zapater Grasa. Sin embargo, más tarde, el Patronato desestimó aquella idea y decidió crear un Departamento de Metales no Férreos, independiente de cualquier Instituto y que estaría vinculado directamente al Patronato. Este Departamento, convertido después en Instituto, junto a los del Hierro y del Acero y de la Soldadura, pasaría a formar parte del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

#### SEDE SOCIAL DEL INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO

Las oficinas del Instituto del Hierro y del Acero se instalaron en un piso de alquiler que ocupaba la primera planta del número 13 de la calle de Villanueva, de Madrid. Las puertas de estas oficinas se abrieron por primera vez el día 5 de mayo de 1947. La tercera reunión del Consejo Técnico Administrativo del Instituto ya se celebró en estos locales el día 25 del siguiente mes de junio, ocasión que se aprovechó para inaugurar oficialmente las actividades del Instituto.

Como muestra del deseo del Instituto de entrar en contacto lo antes posible con la realidad industrial del país, la cuarta reunión del Consejo se celebró en Bilbao el día 19 del siguiente mes de agosto en la Sala de Consejos de Altos Hornos de Vizcaya.

Sin embargo, D. Agustín Plana estaba decidido a que aquel domicilio no tuviese otro carácter que el de provisional. Desde el mismo momento de la creación del Instituto, su idea era disponer de las instalaciones adecuadas para desarrollar las labores de investigación con las que tanto él como la industria del país habían soñado. Asimismo, en su proyecto se incluía la instalación de una Escuela de Fundición. Para la construcción de ésta, el Instituto había recibido un ofrecimiento del Sr. Martínez Roca, por el que la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales cedería los terrenos necesarios para su construcción.

En cualquier caso, ya en el año 1947, D. Agustín Plana recibió un escrito del Patronato Juan de la Cierva en el que se le comunicaba que se había pedido a la Junta de Gobierno de la Ciudad Universitaria la cesión de terrenos destinados a construir Institutos dependientes del Patronato. En ese escrito, se solicitaba que, con la mayor brevedad, se enviase un estudio sucinto en el que se describiese la distribución de las secciones con que había de contar el Instituto del Hierro y del Acero, así como la superficie total que se preveía iba a ser necesaria. Como ya se ha dicho, el Instituto



Vista actual del edificio de la calle Villanueva 13, de Madrid, donde se ubicaron las primeras oficinas del Instituto.

estaba utilizando varios laboratorios gracias a la generosidad del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica, de distintas Facultades de la Universidad, de Escuelas Especiales y de otras instituciones y, además, tenía el ofrecimiento de la cesión de unos terrenos pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales para construir en ellos la Escuela de Fundición.

En estas circunstancias, el Consejo Técnico Administrativo decidió contestar al Patronato en el sentido de que, en el caso de aceptar los terrenos, sería para centralizar en un solo edificio, o en sus proximidades, las oficinas, los laboratorios y la Escuela de Fundición. Para recibir una respuesta hubieron de transcurrir dos años. En dicha respuesta, el Patronato contestó afirmando que también él deseaba que el Instituto dispusiese de un edificio propio para oficinas y laboratorios.

Sin embargo, poco después, el Patronato adquirió unos terrenos entre las calles de Serrano y Joaquín Costa, en los que pretendía instalar, además de su propia sede, las de los Institutos de la Construcción y del Cemento, del de Racionalización y Normalización y las del Instituto del Hierro y del Acero y del Instituto de la Soldadura. Posteriormente, este proyecto fue modificado y quedó reducido hasta el punto de que en aquellos terrenos solamente se construyó la sede del Patronato.

En enero de 1951 se recuperó el proyecto inicial del Patronato que consistía en construir los nuevos edificios para el Instituto en la Ciudad Universitaria. Con este propósito se entró en conversaciones con los arquitectos de la Ciudad Universitaria y se planificaron los nuevos edificios para el Instituto. Después de algunos titubeos en lo que se refiere al emplazamiento, se eligió el definitivo, que estaría ubicado en una zona situada junto a la «nueva avenida que une la glorieta de la Central Térmica con la calle de Isaac Peral».

Tras una reunión a la que asistieron el interventor del Estado, un arquitecto de la Ciudad Universitaria y un representante del Instituto, se envió al Patronato una solicitud de aprobación de un gasto de 8.237.363,70 PTA. Asimismo, se solicitó la aprobación necesaria para sacar a concurso público las obras de construcción de los nuevos edificios, además de la autorización para sacar a concurso restringido la adquisición de las estructuras metálicas necesarias y la construcción de una central de transformación eléctrica.

Como quiera que en la construcción del edificio surgieran algunas dificultades que podrían haber retrasado su terminación, se estudió la posibilidad y conveniencia de adquirir unas naves industriales en las que instalar los laboratorios con los equipos que ya se iban adquiriendo.

Para empezar a trabajar con dichos equipos, a mediados de 1949, el Instituto alquiló, en el núm. 51 de la calle de Tomás Bretón, de Madrid, una nave de 22 x 8 m. En esta nave se puso en marcha una planta piloto en la que la Sección de Hierro pudo llevar a cabo una serie de importantes estudios con distintos minerales españoles, en un momento, además, en el que la escasez de materias primas planteaba un gravísimo problema. Asimismo, se instalaron los equipos necesarios para realizar ensayos con arenas de moldeo y una planta piloto de sinterización de minerales.



Fachada del edificio de la calle del Plomo en el día de su inauguración oficial.

Más tarde, en noviembre de 1951, durante una visita que el entonces Presidente del Patronato, Sr. Suanzes, giró al Instituto se le planteó la cuestión de la necesidad de disponer de unos edificios adecuados. De acuerdo con el Director del Instituto, el Sr. Suanzes dio su visto bueno a la adquisición de unas naves propiedad de la empresa Naves Industriales, S.A.

Unas semanas después de la mencionada visita, el Patronato comunicaba al Instituto que «informado favorablemente por la Intervención General del Estado el expediente relativo a la adquisición del edificio situado en la calle del Plomo núm. 4, en el barrio de Legazpi, en Madrid, por un importe

de 3.420.522 PTA, la Presidencia del Patronato ha autorizado dicha adquisición para la instalación de sus laboratorios provisionales». Una vez que se dispuso de ellas, los equipos que habían estado instalados en Tomás Bretón se trasladaron a las nuevas naves.

Como anécdota-testimonio de la delicada situación económica del país es de señalar que uno de los proveedores de equipos de laboratorio más importantes de Europa, la casa Amsler, de Suiza, tuvo que enviar al propio Sr. Amsler a España para que negociase con el Ministerio de Industria y Comercio el pago de dichos equipos debido a las dificultades de disponer de las divisas necesarias con las que realizar los pagos correspondientes. Para que la importación se realizase, el Sr. Amsler hubo de ofrecer facilidades de pago.

Para inaugurar las nuevas instalaciones de que iba a disponer el Instituto, se consideró oportuno elegir la fecha del 25 de junio de 1951, con el fin de hacerla coincidir con la fecha de inauguración del propio Instituto cuatro años antes.

La reunión del Consejo Técnico Administrativo correspondiente al mes de julio de 1952 se celebró en los locales de los nuevos laboratorios



El entonces Jefe del Estado inauguró los laboratorios del Instituto en la calle del Plomo en el barrio de Legazpi, de Madrid. Un momento de la visita en el que escucha las explicaciones del investigador Dr. Muñoz del Corral en presencia del Director del Instituto y de los Ministros de Educación, Sr. Ruiz Jiménez, y de Industria, Sr. Planell Riera.

«de Legazpi» y se cerró con una visita del Presidente y de los Consejeros a las instalaciones. El Director describió detalladamente todas y cada una de las instalaciones de que ya se disponía y los trabajos en curso en cada una de ellas. Asimismo, indicó que se esperaba la llegada inmediata de un laboratorio completo para la realización de ensayos mecánicos suministrado por la casa Amsler; además de estos equipos, se incluían, entre otros, varios hornos de alta frecuencia y hornos para ensayos a alta temperatura para tratamiento térmico, aparatos de rayos X, un microscopio metalográfico y un espectrógrafo de gran dispersión.

Hacia mediados de 1952, cuando el Instituto dispuso de las nuevas instalaciones en Legazpi, se produjo un punto de inflexión en su actividad, que hasta entonces se había asentado en la información y en la ayuda a la industria y a partir de esas fechas empezó a actuar, además, como un verdadero centro de investigación.



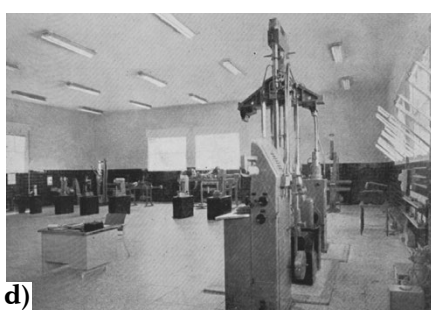
a)



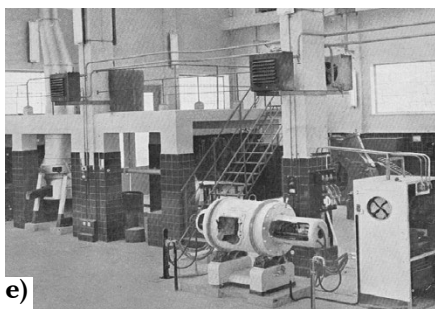
b)



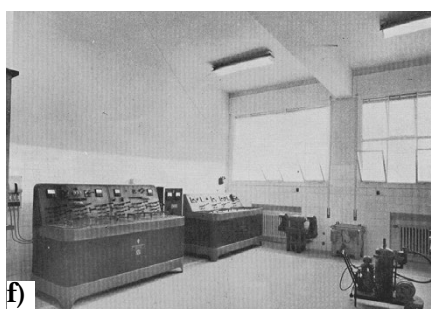
c)



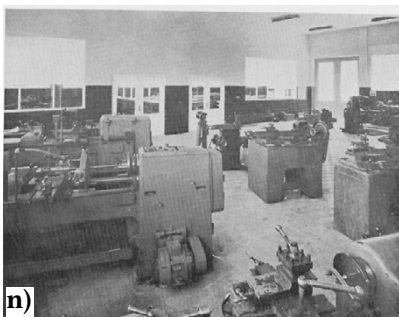
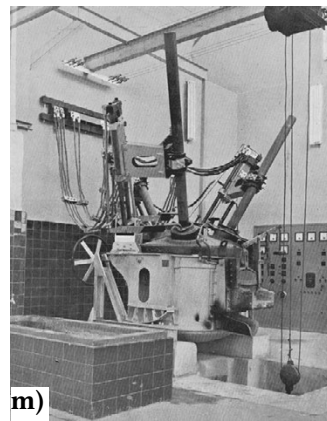
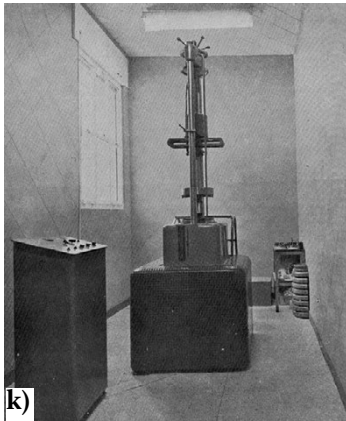
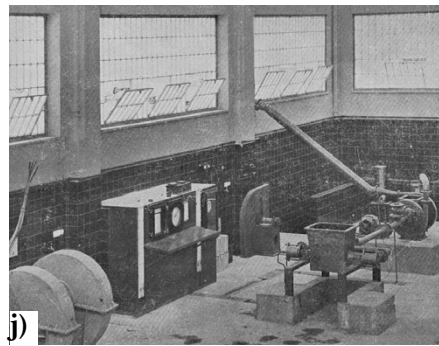
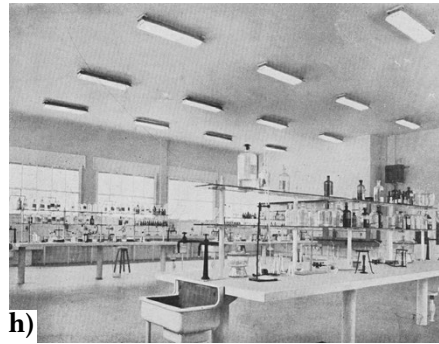
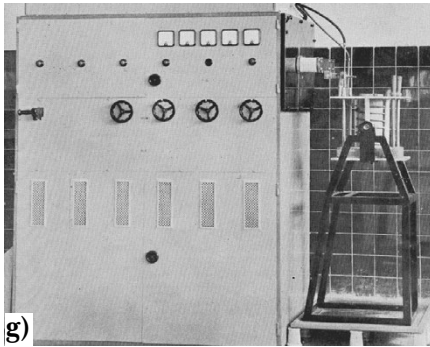
d)



e)



f)



Algunos de los laboratorios y equipos del Instituto en sus nuevas instalaciones de la Ciudad Universitaria: a) Laboratorio de Ensayos Eléctricos y Magnéticos; b) Equipo para la determinación de gases en metales; c) Máquina de fluencia; d) Vista general del Laboratorio de Ensayos Mecánicos. e) Nave de Fundición; f) Vista parcial de la Sala de Galvanotecnia y Corrosión; g) Horno de inducción de alta frecuencia; h) Vista general de la Sala de Química; i) Vista parcial de la Sala de rayos X; j) Instalación experimental para la sinterización de minerales; k) Vibróforo; m) Horno eléctrico de arco; n) Taller mecánico.

Su plantilla aumentó de forma considerable. Ingresó numeroso personal tanto técnico como auxiliar e inmediatamente empezaron a instalarse todos los equipos traídos de la antigua nave de Tomás Bretón. En seguida, entraron en servicio algunos de ellos, como los pertenecientes a los laboratorios de física y química, el taller mecánico y la planta de sinterización.



Grupo de los técnicos que empezaron a trabajar en los nuevos laboratorios de la calle del Plomo. De pie (de izq. a dcha.): señores Rubio, Serra, Muñoz del Corral, Cacho, Feliu, Boned, Álvarez, Bermúdez de Castro y Suárez. Sentados: señores Puig de Bistué, Barrenechea, señorita Hilarina Carrancio de la Plaza y señores Ors y Sánchez-Girón.



Grupo del personal auxiliar de los laboratorios del Instituto en la calle del Plomo.



Banco metalográfico.

En septiembre, se entregó a la Sección de Acero un horno eléctrico trifásico Demag AEG de 300/500 kg de capacidad, destinado a la fabricación de aceros y fundiciones. La Sección de Fundición disponía de un cubilote de 300 kg y de un horno Arctal de 50 kg; en la Sección de Forja se instaló un martillo pilón de 125 kg con su correspondiente horno de recalentar.

Las dificultades económicas del momento impidieron que algunos de estos equipos funcionaran con regularidad dado el elevado coste de su puesta en servicio.

En febrero de 1953, se creó el Departamento de Investigación Básica y Aplicaciones, al tiempo que se completaban los laboratorios de Físico-Química, Metalografía, Química y Ensayos Mecánicos con nuevo material, del que cabe destacar la adquisición de un gran banco metalográfico, en aquellos momentos único en España, y 16 máquinas para ensayos mecánicos. De esta manera, se fue capacitando al Instituto para la realización de los estudios y experiencias que exigía el cumplimiento de su programa de investigación.

Como se ha dicho, hacia mediados de 1952, ingresó la mayor parte del personal técnico que más tarde emprendería los primeros trabajos de investigación en aquellos laboratorios. Todos ellos eran jóvenes procedentes de diferentes puntos de España y que unidos a los que ya llevaban algunos años en el Instituto, como eran Félix Aranguren Sabas, Rafael Calvo Rodés, Guillermo Coll y Gómez Trevijano, Pedro Gómez Baeza, Amador González Soto, Manuel Méndez de Vigo, José Navarro Alcácer, Miguel Puebla Camino, Manuel Salís Martínez e Isidro Sans Darnís, formaron un cuerpo técnico amplio y bien preparado para hacer frente al compromiso que asumían. Con su trabajo y dedicación proporcionaron un gran prestigio al Instituto.

Al paso del tiempo, de entre ellos salieron quienes más adelante ocuparían los puestos de Directores, Jefes de Sección y de Departamento, y todos ellos, en representación del Instituto, y más tarde del CENIM, fue-

ron miembros de numerosas comisiones especializadas tanto en organismos españoles como extranjeros. En estos recuerdos de aquel tiempo, no se pueden olvidar sus nombres: José Miguel Álvarez Brito, Miguel Pedro de Andrés Sanz, José María Bermúdez de Castro, José Antonio Boned Sopena, Francisco Cacho Falcó, Hilarina Carrancio de la Plaza, Sebastián Feliu Matas, Miguel Ángel Guillén Rodrigo, Luis Froufe Carlos, Juan José Jáuregui Epalza, Fernando Medina García, Francisco Muñoz del Corral, José María Navarro Alvargonzález, José Ors Martínez, Lamberto Rubio Felipe, Víctor Sánchez Girón, Manuel Serra Ribera, Ramón Suárez Acosta, Teresa Santos Molero...

De la importancia de los esfuerzos realizados y de las expectativas que la creación del Instituto del Hierro y del Acero había levantado da testimonio el hecho de que el 31 de enero de 1955, el entonces Jefe del Estado, General Franco, visitase los laboratorios y felicitase a D. Agustín Plana por la labor llevada a cabo hasta el momento, como hizo constar en el Libro de Oro del Instituto. Pudo apreciar el General, la falta de espacio y lo poco adecuado de las instalaciones disponibles para unos laboratorios de tal envergadura y con tantas perspectivas de proyección hacia el futuro. Por ello, indicó la conveniencia de la adquisición de otro edificio. Informado de tal circunstancia el Sr. Suanzes, se tomó la decisión de acelerar los trámites necesarios para la instalación definitiva en los terrenos de la Ciudad Universitaria. Con ese fin, se preparó un estudio en el que se contemplaba la concesión de un crédito por parte del Instituto Nacional de Industria<sup>1</sup> por un montante de 30 millones de pesetas.

Tras un año de gestiones, el Consejo de Ministros aprobó la concesión del crédito solicitado, según orden de Presidencia del Gobierno de 29 de febrero de 1957.

Por su parte, el Instituto remitió al Patronato la documentación preparada por el Gabinete Técnico de la Ciudad Universitaria, que constaba de una colección completa de planos, una memoria descriptiva y el presupuesto de la construcción. Asimismo, y aceptando las indicaciones del Patronato, se remitió al Batelle Memorial Institute una colección de planos para que hiciese las sugerencias que considerase oportunas.

El Batelle Memorial Institute era y continúa siendo una acreditada entidad de carácter no lucrativo que mantenía una amplia red de laboratorios y centros de ensayo que gozaba de gran prestigio en todo el mundo. Su sede central se encuentra en la ciudad estadounidense de Columbus,

---

<sup>1</sup> El Instituto Nacional de Industria (INI) fue creado en 1941 por el entonces Ministro de Industria y Comercio Juan Antonio Suanzes Fernández, quien también fue Presidente del Patronato Juan de la Cierva.

Su propósito era promover la creación de empresas industriales que pudiesen ayudar a la recuperación del país en unos momentos en los que la Nación se encontraba casi en bancarrota a consecuencia de las enormes pérdidas, tanto humanas como materiales, sufridas durante la Guerra Civil.

El INI, en realidad un *holding* estatal, alcanzó a crear numerosas e importantes empresas siderúrgicas (ENSIDESA), de fabricación de automóviles de turismo (SEAT), de fabricación de camiones (ENASA), construcción de buques (Empresa Nacional Bazán de Construcciones Navales Militares), etc.

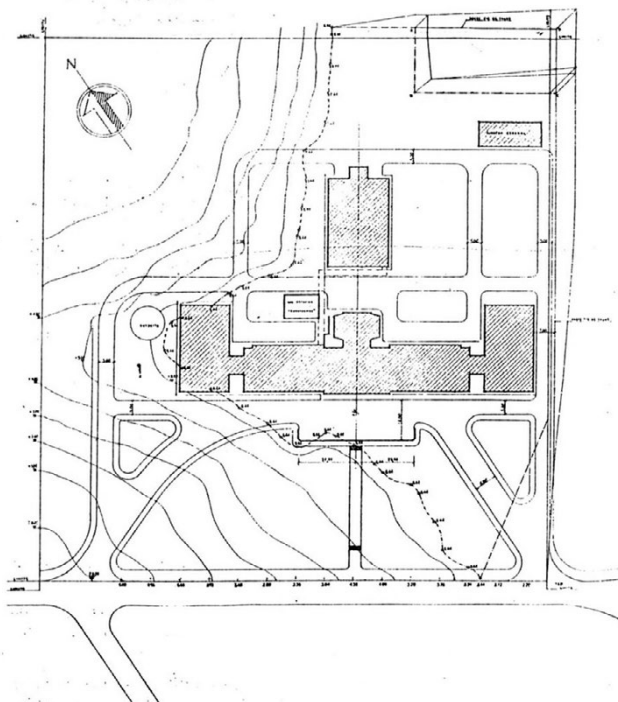
En los años 80, tras el ingreso de España en la CEE, el Gobierno fue privatizando todas las empresas encuadradas en el INI.



(Ohio). Su sucursal en Europa reside en Suiza. Tanto el Instituto del Hierro y del Acero como, posteriormente, el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas han mantenido con él una estrecha relación.



Vista aérea parcial de la Ciudad Universitaria de Madrid. La cruz indica la parcela en la que más tarde se construirían los edificios del Instituto.



Plano de la disposición general de las instalaciones del Instituto en la Ciudad Universitaria.



Vista aérea de los edificios del Instituto en 1959, año de su entrega por la empresa constructora.

El Consejo de Administración del Instituto deseaba que el nuevo edificio estuviese terminado en 1959. En ese año correspondía celebrar la IV Asamblea General del Instituto y, además, se había concedido al mismo la organización de un importante congreso de carácter internacional: el de la Fundición.

Con fecha 1º de junio de 1957, el Patronato comunicó al Instituto que la Comisión Permanente de su Junta de Gobierno había aprobado el proyecto de edificio remitido por el Instituto. Asimismo, la Intervención General de la Administración del Estado había aprobado el presupuesto, que ascendía a la cantidad de 19.692.368,07 PTA. Inmediatamente, se convocó un concurso público para la adjudicación de las obras, que se falló el 14 de octubre de 1957. Estudiadas las propuestas recibidas, que alcanzaron la cifra de dieciséis, la Mesa de Adjudicación propuso la concesión de las obras a la empresa Helma, S.A., que se comprometía a la ejecución de las mismas por un total de 17.483.657,19 PTA, lo que representaba una baja respecto al tipo de cerca de dos millones de pesetas. La propuesta fue aprobada por la Junta Económica del Patronato el día 21 de octubre de 1957 y por la Junta de Gobierno dos días después. En esa fecha, se formalizó el contrato de construcción mediante la correspondiente escritura pública.

Una vez formalizada la adjudicación de la obra principal, la Junta de Obras procedió a la adjudicación de una serie de obras auxiliares, como la instalación de calefacción, cuyo coste ascendió a 918.917 PTA, y que realizó la empresa Schneider, mientras que la instalación de la acometida y distribución de gas le fue concedida a Gas Madrid, S.A. por un importe de 72.851 PTA. La instalación eléctrica se le asignó a la firma Industria Eléctrica Francisco Benito Delgado por un importe de 1.267.396,63 PTA.

Otros tipos de gastos fueron los que ocasionó el acondicionamiento y el mobiliario de la biblioteca, el mobiliario de la Sala de Consejos y el despacho de la Dirección.

La entrega oficial de la obra, aun cuando con carácter provisional, tuvo lugar el día 22 de enero de 1959 y a partir de esa fecha comenzó el traslado de todos los equipos de que disponía el Instituto en los edificios de la calle del Plomo, así como de las oficinas de la calle de Villanueva. La primera reunión del Consejo de Administración, la que hacía la número 128, se celebró en los nuevos locales tres meses después, el día 20 de abril.

Una vez ocupados los nuevos edificios, el Instituto recibió, en septiembre de 1960, un oficio del Patronato en el que se le comunicaba que el Ministerio de Educación Nacional había autorizado la venta de los locales de la calle del Plomo, que eran propiedad del Patronato y que el Instituto había ocupado durante siete años.

En esta misma primera reunión celebrada en los nuevos edificios de la Ciudad Universitaria, se dio cuenta de que el Patronato Juan de la Cierva había aprobado la propuesta de reorganización del Departamento de Laboratorio, que el Instituto había presentado previamente, y según la cual dicho Departamento se denominaría en lo sucesivo Departamento de Investigación Básica y Aplicaciones, y estaría formado por las Secciones de Química y Físico-Química, Metalografía, Rayos X, Ensayos Eléctricos y Magnéticos, Ensayos Mecánicos, Estudios y Tratamientos Térmicos, Metales distintos del Hierro y sus Aleaciones, y Aplicaciones Industriales de los Metales en General.

Posteriormente, por iniciativa del Instituto, se creó la Asociación Técnica de Fundición (ATF), cuya misión principal debía consistir en «fomentar, impulsar y desarrollar por todos los medios posibles la técnica industrial en todo lo concerniente a la fundición». Los trabajos de investigación que emprendiese esta nueva asociación se llevarían a cabo en los laboratorios del Instituto y para que su conexión con éste fuese más estrecha, su sede se instalaría en un despacho en los edificios del mismo.

## ACTIVIDADES DEL INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO

Muy pronto el Instituto comenzó a desarrollar actividades de gran importancia. En junio de 1947, D. Agustín Plana se entrevistó con D. Agustín Marín, director del Instituto Geológico y Minero de España, con el fin de alcanzar un acuerdo según el cual ambos Institutos emprenderían en colaboración una serie de estudios destinados a valorar varios criaderos de hierro existentes en las provincias de Vizcaya y Santander.

Por esas mismas fechas, las distintas secciones pusieron en marcha programas de reuniones periódicas con los especialistas que trabajaban en la industria. Hasta poco antes de su desaparición para pasar a formar parte del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, las Comisiones integradas en las distintas Secciones del Instituto del Hierro y del Acero celebraban reuniones con mucha frecuencia que solían congregarse a numerosos asistentes interesados en las cuestiones que se discutían.

## DELEGACIONES

Para conocer más de cerca los problemas que se le planteaban a la industria, el Instituto decidió crear una especie de sucursales en alguna de las regiones más desarrolladas del país en el campo de la Siderometalurgia.

En consecuencia, en respuesta a un acuerdo del Consejo Técnico Administrativo del Instituto, la Comisión Permanente del Patronato Juan de la Cierva, en su reunión del 24 de mayo de 1947, aprobó la creación en Bilbao y Barcelona de dos Secciones Destacadas. La radicada en Bilbao se denominaría Sección Destacada de Hierro y tendría su domicilio en el Centro Industrial de Vizcaya. La de Barcelona se llamaría Sección Destacada de Aplicaciones Industriales de los Productos Siderúrgicos y su sede se instalaría en el Instituto de Investigaciones Técnicas de Barcelona.

La citada Comisión Permanente aprobó también, el 2 de junio siguiente, la creación en Bilbao de una Oficina para la Investigación de Minerales.

Posteriormente, el 21 de octubre de 1949, se constituyó la Sección destacada de Acero, que se acogió a la hospitalidad de la Mutualidad de Empresas Mineras, con sede en Oviedo.

También estableció el Instituto Secciones Destacadas en Sevilla, San Sebastián y Zaragoza.

En otro orden de cosas, en estos primeros años de su existencia, el Instituto quería ampliar sus contactos con los especialistas en metalurgia. Por ello, con mucha frecuencia organizaba ciclos de conferencias a los que se invitaba a participar a los expertos más destacados, tanto españoles como extranjeros, que exponían sus conocimientos en conferencias que eran seguidas con gran interés y que después daban lugar a animados debates entre los asistentes que procedían, además de Madrid, de todas partes de España.

A modo de ejemplo, es de señalar que en el año 1949 intervino en este tipo de conferencias, entre otros, una personalidad tan destacada como M. Albert Portevin, Miembro de la Academia Francesa de Ciencias, Consejero Científico del Institut de Recherches de la Sidérurgie, y Miembro correspondiente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid y de la Academia de Ciencias y Arte de Barcelona.

## MIEMBROS DEL INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO

Para establecer algún tipo de vinculación entre el Instituto y las personas o entidades que pudieran estar interesados en sus actividades, se crearon las diferentes figuras de Miembros del Instituto del Hierro y del Acero. Estos Miembros podían ser a) Miembros Honorarios; b) Miembros Colectivos; c) Miembros de Número; d) Asociados Colectivos, y e) Asociados de Número. La condición de Miembro de Honor recaería en personalidades destacadas en el campo de la metalurgia a los que el Instituto otorgaría esa distinción como reconocimiento a su trayectoria profesional

o en agradecimiento a servicios prestados por el galardonado. La evolución del número de Miembros ofrece una buena medida para calibrar el interés que fue despertando el quehacer del Instituto entre quienes se dedicaban a cualquier actividad dentro del mundo de la Metalurgia.

Al final del primer año de su existencia la lista de Miembros había alcanzado la cifra de 463. En 1950, es decir, tres años después de su creación, llegó a los 1.016. En 1955 a 1.463, y en 1959 llegó a la cifra de 3.000 miembros, sin incluir los de Honor. Entre estos últimos, cabe destacar a los Sres. Portevin, Delbart y Allard, de Francia; Köster, Seemann y Fry, de Alemania; Dürrer, de Suiza, Castro e Solla, de Portugal y Matuschka, de Austria.

## EL FINAL DEL INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO

Desde bastante tiempo atrás, quizá a partir de 1960, empezaron a oírse rumores relacionados con la posible modificación de las estructuras del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y, por ende, del Patronato Juan de la Cierva y del Instituto del Hierro y del Acero.

Ya en octubre de 1962, el Secretario Técnico del Patronato, en funciones de Secretario General, D. Manuel Lora Tamayo, realizó una visita para conocer las nuevas instalaciones del Instituto. Entre los asuntos que trató, destacaron los estudios que se estaban realizando sobre enriquecimiento de minerales. También se hizo eco de los rumores sobre la posible construcción de los edificios que albergarían a los Institutos de la Soldadura y de Metales no Férreos en las inmediaciones de los terrenos del Instituto del Hierro y del Acero.

En relación con los aludidos rumores, el 8 de febrero de 1963, se recibió un oficio del Patronato en el que se informaba de las bases para la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) y que contemplaba la integración en dicho nuevo centro de los Institutos del Hierro y del Acero, de la Soldadura y de Metales no Férreos. Dichas bases habían sido aprobadas dos días antes, el 6 de febrero, por la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva.

Aproximadamente un mes más tarde, el 26 de marzo, era nombrado Director Técnico del nuevo centro D. José M<sup>a</sup> Sistiaga Aguirre, quien hasta entonces había desempeñado, entre otros, el cargo de Director del Departamento de Metales no Férreos, posteriormente Instituto de Metales no Férreos. Con posterioridad, el Sr. Sistiaga fue nombrado Director General del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

La decisión de crear el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y de que este asumiera las funciones que anteriormente desempeñaban los mencionados Institutos estaba justificada por la conveniencia de obtener el máximo rendimiento de los medios, tanto humanos como materiales, que poseían los Institutos, al tiempo que se aprovechaban las instalaciones de que disponía el Instituto del Hierro y del Acero y se evitaba la necesidad de construir nuevas sedes para los otros dos Institutos.

Así, el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, integrado en régimen asociativo con los tres Institutos, se organizó para llevar adelante sus fines de la siguiente forma:

*Presidente*

Nombrado por la Junta de Gobierno del CSIC.

*Junta de Gobierno*

Integrada por el Presidente del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, los Presidentes y dos Vocales de los Consejos Técnicos Administrativos de los tres Institutos y el Director Técnico del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, que actuaría como Secretario, siendo Asesores los Miembros de Honor de los Institutos de la Soldadura y del Hierro y del Acero.

*Director Técnico*

Nombrado por la Junta de Gobierno del Patronato y que sería el responsable de la puesta en práctica de los acuerdos de la Junta de Gobierno, en relación con las actividades propias del Centro.

*Gabinete Técnico*

Integrado por el Director Técnico del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, los Directores de los tres Institutos, y los científicos más destacados del personal investigador y cuya misión principal sería elaborar los proyectos de investigación y nombrar los Jefes de cada programa de investigación.

*Consejos Técnicos Administrativos*

de los respectivos Institutos, que serían su órgano rector y representativo máximo.

Posteriormente, en el mes de julio, D. Rafael Calvo Rodés, que había sido Asesor Técnico del Instituto del Hierro y del Acero, fue nombrado Presidente de la Junta de Gobierno del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, órgano equivalente al Consejo Técnico Administrativo.

Las relaciones entre el Instituto del Hierro y del Acero, personalizado en D. Agustín Plana, y el Patronato, organismo fiscalizador de los movimientos del Instituto, habían pasado por momentos difíciles. Sin embargo, en la primera reunión celebrada tras la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas por el Consejo Técnico Administrativo del Instituto, ya en marcha su disolución, D. Alfonso de Churrua, su todavía Presidente, leyó un oficio del Patronato en el que se transcribía otro enviado al ya ex director del Instituto D. Agustín Plana.

En dicho oficio se comunicaba que la Junta Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato, en su sesión de 25 de marzo de 1963, con ocasión de la designación de cargos para el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, y en atención a los méritos del fundador del Instituto del Hierro y del Acero, D. Agustín Plana Sancho, que había permanecido en el cargo durante dieciséis años, había acordado distinguirlo con el nombramiento de Director Honorario del mismo y de Asesor Técnico de la

Junta de Gobierno del nuevo centro. Para sustituirle de modo provisional, hasta tanto el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas tuviese carta de naturaleza, se nombró a D. Isidro Sans Darnís. Posteriormente, D. Isidro Sans, que había acompañado al Sr. Plana en la subdirección del Instituto casi desde su fundación, dimitió de su cargo.

Como ya se ha dicho, la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas tenía como fin reunir al Instituto del Hierro y del Acero, al Instituto de la Soldadura y al Instituto de Metales no Férreos en un solo organismo, lo que suponía la desaparición de todos ellos. Pero antes de que fuese efectiva esa fusión era preciso liquidar los tres Institutos.

En la que podríamos llamar Comisión Liquidadora de los anteriores Institutos, el del Hierro y del Acero estaría representado por D. Fernando Serrano y D. Manuel Salís.

Por fin, el 29 de octubre de 1963, en sus locales de la Ciudad Universitaria de Madrid, el Instituto del Hierro y del Acero celebró la 175ª reunión de su Consejo Técnico Administrativo, a la que, presidida por D. Alfonso de Churrua y actuando como Secretario D. Luis Urbano Blasco, asistieron los siguientes Consejeros:

- Isidro Sans Darnís
- Eduardo Merello Llasera
- José Salgado Muro
- Ramón Moreno y Pasquau
- Fernando Serrano López
- Francisco Pintado Fe
- José Terraza Martorell.

Excusaron su asistencia los Sres. Consejeros D. Manuel Salís Martínez, D. Leandro J. de Torrónegui Ibarra, D. Mariano Cancor Gómez, D. José María Aguirre e Isasi, D. Julián Bernal Nieves, D. Manuel Junoy Cornet y D. Ricardo Gortázar y Manso de Velasco.

El Consejero, Sr. Sans Darnís, que tras la jubilación de D. Agustín Plana había actuado como Director en funciones, solicitó una excedencia de seis meses.

Para finalizar aquella reunión, el Consejo tomó sus dos últimas decisiones. Por la primera acordó por unanimidad entregar la dirección del Instituto a D. José María Sistiaga Aguirre, Director Técnico del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y por la segunda, el Presidente del Instituto, Sr. Churrua, de acuerdo con D. Rafael Calvo, Presidente del Centro, en el proyecto de integrar en el nuevo Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, los Institutos de Soldadura, del Hierro y del Acero y de Metales no Férreos, anunció que aquella sería la última reunión del Consejo Técnico Administrativo del Instituto del Hierro y del Acero.

Así acabó la brillante andadura del Instituto del Hierro y del Acero que, en cierta medida, continúa en la que recorre, en la actualidad, el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.





## EL INSTITUTO DE METALES NO FÉRREOS

(1957-1963)

La creación del Instituto de Metales no Férreos, el hermano menor de los Institutos de la Soldadura y del Hierro y del Acero, recorrió un camino diferente a los que habían seguido sus hermanos mayores. Su creación fue el resultado de una lucha mantenida durante varios años entre el Patronato Juan de la Cierva y el Instituto del Hierro y del Acero.<sup>1</sup>

Desde el momento en que fue creado el Instituto del Hierro y del Acero, su Director, D. Agustín Plana, creyó que la actividad del nuevo Instituto no podía quedarse exclusivamente en el campo de la siderurgia y que debía ampliar sus funciones e incluir entre ellas la investigación en el campo de los metales no férreos.

En la reunión del Consejo Técnico Administrativo del Instituto del Hierro y del Acero celebrada el 14 de diciembre de 1948, el Sr. Plana, propuso la creación, dentro del organigrama del Instituto, de un Departamento dedicado a la investigación de los metales no férreos. En la propuesta, se incluía desde la nueva denominación que habría que dar al Instituto del Hierro y del Acero, hasta la organización y los primeros estudios a desarrollar. Según el Sr. Plana, la propuesta se realizaba «recogiendo los deseos de la industria nacional de los metales no férreos», que así lo había solicitado en la reunión que con motivo de la I Asamblea del Instituto celebrada en noviembre de 1948, se dedicó a los metales no férreos. Incluso llegó a incorporar a su plantilla a dos técnicos, D. Sebastián Feliu Matas y D. Manuel Serra Ribera, y un administrativo, D. Francisco Zapa-ter Grasa, además de varios laborantes, con el fin de poner en marcha el proyecto. La petición de la industria de los metales no férreos estaba plenamente justificada, dado que el Patronato recaudaba subvenciones procedentes de las tasas parafiscales con que se gravaban los productos de estas empresas, que, además, precisaban encontrar ayudas técnicas que contribuyesen a la solución de sus problemas.

---

<sup>1</sup> Comparada con la que recorrieron los Institutos de la Soldadura y del Hierro y del Acero, la trayectoria del Departamento, posteriormente, Instituto de Metales no Férreos, fue bastante breve. Además, quizá por estar durante la mayor parte de la misma vinculado al Patronato Juan de la Cierva, la información que sobre el mismo ha llegado hasta nosotros es más bien escasa, lo que justifica que su historia resulte más breve que la de los otros Institutos que pasaron a formar el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

En mayo de 1952, el Patronato envió al Instituto del Hierro y del Acero un oficio en el que le comunicaba que la Comisión Permanente de su Junta de Gobierno había decidido asignar al Instituto el importe recaudado y generado por el canon fijado sobre el precio del aluminio y autorizar, con cargo a dicho importe, la iniciación de un plan de investigación sobre la materia. Posteriormente, en febrero de 1953, el Patronato aprobó una iniciativa del Instituto en la que se proponía la reestructuración de su Departamento de Laboratorios, según la cual dicho Departamento pasaría a denominarse Departamento de Investigación Básica y Aplicada. Este Departamento estaría integrado por las Secciones de Química y Físico-Química, Metalografía, Rayos X, Ensayos Eléctricos y Magnéticos, Ensayos Mecánicos, Estudios y Tratamientos Térmicos, Metales Distintos del Hierro y sus Aleaciones y Aplicaciones Industriales de los Metales en General.

Sin embargo, la idea del Instituto del Hierro y del Acero encontró muchas dificultades. La inclusión del estudio de los metales no férreos entre las actividades del Instituto del Hierro y del Acero podría hacer de este una entidad de tal importancia que podría destruir el equilibrio del Patronato Juan de la Cierva. La lucha por la creación de esta Sección en el seno del Instituto del Hierro y del Acero duró varios años.

Así las cosas, el Patronato Juan de la Cierva decidió resolver la cuestión. El 2 de enero de 1957, en una reunión de la Comisión Permanente de su Junta de Gobierno, se toma el acuerdo de crear un Departamento de Metales no Férreos, que dependería directamente del Patronato; en esa misma reunión, se decidió también nombrar Director de dicho Departamento a D. José M<sup>a</sup> Sistiaga Aguirre. Posteriormente, en 1962, este Departamento fue elevado a la categoría de Instituto y el Sr. Sistiaga fue refrendado en el cargo de Director, que continuó desempeñando hasta 1963, año en el que se disolvió el Instituto de Metales no Férreos para pasar a formar parte, junto a los Institutos de la Soldadura y del Hierro y del Acero, del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

Como paso previo a la creación del Departamento de Metales no Férreos, en 1956, D. Manuel Lora Tamayo, Secretario General del Patronato Juan de la Cierva puso en práctica una amplia política de becas en el extranjero. Además, entre 1956 y 1957, el Patronato organizó un Coursillo de Introducción a la Investigación Metalúrgica que fue desarrollado por Mr. B. Gonder, del Batelle Memorial Institute. Asistió a este Coursillo parte del personal investigador que, procedente de otros Centros del Patronato, había de ingresar en el nuevo Departamento. Entre los asistentes se encontraban algunos de los científicos que más adelante habían de desarrollar una importante labor tanto en el Departamento como más tarde en el CENIM. Entre ellos, se encontraban D. Manuel Serra Ribera, D. Sebastián Feliu Matas, D. Antonio de la Cuadra Herrera y D. José Emilio Álvarez.



D. José María Sistiaga  
Aguirre.

A la creación del Departamento, los Sres. Feliu y Serra serían nombrados Jefes de las Secciones de Fundición y Metalografía y de Corrosión y Electroquímica, respectivamente.

En abril de 1961, en una reunión celebrada en la Sala de Juntas del Instituto Torres Quevedo quedó constituido el primer Consejo Técnico Administrativo del Departamento de Metales no Férreos, con el propósito de dotar a éste de personalidad jurídica propia dentro del Patronato Juan de la Cierva.

Esta primera reunión estuvo presidida por D. Manuel Lora Tamayo, quien, tras unas palabras de salutación, dio posesión de sus cargos a los integrantes del nuevo Consejo Técnico Administrativo, que quedó constituido de la siguiente forma:

Presidente

- José María Pazó Montes,  
Director de la Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos

Vocales

- Juan Sitges y Fernández Victorio  
Director para España de la Real Compañía Asturiana de Minas
- Javier Arisqueta Pereira  
Director de la Empresa Nacional del Aluminio
- José Luis Sobrino Vicente  
Ingeniero Principal de la Sociedad Minero-Metalúrgica de Peñarroya, S.A.
- Antonio Blanco García  
Centro de Estudios Técnicos de Metales Especiales del Instituto Nacional de Industria (INI)
- Ángel Vian Ortuño  
Jefe de la División de Investigaciones de Piritas Españolas
- Julio de Mendiguren Echegaray  
Director de «Eduardo K.L. Earle, S.A.» de Bilbao
- Enrique Gutiérrez Ríos  
Catedrático de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid
- José María Sistiaga Aguirre  
Director del Departamento de Metales no Férreos.

Más adelante se consideró la conveniencia de incluir en el Consejo Técnico Administrativo un Vocal que representase los intereses de la industria del estaño. Para ocupar dicho puesto se propuso presentar al

Patronato a D. Francisco Torras Serratac6, Ingeniero Industrial, director de la empresa Minero-Metalúrgica del Esta6o, S.A.E., Presidente del Subgrupo del Esta6o en el Sindicato Nacional del Metal y miembro correspondiente en Espa6a del Institute of Metals, de Inglaterra.

En esta primera sesi6n del Consejo T6cnico Administrativo, D. Manuel Lora Tamayo, Secretario General del Patronato Juan de la Cierva, que presidi6 el acto, expres6 a los presentes su agradecimiento y el del Patronato por haber aceptado formar parte del Consejo T6cnico Administrativo y de una manera especial al Presidente, Sr. Paz6, muy vinculado al Patronato y que anteriormente haba presidido tambi6n la Comisi6n de Investigaci6n Metalúrgica del mismo, cuya gesti6n dio lugar a la creaci6n del Departamento de Metales no F6rreos.

El Sr. Lora, tras ensalzar los equipos humanos de que dispona el Departamento de Metales no F6rreos para desarrollar su trabajo y aludir a su juventud y magnífica formaci6n, dio por constituido el Consejo.

En nombre de los vocales, tom6 la palabra el Sr. Sitges para poner de manifiesto el agradecimiento de quienes haba sido designados para formar parte del Consejo.

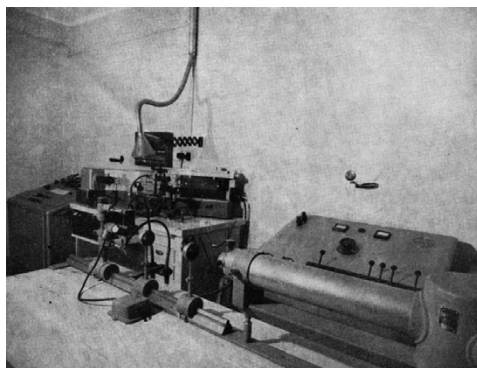
Por su parte, el Sr. Paz6 agradeci6 al Sr. Lora la deferencia que el Patronato Juan de la Cierva haba tenido hacia 6l nombrándole Presidente del Consejo T6cnico Administrativo del reci6n creado Departamento de Metales no F6rreos.

Prosigui6 la reuni6n bajo la Presidencia del Sr. Paz6, quien explic6 que la misma tena el car6cter de mera toma de contacto, por lo que cedi6 la palabra a quien haba sido hasta entonces Director del Departamento, Sr. Sistiaga, para que diese una idea de c6mo funcionaba el Centro y presentase un resumen de la labor que haba realizado hasta el momento y el rumbo que el nuevo Departamento deba seguir en el futuro.

En su intervenci6n, el Sr. Sistiaga dio cuenta de la labor de formaci6n de personal que fue preciso acometer en el momento de la creaci6n del Departamento en febrero de 1957, para lo que se puso en pr6ctica una amplia política de becas en el extranjero.

Quiso tambi6n dar a conocer sus prop6sitos en cuanto a la orientaci6n futura del Departamento y a la fijaci6n de sus objetivos. Afirm6 que hasta la constituci6n del Consejo haba tratado como Director de que la actividad total del Departamento obedeciera a un criterio de unidad y personalidad propia del mismo. Para ello, se6al6 que, en ocasiones, haba tenido que vencer dificultades de tipo personal, puesto que sus decisiones implicaban el establecimiento de un principio de investigaci6n dirigida que, en su opini6n, era perfectamente justificable al tratarse de un Centro de investigaci6n aplicada. Esto no significaba que el Centro no fuese a llevar a cabo labores de investigaci6n de tipo fundamental, que requieren el respeto y fomento de las propias iniciativas del investigador; suponía simplemente que ese tipo de investigaci6n se llevaría a cabo, en general, únicamente en aquellos terrenos que fuesen de la exclusiva competencia del Centro, como podían ser la metalurgia física, la metalurgia extractiva de metales no f6rreos y la fundici6n.

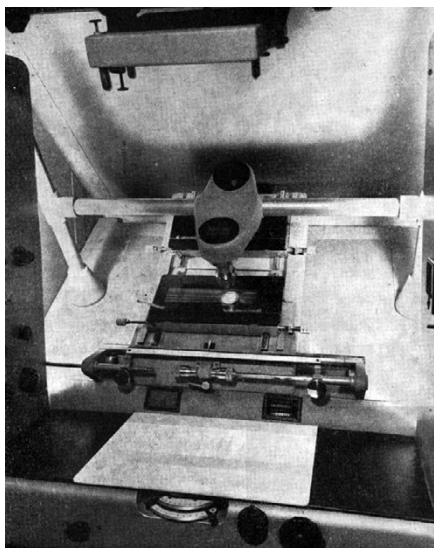
El Sr. Sistiaga informó también de distintos aspectos de la actualidad del Departamento, como era la plantilla total en aquellos momentos y de los planes de trabajo en marcha. Unos tenían como fin prestar ayuda técnica a la industria, abordando problemas de carácter aplicado, mientras otros trataban temas metalúrgicos de interés científico según los criterios dominantes en la época en otros centros dedicados a la investigación metalúrgica.



Conjunto de espectrógrafos y generadores del Instituto.

El Departamento de Metales no Férreos se desarrolló rápidamente a partir del grupo inicial. Los despachos y laboratorios estaban situados en la calle Serrano 144, de Madrid, dentro de las instalaciones del Instituto Torres Quevedo. Tuvieron mucha importancia en esta primera etapa los trabajos para las industrias del plomo, del cinc y del aluminio. Además, se estructuraron las relaciones con estas industrias a través de revisiones de carácter técnico y de una labor normativa. También se habían realizado estudios sobre la posible aplicación del mercurio en metalurgia por ser de interés general para España ampliar las bases de aplicación de este metal.

En relación con los trabajos científicos en metalurgia física que se realizaban, cabe destacar los relativos a la caracterización microestructural y su relación con las propiedades mecánicas de diversos plomos españoles y las propiedades antifricción de aleaciones de base plomo o estaño.



Fotómetro óptica Milano.

En 1961, el Departamento de Metales no Férreos contaba con las Secciones:

- Corrosión y Electroquímica
- Fundición
- Metalurgia Extractiva
- Metalurgia Física
- Análisis Químico.

El personal técnico era el siguiente:

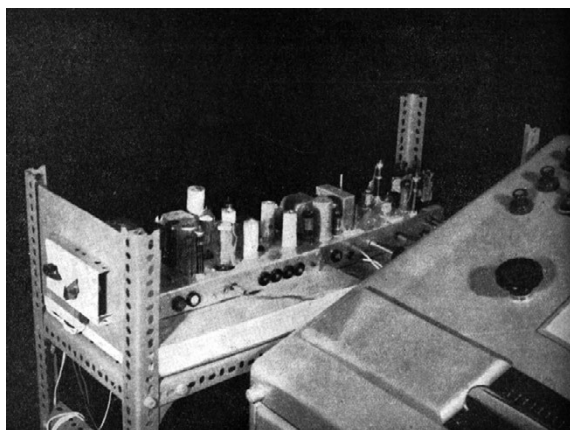
- Manuel Serra Ribera,  
Jefe de la Sección de Corrosión y Electroquímica
- Sebastián Feliu Matas  
Jefe de la Sección de Fundición y Metalografía
- Antonio de la Cuadra Herrera  
Jefe de la Sección de Metalurgia Extractiva

- Joaquín Hernáez Marín  
Jefe de la Sección de Metalurgia Física
- José Luis Jiménez Seco  
Jefe de la Sección de Análisis Químico
- José Emilio Álvarez García
- Josefa Fernández Ballesteros
- José Luis Limpo Gil
- Rafael Lizarbe Ruiz
- Miguel López Peña
- Ángel de Luis Martín
- Leandro de Luis Martín
- Juan José Regidor Arribas
- Luis Manuel Rivoir Gómez
- Juan José Royuela Arce
- José Luis Ruiz Martínez
- José M<sup>a</sup> Sistiaga Aguirre
- José Luis Torrubiano Aranda

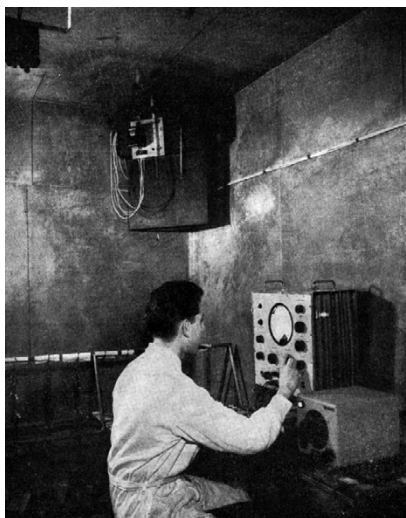
La plantilla la completaban nueve becarios, catorce ayudantes de investigación, cinco administrativos y un subalterno.

El presupuesto del Departamento, a 31 de diciembre de 1960, se elevaba a 9.120.452,10 PTA.

El Sr. Sistiaga siguió describiendo, a grandes rasgos, las actividades de las distintas Secciones del Departamento. Se refirió en concreto a las Secciones de Corrosión y de Análisis Químico. La jefatura de la primera la desempeñaba, como ya se ha dicho, el Sr. Serra Ribera, antiguo colaborador en el Instituto del Hierro y del Acero, quien para ampliar su formación se había trasladado en octubre de 1957 a la Universidad de Cambridge donde había trabajado durante diez meses en investigaciones sobre la corrosión de los metales. Con el mismo propósito, D. Sebastián Feliu, Jefe de la Sección de Fundición y Metalografía, se trasladó al Massachusetts Institute of Technology (EE.UU.) para trabajar con el Prof. Flemings.



Conjunto de la Unidad Electrónica de Control.



Vista de la instalación utilizada para la medida de alargamientos.

Respecto a la Sección de Análisis Químico, el Sr. Sistiaga indicó la importancia que tenía para esta Sección disponer de los medios necesarios para efectuar análisis de gases en metales, que en aquellos momentos era un asunto de gran importancia práctica. Para ello era preciso proporcionar al personal seleccionado los conocimientos adecuados de las técnicas a seguir. Con este fin, se designó a D. Ángel de Luis Martín, quien, dado su conocimiento del idioma alemán, podría trasladarse al *Institut für Werkstoffkunde*, de la Escuela Técnica Superior de Braunschweig, cuyo Director, el Profesor Wilhelm Hofmann, se ocupaba muy intensamente del problema de la presencia de gases en los metales.

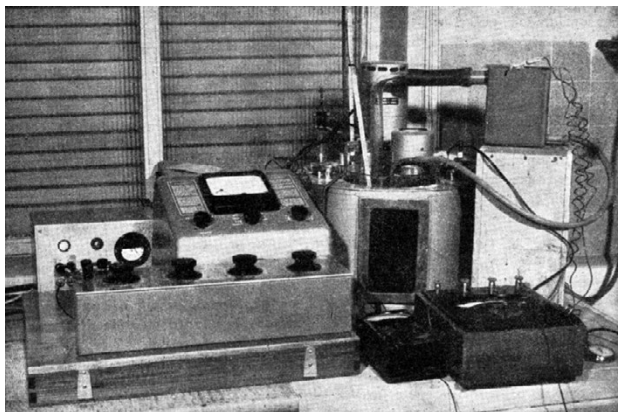
Hay que mencionar que los laboratorios de la Sección de Análisis Químicos se habían ocupado de poner a punto determinados métodos físico-químicos, en especial polarográficos, colorimétricos y espectrográficos, para la determinación de impurezas en metales, métodos no asequibles a gran parte de la industria, pero de los que debía disponer el Departamento para caracterizar de forma satisfactoria los metales y aleaciones objeto de estudio en otras secciones del mismo, así como para atender las peticiones de arbitraje que solicitaba la industria. En este sentido, se había efectuado una auténtica labor de investigación que había dado lugar a algunas publicaciones y al desarrollo de un generador de arco controlado para el análisis espectral que ofrecía numerosas ventajas, en especial para metales de bajo punto de fusión.

En cuanto a la metalurgia física, se puso de manifiesto en ese tiempo la importancia de abordar con un criterio físico los estudios referentes a aleaciones (transformaciones de fase, recristalización, propiedades mecánicas, etc.), ya que estas áreas se abordaban cada vez más por aplicación de principios científicos básicos.

También informó el Sr. Sistiaga de los logros alcanzados hasta la fecha. Entre ellos, la concesión del Premio Francisco Franco de Investigación Técnica en el año 1959 a personal del Departamento por un trabajo llevado a cabo para el aprovechamiento de minerales pobres de níquel, así como varias patentes y un contrato privado con la industria. Asimismo, se estudió y desarrolló, a petición de una firma catalana, un nuevo procedimiento para la obtención hidrometalúrgica de polvo de cobre. Estas investigaciones dieron lugar a una patente.

En los primeros años de andadura del Departamento de Metales no Férreos y al igual que los demás centros de investigación integrados en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se comenzó a establecer

nuevas relaciones y a ampliar las ya existentes con otros organismos tanto nacionales como extranjeros dedicados a las mismas o similares actividades.



Dispositivo experimental para el trabajo *Obtención electrolítica de níquel y cinc a partir de sus soluciones amoniacaes.*

En concreto, se refirió al Instituto del Hierro y del Acero, con el que, en su opinión, sería interesante llevar a cabo estudios coordinados sobre la corrosión de los metales en general. Añadió el Sr. Sistiaga que el director del Instituto del Hierro y del Acero, Sr. Plana, le había comunicado su conformidad a la propuesta de colaboración en este campo.

En este mismo sentido, el Sr. Pazó indicó que también el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica estaba interesado en establecer líneas de colaboración con el nuevo Departamento de Metales no Férreos. Asimismo, señaló la procedencia de establecer estas relaciones con el fin de que el desarrollo del futuro Departamento se dirigiese principalmente a aquellos campos de la metalurgia no cubiertos por aquel organismo, concretamente los de la metalurgia extractiva y de la fundición, con el fin de evitar que se produjesen duplicidades costosas y no siempre justificadas.

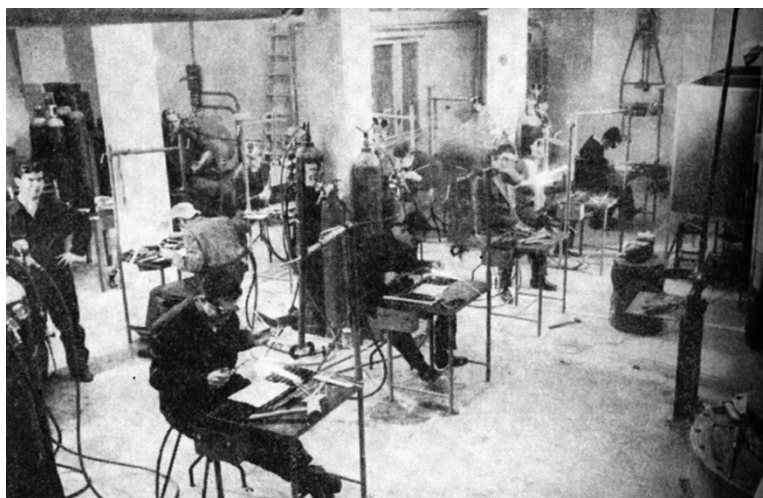


Nave de la Sección de Fundición.



Por su parte, el Sr. Vian aprovechó la oportunidad para indicar el interés del Instituto de Orientación Industrial del Sureste de España en colaborar en tales estudios.

Con ocasión de una visita realizada en 1961 por Mr. Schrade F. Radtke, Director del Programa Ampliado de Investigaciones del Instituto Americano del Zinc, y de la Asociación de Industrias del Plomo, de Nueva York, invitado conjuntamente por el Departamento y por el Servicio Nacional del Plomo, para pronunciar en Madrid una conferencia sobre las modernas aplicaciones del plomo y del cinc, se establecieron relaciones con la Lead Industries Association, de Nueva York, y con el American Zinc Institute, que en aquellos momentos financiaban conjuntamente ciertos trabajos de investigación englobados en un programa denominado AZILIA Expanded Research Program, cuya finalidad era ampliar y mejorar los campos de aplicación del plomo y del cinc. Además, Mr. Radtke visitó los laboratorios del Departamento y se habló de la posibilidad de que éste pudiera participar por contrato en dicho programa.



Vista general de la nave industrial del Instituto, en la que se realizaban los ejercicios prácticos de soldadura del aluminio y sus aleaciones.

A principios de 1962 comenzó a hablarse de la posible creación de un nuevo centro de investigación metalúrgica en el que quedarían integrados los que, en el seno del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se dedicaban a dicha actividad.

Más adelante, en noviembre del mismo año, el Sr. Sistiaga comunicó al Consejo Técnico Administrativo del Departamento de Metales no Férreos que éste sería uno de los que pasarían a formar parte del nuevo proyecto. Por ello, indicó la conveniencia de cambiar la denominación del Departamento, que pasaría a llamarse Instituto de Metales no Férreos.

En 1962, ya bajo su nueva denominación, el Instituto de Metales no Férreos firmó un contrato de investigación, por un importe de 5.000 dólares, con la Lead Industries Association, para el estudio de la corrosión química y electroquímica de diversas aleaciones de plomo.

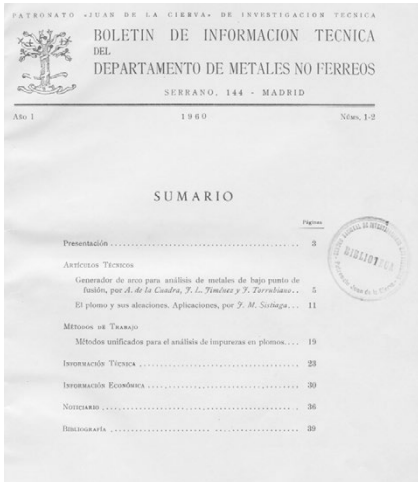
En ese mismo año de 1962, el Departamento recibió una comunicación en la que el Secretario General del Istituto Italiano del Piombo e dello Zinco informaba de que se iba a constituir un denominado Grupo Técnico Europeo del Plomo, al tiempo que le invitaba a realizar las gestiones pertinentes para designar a un representante español en el citado Grupo con el fin de representar y defender los intereses de nuestro país. El Consejo Técnico Administrativo decidió encargar esta representación al Director, Sr. Sistiaga, quien participó en una reunión celebrada en Roma con representantes de Alemania, Bélgica, España, Francia, Inglaterra, Italia y Suecia y en la que quedó constituido el que acordó denominarse Comité Europeo para el Desarrollo del Plomo.

Una de las principales preocupaciones del Servicio de Información del Departamento, bajo la jefatura de D. José Luis Ruiz Martínez, residía en el deseo de proporcionar a la industria la mayor cantidad posible de información seleccionada entre la que se originaba en los principales centros de investigación de todo el mundo en relación con las materias que eran de su interés. Por ello, a mediados de 1960, el Departamento había comenzado a publicar su *Boletín de Información Técnica del Departamento de Metales no Férreos* y siguió sus contactos con las entidades más prestigiosas en ese campo de actividad. Así, el hecho de formar parte del Comité Europeo para el Desarrollo del Plomo brindaba al Departamento la posibilidad de acceder a la información que, relativa a este metal, produjese dicho Comité, como ya había hecho con anterioridad el Servicio de Información del Departamento con las publicaciones del Tin Research Institute, que desarrollaba su actividad en el campo del estaño. El Servicio de Información del Departamento preparaba las traducciones oportunas de las publicaciones de ese Instituto. La edición de tales publicaciones debía llevarse a cabo de acuerdo con las empresas interesadas que debían asumir los gastos que se originaran. Asimismo, el Departamento solicitó su admisión como miembro español de la Lead Industries Association.

Otro de los campos en los que el Departamento desarrolló su actividad para mantener al día los conocimientos sobre los metales no férreos y poder así proporcionar la más actualizada información a la industria interesada fue la organización de conferencias dictadas por los más importantes especialistas del momento. En marzo del año 1962, en el marco de unas denominadas Jornadas del Plomo, se organizó una conferencia, que sería pronunciada por el Prof. Hofmann. En estas Jornadas, además de la conferencia, se discutiría una serie de métodos propuestos por el Departamento para el análisis químico del plomo.

En la reunión del Consejo Técnico Administrativo, celebrada el día 27 de abril de 1962, el Director del Departamento, Sr. Sistiaga, informó sobre su nombramiento para formar parte de la Ponencia Metalurgia, de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica de la Presidencia

del Gobierno. La finalidad primordial de dicha Ponencia consistía en elaborar propuestas sobre materias de investigación metalúrgica de carácter aplicado que ofreciesen interés económico. Esto permitiría establecer una mejor coordinación de las actividades de centros de investigación afines y que en su día permitirían disponer de las instalaciones experimentales necesarias para la realización de los trabajos de investigación.



PATRONATO «JUAN DE LA CIERVA» DE INVESTIGACION TECNICA	
BOLETIN DE INFORMACION TECNICA	
DEL	
DEPARTAMENTO DE METALES NO FERREOS	
SERRANO, 144 - MADRID	
Año 1	Nº 1-2
SUMARIO	
Presentación .....	3
Artículos Técnicos	
Generador de arco para análisis de metales de bajo punto de fusión, por A. de la Cuesta, J. L. Simancas y J. Torrealba .....	5
El plomo y sus aleaciones. Aplicaciones, por J. M. Santiago .....	11
Métodos de Trabajo	
Métodos unificados para el análisis de impurezas en plomos .....	19
Información Técnica .....	23
Información Económica .....	30
Noticias .....	36
Bibliografía .....	39

Sumario del primer número del *Boletín de Información Técnica del Departamento de Metales no Ferreos*.

La creación de la mencionada Ponencia Metalurgia y la misión que se le encomendaba hacen pensar que quizá en aquel momento ya estaba decidida la puesta en práctica de la idea que había de llevar a la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

Pocos meses después, en la reunión del Consejo que se celebró el día 22 de octubre de 1962, el Sr. Sistiaga señaló la conveniencia de cambiar la denominación de Departamento de Metales no Ferreos, que hasta entonces había ostentado el organismo, por la de Instituto de Metales no Ferreos. Justificó esta propuesta «en razón de la necesidad de efectuar una labor de actividades coordinadas entre los tres centros de investigación metalúrgica del Patronato, Hierro y Acero, Metales

no Ferreos y Soldadura». Añadió que la organización del Departamento y la labor efectuada hasta el momento justificaban, por otra parte, la denominación de Instituto. Se acordó por unanimidad elevar a la superioridad la propuesta del cambio de denominación mencionado.

Por su parte, el Presidente del Consejo, Sr. Pazó, indicó que la Asociación de Centros Metalúrgicos del Patronato se efectuaría en la Ciudad Universitaria, utilizando como núcleo el Instituto del Hierro y del Acero que ya contaba con edificio propio en la misma. Añadió que en compañía del director, Sr. Sistiaga, había efectuado una visita al director del Instituto del Hierro y del Acero, Sr. Plana, con el fin de conocer las posibilidades de construir en los terrenos circundantes un edificio que albergara al Instituto de Metales no Ferreos. El Sr. Plana acogió la idea con gran cariño y ofreció que ese nuevo edificio se construyera en la zona libre de los terrenos del Instituto del Hierro y del Acero. A la vista de tal ofrecimiento, el Presidente del Consejo del Instituto de Metales no Ferreos, Sr. Pazó, sugirió la conveniencia de preparar un anteproyecto una vez evaluadas las necesidades que se le iban a plantear al Instituto. Este proyecto ya estaba siendo estudiado por el Director, Sr. Sistiaga.

La idea general del edificio a construir se basaba en un proyecto funcional que, en principio, abarataría los costes de construcción. En la discusión posterior, se sugirió la conveniencia de conocer los edificios construidos por el Batelle Memorial Institute en Ginebra y en Frankfurt.

El Presidente añadió que posteriormente se estudiaría el sistema de financiación para la realización de las obras.

En la reunión del Consejo Técnico Administrativo celebrada el día 18 de diciembre de 1962 se dio cuenta de la situación en que en aquel momento se encontraban las gestiones para la construcción en la Ciudad Universitaria del edificio para el Instituto. Ya se estaba preparando el anteproyecto y, según éste, el espacio necesario para su construcción se cifraba en 3.000 m<sup>2</sup>. El coste ascendería a unos 15 millones de pesetas. De su propio remanente, el Instituto podría aportar 5 millones de pesetas, por lo que, según indicó, se iban a realizar gestiones ante el Instituto Nacional de Industria para tantear la posibilidad de conseguir de esta entidad un crédito de 10 millones de pesetas para financiar así la construcción.

Como garantía para la obtención de este crédito, dado que no era posible hipotecar el edificio, se pensó en ofrecer el canon que el Instituto percibía sobre la producción de aluminio, plomo, zinc y estaño, mediante un certificado que extendería el Interventor Delegado de Hacienda en el Patronato Juan de la Cierva.

En esta misma reunión del Consejo, el Sr. Sistiaga, informó que había recibido una comunicación del Director del Instituto del Hierro y del Acero, Sr. Plana, por la que invitaba al Instituto de Metales no Férreos a participar en la V Asamblea de dicho Instituto, que se celebraría en el siguiente mes de junio. Según su opinión, dicha invitación brindaba una magnífica oportunidad para iniciar las reuniones periódicas del Instituto con los círculos técnicos afines, por lo cual se consideró oportuno participar en la misma.

A comienzos del año 1963, en el mes de febrero, el Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto dio cuenta de la aprobación, por parte de la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva, de las bases para la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. La razón para que se constituyese el citado Centro era la de asegurar el empleo de los recursos de todo tipo, personales, económicos y de infraestructura de los Institutos del Hierro y del Acero, de la Soldadura y de Metales no Férreos. Con el conjunto de recursos aportados por cada uno de ellos, se constituiría una unidad funcional que proporcionase un considerable aumento de la productividad científica, al tiempo que se vería favorecido el intercambio de ideas entre investigadores. Además, los problemas que se planteasen se podrían atacar desde distintos puntos de vista y de acuerdo con diferentes criterios, lo que se esperaba permitiese encontrar las mejores soluciones para los mismos.

Se destacó el hecho de que el nuevo Centro se organizaría sobre la base de un criterio asociativo de los tres Institutos antes mencionados, así como de otros organismos que desarrollasen actividades similares y que aceptasen voluntariamente participar de esta coordinación.

También presentó el Sr. Sistiaga la maqueta y los planos del anteproyecto, preparado por el arquitecto D. Alejandro de la Sota, del edificio para el Instituto que se construiría en la Ciudad Universitaria, en terrenos pertenecientes al Instituto del Hierro y del Acero. Tanto la maqueta como

los planos fueron examinados cuidadosamente por los Consejeros, que mostraron su conformidad.

Dos meses después, en la reunión del Consejo celebrada el día 18 de abril de 1963, el Presidente del Instituto informó de la aprobación por parte del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de las bases para la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM). Dicha aprobación había estado precedida por la alcanzada por el Patronato Juan de la Cierva. Asimismo, el Sr. Pazó informó que como Director Técnico del nuevo centro había sido designado el director del Instituto de Metales no Férreos, D. José M<sup>a</sup> Sistiaga Aguirre. Como consecuencia de ello, se consideraba cuestión prioritaria el nombramiento de un Vicedirector que asumiese las funciones de Director del Instituto de Metales no Férreos en los casos de ausencia del Director. Estudiadas las condiciones personales de los candidatos, y conocido el informe de la Dirección, se propuso para desempeñar este cargo a D. Antonio de la Cuadra Herrera.



D. Antonio de la Cuadra Herrera.

Por fin, el día 24 de junio de 1963, se volvió a reunir el Consejo Técnico Administrativo del Instituto. Asistieron, además del Presidente y del Secretario, Sres. Pazó y Sistiaga, los Consejeros D. José Luis Sobrino Vicente, D. Francisco Torras y D. Antonio de la Cuadra Herrera.

El Sr. Sistiaga intervino para dar a conocer los progresos de los trabajos de coordinación que se estaban llevando a cabo para integrar en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas los Departamentos y Secciones de los distin-

tos Institutos e indicó que en muy breve plazo ya estarían unificados varios de estos servicios, entre los que el primero sería el de Análisis Químicos.

De hecho, esta reunión fue la última que celebró el Instituto de Metales no Férreos.

El traslado se realizó poco a poco a lo largo de varios años, entre 1963 y 1966. Precisamente en este año se terminó de instalar la Sección de Metalurgia Física, que fue la última en trasladarse desde la sede del Instituto Torres Quevedo.



## EL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS

(1963...)

En la reunión del Consejo Técnico Administrativo del Departamento de Metales no Férreos celebrada el día 27 de abril de 1962, su Director, D. José M<sup>a</sup> Sistiaga Aguirre, informó sobre su nombramiento para formar parte de una Ponencia, denominada Metalurgia, creada en el seno de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica de la Presidencia del Gobierno. La finalidad primordial de dicha ponencia consistía en elaborar propuestas sobre materias de investigación metalúrgica de carácter aplicado que ofreciesen interés económico. Según el Sr. Sistiaga, su nombramiento tenía como finalidad establecer una mejor coordinación de las actividades de los centros de investigación metalúrgica afines integrados en el Patronato Juan de la Cierva, lo que, en su día, permitiría disponer de las instalaciones necesarias para la realización de los trabajos de investigación en este campo.



D. José María Sistiaga Aguirre.

Pocos meses después, en la reunión del citado Consejo Técnico Administrativo celebrada el día 22 de octubre de 1962, el Sr. Sistiaga señaló la conveniencia de cambiar la denominación de Departamento de Metales no Férreos, que hasta entonces había ostentado el organismo, por la de Instituto de Metales no Férreos. Justificó esta propuesta «en razón de la necesidad de efectuar una labor de actividades coordinadas entre los tres institutos de investigación metalúrgica adscritos al Patronato, que eran Hierro y Acero, Metales no Férreos y Soldadura». Continuó el Sr. Sistiaga su informe indicando que el Presidente del Patronato Juan de la Cierva le había comunicado que se pretendía lograr una asociación homogénea de institutos, asociación que debería efectuarse sobre la base de la igualdad jerárquica entre los mismos para evitar el riesgo de que surgiesen confusiones respecto a interdependencias que acabasen entorpeciendo el normal funcionamiento, la libertad de acción y la personalidad de cada uno de ellos.

Quizá en esos momentos, o tal vez con anterioridad, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas empezaba a pensar en la creación de un centro que englobara las actividades de tres institutos cuyas labores estaban bastante relacionadas entre sí.

También es posible que se pensase que la unión de estos tres centros en uno solo permitiría evitar la dispersión de energías, pues era probable que los estudios emprendidos por alguno de ellos se solapasen con los iniciados por algún otro. Asimismo, el aprovechamiento de los medios de que ya disponía el Instituto del Hierro y del Acero, a los que se añadirían los que aportasen el Instituto de la Soldadura y el todavía denominado Departamento de Metales no Ferreos, permitiría al CSIC disponer de un centro investigador de primer orden en el campo de los metales en general, así como en una de las técnicas más importantes en el ámbito de la transformación de los metales, como es la soldadura.

Al mismo tiempo, se resolvía el problema que desde hacía mucho tenían planteado tanto el Instituto de la Soldadura como el Departamento de Metales no Ferreos. Esto es, la construcción de nuevos edificios en los que instalar sus sedes respectivas. La solución podía estar en una no demasiado costosa ampliación de las instalaciones de que ya disponía el Instituto del Hierro y del Acero en la Ciudad Universitaria.

Además, en aquel momento, el decenio que comenzaba en 1961, el país, como resultado del Plan de Desarrollo Económico y Social<sup>1</sup> puesto en marcha un par de años antes, se encontraba en una situación de cierta bonanza económica que justificaba el deseo de plantearse nuevos retos, sobre todo en sectores industriales, pues los gobiernos de la época apostaban por transformar la fisonomía del país, entonces todavía mayoritariamente rural y agrícola, y convertir a España en un país industrial y urbano, lo que exigía la existencia de centros dedicados a la investigación y el desarrollo en todos los campos de la industria.

Por su parte, la revista del Instituto del Hierro y del Acero, en su número correspondiente al trimestre abril-junio de 1963, incluía la siguiente noticia que se transcribe:

*Como ya es conocido por nuestros lectores, en el seno del CSIC, la investigación en el campo técnico quedó encuadrada dentro de las actividades del Patronato Juan de la Cierva de Investigación Técnica, desde la creación de éste en el año 1939. Múltiples han sido desde entonces las direcciones en que esta investigación se ha orientado, respondiendo siempre a las necesidades sentidas en el progresivo avance del desarrollo industrial de nuestro país; así fueron surgiendo los Institutos, Centros o Departamentos siguientes: Torres Quevedo, de la Construcción y del Cemento, del Combustible, de la Grasa y sus Derivados, de Racionalización del Trabajo, de Electrónica, de Investigaciones Pesqueras, de Plásticos, de Química Vegetal, de Fermentaciones Industriales, de Óptica, del Frío, etc.*

---

<sup>1</sup> Los Planes de Desarrollo fueron una herramienta utilizada durante los decenios de los años 60 y parte de los 70 para poner orden en la economía del país, que a la entrada en vigor de los mismos se encontraba en situación precaria.



*Como es natural, la investigación metalúrgica había de ocupar un importante puesto en el campo de actividades del Patronato. De esta forma, se crea el Instituto de la Soldadura en 1946, el Instituto del Hierro y del Acero en 1947 y el Departamento de Metales no Ferreos (hoy Instituto) en 1957. De todos son bien conocidas las etapas de desarrollo por las que han pasado estos Institutos, y la labor realizada por los mismos, tanto en investigaciones básicas como aplicadas. Quizá podamos considerar como una fase importante de este desarrollo la construcción de unos espléndidos laboratorios en la Ciudad Universitaria que, desde el año 1959, constituyen la sede del Instituto del Hierro y del Acero y que, sin duda, están llamados a constituir el germen alrededor del cual pueden concretarse empresas cada vez más ambiciosas.*

*Los tres Institutos mencionados han venido trabajando independientemente hasta el momento, aunque la índole de su trabajo ha hecho que en múltiples ocasiones actuasen en colaboración. La necesidad cada vez más imperiosa de que esto suceda siempre y de que exista una coordinación constante en los trabajos realizados por los tres Institutos, ha movido a nuestro Patronato a proponer al CSIC la creación de un Centro que englobe y coordine la labor realizada por los Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero y de Metales no Ferreos. Como consecuencia de esta propuesta, el Consejo Ejecutivo del CSIC ha aprobado con fecha 26 de abril la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM), cuyo objetivo es asegurar un empleo más eficaz de los recursos personales, económicos y de todo orden, que poseen los mencionados Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero y de Metales no Ferreos, del Patronato Juan de la Cierva, al propio tiempo que se les procuraba la máxima cooperación en la labor científica de cada uno de ellos, para alcanzar no sólo una mayor eficacia, sino también una mayor rapidez en la obtención de resultados, en la incorporación de estos resultados a los sectores industriales, y en la consecución del más íntimo contacto con la Industria, conociendo sus problemas específicos y los de interés nacional que puedan afectarla.*

*El Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, integrado en régimen asociativo por los Institutos ya citados, se organiza para el cumplimiento de sus fines, en:*

- a) Presidente, nombrado por la Junta de Gobierno del CSIC.*
- b) Junta de Gobierno, integrada por el Presidente del CENIM, los Presidentes y dos Vocales de los Consejos Técnicos Administrativos de los tres Institutos y el Director Técnico del CENIM, que actuaría de Secretario, siendo Asesores los Miembros de Honor del CENIM.*
- c) Director Técnico, nombrado por la Junta de Gobierno del Patronato y que sería el responsable de la puesta en práctica de los acuerdos de la Junta de Gobierno relacionados con las actividades propias del Centro.*
- d) Gabinete Técnico, integrado por el Director Técnico del CENIM, los Directores de los tres Institutos, y los científicos más destacados del personal investigador y cuya misión principal consistiría en elaborar los proyectos de investigación y nombrar los Jefes de cada programa de investigación.*
- e) Consejos Técnicos Administrativos de los respectivos Institutos, que serían su órgano rector y representativo máximo.*

*Inmediatamente después de creado el Centro, se han designado las personas que han de regirlo, habiendo sido nombrados Presidente y Director Técnico, respectiva-*



D. Rafael Calvo  
Rodés (dcha.) y  
D. Isidro Sans Darnís.

mente, el Excmo. Sr. D. Rafael Calvo Rodés y D. José María Sistiaga Aguirre. Ambas personas son suficientemente conocidas por nuestros lectores para que necesiten una presentación. Pero queremos destacar que el Sr. Calvo es una reconocida autoridad en el campo de la metalurgia y una persona destacada en la organización de la investigación científica y técnica, dotes que le han llevado a ocupar los puestos de Director General y, posteriormente, Presidente del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica, Profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, Asesor Técnico del Instituto del Hierro y del Acero, Vicepresidente de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica y, finalmente, Presidente del nuevo Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Es autor de cinco obras de consulta y de un gran número de trabajos de investigación, habiéndosele concedido la «Ayuda Juan March de Investigación Técnica» para la realización de su *Tabla Racional de Tipificación de Aceros*, que fue galardonada con el «Premio Francisco Franco» de equipos de 1959.

Por su parte, el Sr. Sistiaga ha desempeñado hasta el momento la Dirección del Instituto de Metales no Férreos. Anteriormente, desarrolló sus actividades profesionales en el Instituto de la Soldadura, después de efectuados estudios de especialización en Metalurgia en Alemania, habiendo pertenecido al equipo de investigadores del Institut für Werkstoffkunde und Schweisstechnik, de Braunschweig (Alemania). Trabajó asimismo en América, formando parte del equipo de investigadores del Institute for Industrial Research, de Syracuse, N.Y. (EE.UU.), dirigido por el conocido y prestigioso metalurgista Prof. George Sachs. El Sr. Sistiaga es autor de diversos trabajos de investigación publicados en revistas nacionales y extranjeras, y patentes de invención; es «Premio Francisco Franco de Investigación Técnica» correspondiente al año 1959.

También ha sido designado Asesor Técnico del nuevo Centro, el hasta ahora Director de nuestro Instituto, Excmo. Sr. D. Agustín Plana Sancho, que al mismo tiempo, y en atención a los méritos que en él concurren, ha sido nombrado Director Honorario del I.H.A.

De acuerdo con las Bases del C.E.N.I.M. (sic) cada uno de los Institutos ha designado a las personas de su Consejo Técnico Administrativo que han de formar parte de la Junta de Gobierno del C.E.N.I.M., quedando ésta integrada por las siguientes personas:

*Presidente:* D. Rafael Calvo Rodés

*Vocales:* Presidente del Instituto del Hierro y del Acero,  
D. Alfonso de Churrua y Calbetón.

Presidente del Instituto de Metales no Férreos,  
D. José Pazó Montes.

*Presidente del Instituto de la Soldadura,  
D. Alberto Vilanova Cuyás.*

*Consejeros del Instituto del Hierro y del Acero,  
D. Manuel Salís Martínez y D. Fernando Serrano López.*

*Consejeros del Instituto de Metales no Férreos,  
D. Javier Arisqueta Pereira y D. Enrique Gutiérrez Ríos.*

*Consejeros del Instituto de la Soldadura,  
D. Francisco Muñoz Botín y D. Celso Penche Felgueroso.*

*Secretario: Director Técnico del C.E.N.I.M.,  
D. José María Sistiaga Aguirre.*

*Esta Junta de Gobierno celebró su primera reunión el pasado día 29 de mayo, quedando constituida la Sede del C.E.N.I.M. en los locales del Instituto del Hierro y del Acero, Ciudad Universitaria, Madrid (3).*

*Por nuestra parte, estamos seguros de que el nuevo Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, bajo las acertadas directrices de los Sres. Calvo y Sistiaga, podrá cumplir con eficacia los objetivos para los cuales ha sido creado, contribuyendo eficazmente al continuo desarrollo de la industria metalúrgica nacional.*

Hasta aquí la noticia incluida en la revista del I.H.A.

El día 29 de mayo de 1963, se reunió, por primera vez, la Junta de Gobierno del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas para dar carácter oficial a la constitución del mismo. A la reunión, que, presidida por D. Rafael Calvo Rodés, se celebró en la Sala de Juntas del Instituto del Hierro y del Acero, asistieron los Consejeros que formarían parte de la mencionada Junta de Gobierno:

- Javier Arisqueta Pereira
- Enrique Gutiérrez Ríos
- Francisco Muñoz Botín
- Celso Penche Felgueroso
- Manuel Salís Martínez
- Fernando Serrano López
- Alberto Vilanova Cuyás y
- José M<sup>a</sup> Sistiaga Aguirre.

Excusaron su asistencia D. Alfonso de Churruca y Calbetón, Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto del Hierro y del Acero, y D. José Pazó Montes, quien ocupaba el mismo cargo en el Instituto de Metales no Férreos.

Por parte del Patronato Juan de la Cierva asistieron D. Manuel Soto Redondo y D. Juan Luis de la Ynfiesta Molero, Vicepresidente y Secretario Técnico, respectivamente, del Patronato Juan de la Cierva, y D. Ignacio Ventosa Despujol, en calidad de Agregado.

El Sr. Soto Redondo intervino para explicar las razones que habían aconsejado al Patronato Juan de la Cierva la creación del Centro Nacional

de Investigaciones Metalúrgicas; aprovechó la oportunidad para dedicar un sentido recuerdo al director del Instituto del Hierro y del Acero, D. Agustín Plana Sancho, a quien, según indicó, admiraba y estimaba y que se incorporaba al Centro, con todos los honores que por su trayectoria profesional merecía, en forma que permitiría contar con su valioso consejo.

Señaló también el Sr. Soto Redondo que ya se habían preparado las bases sobre las que se habría de desarrollar el trabajo del nuevo Centro y tras declarar constituido el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas procedió a dar posesión de sus cargos a los componentes de la Junta de Gobierno.

En nombre de los integrantes de la recién creada Junta de Gobierno, D. Rafael Calvo Rodés, como presidente de la misma, agradeció la confianza depositada en ellos.

La Junta no volvió a reunirse hasta el 9 de octubre de 1963 y en el transcurso de la misma, el Sr. Calvo Rodés pasó a explicar la forma en que se iban a desarrollar las actividades que al nuevo Centro se le habían encomendado e indicó que esa labor debía orientarse en tres direcciones:

- a) Programación
- b) Asistencia Técnica y
- c) Investigación.

Señaló que para desarrollar este proyecto debían centralizarse los tres institutos, estar reunidos en un solo domicilio y regidos por una sola Dirección.

Propuso dos posibles esquemas de organización. Según el primero de ellos (esquema núm. 1), los tres institutos existentes, más el de la Fundición, cuya creación resultaría justificable en razón de la importancia de dicha técnica, se unirían, pero conservando sus propias organizaciones de Programación, Asistencia Técnica e Investigación de Desarrollo.

El segundo esquema proponía la absorción total de los tres Institutos, que desaparecerían como tales, y el CENIM quedaría constituido en unidades orgánicas que se corresponderían con las actividades específicas que deben existir en un centro de investigación técnica:

- Programación
- Asistencia Técnica
- Investigación y
- Administración.

La Investigación estaría ordenada en Divisiones, en tanto que la Programación y la Asistencia Técnica tendrían sentido funcional. Indicó que los esquemas propuestos tenían en común la desaparición de los Consejos Técnicos Administrativos de los Institutos, que serían sustituidos por el del Centro. Igualmente, en ambos esquemas se centralizaban la Administración, los Laboratorios, los Servicios de Información y la Investigación Científica, con lo que se dispondría de unos servicios técnicos mejor equipados y atendidos y se evitaría la duplicidad con las consiguientes ventajas. De este modo, la Dirección del CENIM adquiriría carácter de Dirección General.

Por indicación del Presidente, el Sr. Sistiaga leyó un oficio remitido por el Patronato Juan de la Cierva, en el que tras agradecer al Sr. Calvo Rodés la labor que estaba efectuando en relación con la estructuración del Centro, se daba cuenta de que la Comisión Permanente de su Junta de Gobierno estimaba del máximo interés, siguiendo sugerencias emanadas de la superioridad, la reunión de los tres Institutos en los locales del Instituto del Hierro y del Acero en la Ciudad Universitaria y consideraba conveniente conceder al actual Director Técnico, Sr. Sistiaga, atribuciones de Director General, con facultades para la propuesta de los gastos de los tres Institutos y para el destino del personal dentro del Centro.

Así, se aprobó el Plan General propuesto por la Presidencia. Esta aprobación implicaba la creación del Consejo Técnico Administrativo del CENIM, que absorbería los de los tres Institutos, la centralización de las Administraciones y la asignación de atribuciones de Director General al Director Técnico existente. También se acordó la aceptación, de forma transitoria, del esquema núm. 1, que debería ser sustituido lo antes posible por el esquema núm. 2, que implicaba la absorción total de los Institutos.

En esta misma reunión (9 de octubre de 1963), el Presidente dio cuenta de que había sometido a la consideración del Patronato la firma de la propuesta de un contrato de colaboración con el Battelle Memorial Institute según la cual esta institución asesoraría al CENIM en lo referente al establecimiento de su organización, así como a sus planes de trabajo. Por indicación del Presidente, el Sr. Sistiaga dio a conocer los términos de esta propuesta de contrato cuya duración se extendería a un período de seis meses, con un coste aproximado de 50.000 dólares. También se leyó el oficio del Patronato, en el que se notificaba que la Comisión Permanente del mismo había acordado autorizar la firma del mencionado contrato con el Battelle.

La actuación del Batelle en el contrato de asesoramiento a firmar con el CENIM comprendería un estudio de los diversos sectores metalúrgicos desde el punto de vista de su desarrollo tecnológico e interés por la investigación. Este estudio sería realizado por un grupo de visitantes en el que también figurarían economistas, con objeto de que en la consideración de los problemas también se tuvieran en cuenta los factores que pudiesen garantizar una proyección favorable en el terreno económico.

Su primer informe, fechado en septiembre de 1964, contenía una serie de conclusiones preliminares. Dichas conclusiones se discutieron en la reunión de la Junta de Gobierno celebrada el 29 del citado mes de septiembre. Las conclusiones contenidas en el informe del Batelle proponían las siguientes recomendaciones, coincidentes en su mayor parte con las medidas que las nuevas autoridades del Centro ya habían comenzado a tomar.

- a) Abandonar, tan pronto como fuera posible, la idea de que todavía existían los tres Institutos.
- b) Cambiar la situación de los miembros y suscriptores de cada uno de los Institutos o de cada una de las revistas a la de Miembros del CENIM o suscriptores a las revistas de éste.
- c) Reconocer al CENIM como un centro de investigación integrado.

- d) Organizar el Centro en distintas divisiones funcionales conforme a un plan que debía desarrollar la Dirección.
- e) Si se aprobasen estas recomendaciones debería darse la máxima publicidad a las mismas.

El Sr. Calvo Rodés propuso la aprobación, aceptada por unanimidad, de las recomendaciones propuestas, con excepción de la que se refería a la preparación del plan de organización del CENIM por el Director, en espera de las futuras recomendaciones del Batelle en este sentido.

Volviendo a los dos esquemas de organización propuestos para estructurar el CENIM, y vistas las recomendaciones del Batelle, se acordó la implantación del segundo de ellos, aun cuando su aplicación debería llevarse a cabo de modo paulatino a partir del primero de los propuestos. De este modo, quedó constituido el nuevo centro.

A partir de ese momento, el Director del Centro, Sr. Sistiaga, se dedicó a poner en práctica los acuerdos tomados para llegar a la total integración de los tres Institutos.

#### ESTRUCTURACIÓN DEL NUEVO CENTRO

En la reunión de la Junta de Gobierno celebrada el día 28 de enero de 1964, el Sr. Sistiaga presentó a los Consejeros una serie de propuestas que fueron aceptadas.

En primer lugar, se nombró Secretario del Centro a D. José Luis Ruiz Martínez, Titulado Superior, Jefe de la Oficina de Información Técnica del Instituto de Metales no Férreos, para que se hiciera cargo de la marcha de la administración bajo la supervisión de la Dirección.



D. José Luis Ruiz  
Martínez.



D. José Luis Jiménez Seco.

#### **Centralización de los servicios económicos, administrativos y técnicos**

A continuación, el Sr. Sistiaga propuso la centralización de los servicios económicos, administrativos y técnicos.

Aceptada también esta propuesta, los primeros se integraron en la organización ya existente en el Instituto del Hierro y del Acero, mientras los segundos lo hicieron en los de la antigua administración del Instituto de Metales no Férreos.

Seguidamente, se procedió a la centralización de los servicios técnicos. Para ello, en cada caso, se tomó como base el más eficaz de los existentes en los tres Institutos, aportando al mismo los elementos de los restantes. Se decidió lo siguiente:



D. Ramón Suárez Acosta.



D. Francisco Muñoz del Corral.



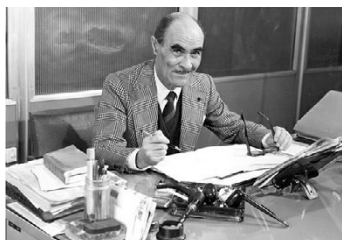
D. Francisco Cacho Falcó.



D. Zósimo García Martín.



D. José Luis Royo Vidal.



D. José Ors Martínez.



D. Miguel Pedro de Andrés Sanz.

1. Agrupar los Laboratorios de Análisis Químicos existentes en dos Secciones, una denominada Sección de Análisis Metalúrgicos Especiales, de la que se encargaría D. Ramón Suárez Acosta, del Instituto del Hierro y del Acero, y la otra, Sección de Química Analítica, de la que se haría cargo D. José Luis Jiménez Seco, del Instituto de Metales no Ferreos.

2. Agrupar los Laboratorios de Metalografía del Instituto del Hierro y del Acero y del Instituto de Metales no Ferreos y darles carácter de Servicios, que quedarían bajo la dirección de D. Francisco Muñoz del Corral, del Instituto del Hierro y del Acero.

3. Unificar los Servicios de Radiología Industrial tomando como base los existentes en el Instituto de la Soldadura, que quedarían bajo la responsabilidad de D. Zósimo García Martín, del Instituto de la Soldadura.

4. Centralizar la Sección de Ensayos Mecánicos, de la que sería nombrado Jefe D. Francisco Cacho Falcó, del Instituto del Hierro y del Acero, en torno a los Laboratorios de que disponía este Instituto, que quedarían como Unidad independiente de la Sección de Tratamientos Térmicos, en la que hasta aquel momento había estado englobada. Asimismo, el Taller Mecánico, del que fue nombrado Jefe el Sr. Royo Vidal, quedó incorporado a la Sección de Ensayos Mecánicos. La Jefatura de la Sección de Tratamientos Térmicos le fue encomendada a D. Miguel Pedro de Andrés Sanz, del Instituto del Hierro y del Acero. La Inspección de Materiales por Ultrasonidos, que también quedaría como Unidad independiente, le fue confiada a D. José Ors Martínez, del Instituto del Hierro y del Acero.

Asimismo, el Sr. Sistiaga sugirió a la Junta, dada la amplia labor a efectuar en ese terreno, la necesidad de responsabilizar de la Programación de la Investigación Siderúrgica a una persona conocedora de la industria correspondiente. Para desempeñar esa tarea se propuso a D. Isidro Sans Darnís, que había sido Subdirector del Instituto del Hierro y del Acero y Director provisional del mismo. También propuso como Asesor en este campo a D. Bernabé Chávarri Rodríguez, Colaborador del Instituto del Hierro y del Acero. La Junta aprobó ambos nombramientos.

Para trabajar en un futuro Plan de Enriquecimiento de Minerales Pobres en Hierro, el Director propuso al Ingeniero de Minas D. José Luis Niño de Oláiz, que había colaborado con el Institut de Recherches de la Sidérurgie (IRSID) francés y tenía gran experiencia en el campo industrial por haber trabajado en explotaciones mineras de Galicia y de León. Esta propuesta también fue aceptada por la Junta.



D. José Navarro Alcácer.

Como D. Agustín Plana, que hasta entonces había sido el Director del Instituto del Hierro y del Acero, había cesado en el cargo por haber alcanzado la edad de jubilación, en este mismo Consejo se abordó su sustitución como Presidente del Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición. Para sucederle en este cargo, el Sr. Sistiaga propuso a D. José Navarro Alcácer, Jefe de la Sección de Fundición del Instituto del Hierro y del Acero, propuesta que también fue aceptada.

### **Centralización de los Servicios de Información**

Para centralizar los Servicios de Información, se tomó como referencia la Sección correspondiente del Instituto del Hierro y del Acero, que disponía de una estructura bien consolidada y cuyos fondos eran los más numerosos.



La jefatura de esta Sección recayó en D. José Luis Ruiz Martínez. En esta Sección estaban integrados los Servicios de Biblioteca y Publicaciones, de los que se haría cargo D<sup>a</sup> Josefa Fernández Ballesteros. Ambos procedían del Instituto de Metales no Férreos. En agosto de 2002, D. Ricardo Martínez de Madariaga sustituyó a D<sup>a</sup> Josefa Fernández Ballesteros como Jefe de la Unidad de Servicio de Biblioteca y Documentación.



Doña Josefa Fernández Ballesteros (centro),  
junto a doña Inés Martín y D. José Luis  
Limpo Gil.



D. Ricardo Martínez de Madariaga.

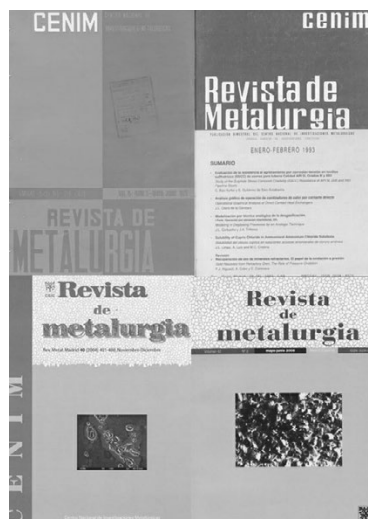
## Biblioteca

Puede afirmarse que una vez concluida la unificación de las tres bibliotecas, la resultante se convirtió en la biblioteca especializada en metalurgia más importante del país, tanto en cuanto a la cantidad como a la calidad de sus fondos.

Su colección, que consistía en libros y publicaciones periódicas o revistas, se adquiría con cargo a un presupuesto específico y de acuerdo con las peticiones de los especialistas.

Terminada la centralización, el CENIM siguió el mismo procedimiento de adquisición para seguir ampliando y actualizando los fondos de la nueva biblioteca.

Anteriormente, los Institutos de la Soldadura y del Hierro y del Acero



Las distintas caras que ha mostrado *Revista de Metalurgia* en los casi cincuenta años desde la aparición de su primer número en 1965.

habían conseguido alcanzar acuerdos con otros centros de investigación, universidades, etc. para intercambiar sus revistas con las que tales centros publicaban. Tras la aparición de *Revista de Metalurgia*, se ofreció a los mismos centros, españoles y extranjeros, la posibilidad de seguir con el mismo sistema de intercambio. Así, el intercambio de la revista del CENIM con la de otros centros alcanzó cifras considerables, siendo aún hoy día una baza importante para su difusión entre la comunidad científica de su especialidad.

Posteriormente, la publicación de *Revista de Metalurgia* añadió un nuevo procedimiento para la llegada de nuevas publicaciones a la biblioteca.

Las empresas editoras de libros especializados en todos los campos de la Metalurgia, con el fin de dar a conocer sus novedades, tras petición presentada por la biblioteca o por propia iniciativa, enviaban ejemplares al CENIM de forma gratuita, de cuyo contenido se daría cuenta en una sección de la revista en cuidadas reseñas preparadas por los especialistas en la materia de que la obra tratase.

Los fondos de la biblioteca del CENIM eran consultados por los técnicos del Centro, así como por ingenieros, técnicos y estudiantes que en gran número acudían a su Sala de Lectura.

A finales de los años ochenta, la biblioteca abordó, en un programa piloto, la catalogación completa de sus fondos y su volcado en un catálogo colectivo que, con otras pocas bibliotecas más, constituiría el germen de la actual Red de Bibliotecas del CSIC. Este primer paso cimentó las bases para una cada vez mayor presencia de las nuevas tecnologías de la información en todos sus servicios, incluyendo unas experiencias pioneras en la difusión de servicios a través de las páginas web en Internet, que han cristalizado en la actualidad en una gestión automatizada casi por completo de sus servicios.

De entre éstos, cabe destacar la potenciación del servicio de préstamo interbibliotecario, que sustituyó su práctica tradicional por sistemas telemáticos de petición y transmisión digital de documentos, lo que ha hecho posible los intercambios de documentación con bibliotecas de todo el mundo.

El conjunto de estas transformaciones ha hecho variar el modelo de funcionamiento de la biblioteca, modelo que se encuentra en constante evolución y que recientemente se ha visto modificado por la incorporación de las revistas electrónicas.

## Fichas Técnicas

Una de las primeras preocupaciones de los tres Institutos que después conformaron el CENIM, fue trasladar a los industriales y a los investigadores españoles tanto la información de que disponían, recogida en las principales publicaciones de sus especialidades, como la que se conseguiese a partir de los resultados de los trabajos que realizaban los investigadores y técnicos españoles e incluso extranjeros. Como en la época de la fundación de los Institutos del Hierro y del Acero y de la Soldadura el conocimiento de los idiomas más utilizados en todos los campos de la tec-

nología, como el inglés, el francés y el alemán, no estaban demasiado extendidos en España, los Institutos disponían de traductores especializados para los idiomas mencionados. Así, los artículos que, contenidos en las publicaciones que se recibían en las bibliotecas, se consideraban interesantes, se traducían al castellano y después se ponían a disposición de los técnicos e investigadores, de los miembros de los Institutos y, en general, de quienes estuviesen interesados.

Asimismo, casi desde el mismo momento en que el Instituto del Hierro y del Acero comenzó sus actividades, su Sección de Fichas Técnicas empezó a publicar unos cuadernos que recogían resúmenes de los artículos más interesantes contenidos en las revistas especializadas que se recibían en su biblioteca.

Hasta el momento de la creación del CENIM, los *Cuadernos de Fichas Técnicas* del Instituto del Hierro y del Acero se distribuyeron entre los miembros del Instituto, quienes podían solicitar a los Servicios de Fotocopias, que trabajaban en estrecha colaboración con la biblioteca, copias completas de los artículos que les interesasen, así como su traducción al castellano. Durante muchos años, este servicio permitió poner en manos de la industria española y aun de la extranjera, cientos y cientos de copias de artículos técnicos disponibles en los fondos de las bibliotecas de los Institutos del Hierro y del Acero y de la Soldadura.

Al igual que el Instituto del Hierro y del Acero editaba sus *Cuadernos de Fichas Técnicas*, el Instituto de la Soldadura publicaba unas fichas similares que incluía en su revista *Ciencia y Técnica de la Soldadura*.



Las radiografías-tipo con las que se contrasta la calidad de las soldaduras fueron editadas por el Instituto Internacional de la Soldadura. El CENIM, como miembro español del mencionado Instituto, actuó como distribuidor de sus publicaciones en nuestro país.



La versión española de la terminología de soldadura en doce idiomas recogida en los diccionarios multilingües editados por el Instituto Internacional de la Soldadura fue preparada por los técnicos del CENIM.

Poco tiempo después de que el CENIM emprendiese su andadura, el Patronato Juan de la Cierva, por medio del Centro de Información y Documentación (CID), decidió comenzar la publicación de unos denominados *Resúmenes de Artículos Científicos y Técnicos*, que constaban de varias series. Una de ellas, la Serie C, *Ciencia y Técnica de los Metales*, se realizaba bajo la dirección técnica del CENIM, y en su preparación colaboraba la mayoría del personal técnico superior del CENIM. Esta nueva publicación, en sus cuatro fascículos, cubría un campo mucho más amplio e incluía un número muy superior de resúmenes que los *Cuadernos de Fichas Técnicas* de los Institutos del Hierro y del Acero y de la Soldadura, que el CENIM seguía publicando.

Estos nuevos cuadernos de *Resúmenes de Artículos Científicos y Técnicos* hacían innecesario seguir publicando los anteriores *Cuadernos de Fichas Técnicas* que, sin duda, habían sido el referente para esta nueva publicación del Patronato Juan de la Cierva.

Al asumir los compromisos contraídos por sus antecesores, al CENIM le fue otorgada la condición de corresponsal para España del Instituto Internacional de la Soldadura. En calidad de tal, se constituyó en distribuidor de las publicaciones del mismo. Entre tales publicaciones cabe destacar por su importancia, entre muchas otras, las que recogían las actividades de las distintas Comisiones del Instituto internacional, una colección de radiografías tipo, que fueron de gran utilidad para los especialistas, y la colección de *Diccionarios Multilingües de Soldadura*.

## Revistas

A los pocos meses de su creación, el Instituto de la Soldadura comenzó a publicar un llamado *Boletín de Información del Instituto de la Soldadura*. Este *Boletín*, de carácter trimestral, se publicó entre los años 1948 y 1950 y de él solamente aparecieron 12 números.

En 1951, el *Boletín* se transformaría en una revista con mayores pretensiones, que se denominó *Ciencia y Técnica de la Soldadura*. En sus páginas se incluía una serie de fichas, denominadas *Hojas de Taller*, similares a las que, en cuadernos independientes, publicaba el Instituto del Hierro y del Acero.

La revista *Ciencia y Técnica de la Soldadura*, también de frecuencia trimestral, tuvo una mayor duración. Entre 1951 y 1964, año de su desaparición, se publicaron 56 números.

El Instituto del Hierro y del Acero, también en los primeros meses de su existencia, inició la publicación de la revista *Instituto del Hierro y del Acero*, que tendría frecuencia trimestral. Su primer número apareció en julio-septiembre de 1948 y su andadura terminó, al igual que la de la *Ciencia y Técnica de la Soldadura*, en 1964. En dicho período aparecieron 64 números de la revista *Instituto del Hierro y del Acero*.

En 1949, a los pocos meses de la aparición del primer número de la revista, el Consejo Técnico Administrativo creó el *Premio Revista del Instituto del Hierro y del Acero*, que consistía en un primer premio, dotado con 5.000 PTA, y dos segundos premios de 2.500 PTA cada uno. Su finalidad era premiar los mejores trabajos de autor español publicados cada año en la revista.

Este Premio les fue concedido a los más destacados investigadores y técnicos españoles y en su nómina figuran personalidades que desarrollaron una gran labor tanto en el Instituto del Hierro y del Acero como, más tarde, en el CENIM, así como en la Universidad, en otros centros de investigación y en la industria. No pueden quedar en el olvido nombres tan ilustres en el campo de la Metalurgia de nuestro país como los de Asensi Álvarez-Arenas, Boned, Burriel Martí, Calvo Rodés, Feliu, García Poggio, Gómez Baeza, Muñoz del Corral, Navarro Alcácer, Sánchez-Girón, Serra, Terraza Martorell, y tantos otros que harían interminable esta relación.

El Premio Revista del Instituto del Hierro y del Acero llegó hasta 1965, año en el comenzó a publicarse *Revista de Metalurgia*. En ese año, los Premios se concedieron a trabajos aparecidos en la nueva revista publicada por el CENIM.

Tanto *Ciencia y Técnica de la Soldadura* como la revista *Instituto del Hierro y del Acero* tuvieron una gran repercusión en un momento en el que la información técnica en castellano en las materias de que se ocupaban ambos Institutos era escasa.

En 1960, el entonces denominado Departamento de Metales no Férreos comenzó a publicar el *Boletín de Información del Departamento de Metales no Férreos*, del que, dada la corta vida del Departamento, hasta 1964, sólo aparecieron siete números.

Al iniciar sus actividades, el CENIM se encontró con que se estaban publicando tres revistas que recogían artículos que muy bien podrían haberse publicado en cualquiera de ellas. Por ello, las autoridades del nuevo Centro decidieron realizar una encuesta entre los miembros de los Institutos a fin de conocer los deseos y preferencias de los mismos en este sentido.

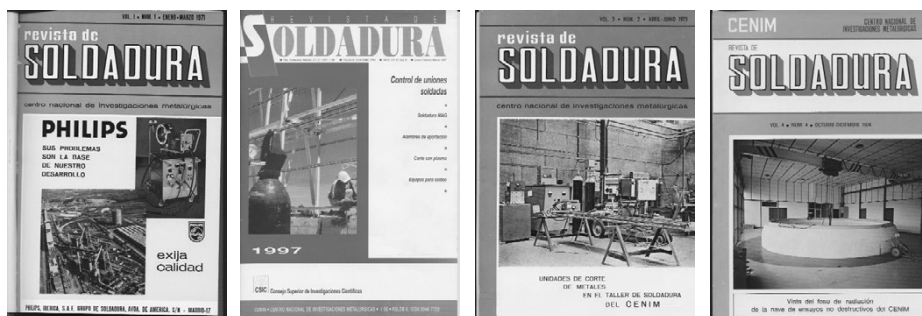
La encuesta, que resultó un éxito en lo que se refiere al volumen de contestaciones y sugerencias recibidas, puso de manifiesto que existía una mayoría de lectores interesados en temas muy variados que se trataban separadamente en cada una de las tres revistas editadas, esto es, *Instituto del Hierro y del Acero*, *Ciencia y Técnica de la Soldadura* y *Boletín de Información del Instituto de Metales no Férreos*. Los resultados de la encuesta permitieron comprobar que los lectores preferían los aspectos prácticos de estas revistas y, al mismo tiempo, vinieron a apoyar la idea de sustituir las tres revistas existentes por un órgano de expresión único.

Para tomar esta decisión se tuvieron en cuenta también los aspectos económicos de la cuestión. El coste de las revistas y de los *Cuadernos de Fichas Técnicas* publicadas durante el año 1964 había ascendido aproximadamente a 1.300.000 PTA y se estimaba que el gasto que supondría la publicación de una única revista de periodicidad bimestral, con un

volumen de información muy parecido al contenido conjunto de las tres revistas que se estaban publicando, unido a la desaparición de los *Cuadernos de Fichas Técnicas*, que serían sustituidos por la Serie C, *Ciencia y Técnica de los Metales* de los denominados *Resúmenes de Artículos Científicos y Técnicos*, sería de unas 700.000 PTA. Como resultado de este análisis, se tomó la decisión de editar una nueva revista que sustituyera a las que publicaban cada uno de los tres Institutos. Se llamaría *Revista de Metalurgia* y tendría carácter bimestral. Su primer número fue el correspondiente a enero-febrero de 1965.

También se pensó que dicha revista podría estar complementada con boletines monográficos específicos (siderurgia, hornos, etc. etc.), idea que nunca llegó a materializarse. La centralización de los Servicios de Información iba a suponer para este apartado una disminución del gasto del 25%, pues, además, se evitaría la duplicidad en las suscripciones e intercambios con revistas, principalmente extranjeras.

*Revista de Metalurgia* consiguió un gran prestigio, del que aún sigue disfrutando, tanto entre los metalurgistas españoles como entre los extranjeros, principalmente entre los suramericanos. Fruto de este prestigio fue su inclusión, en 1997, en el más importante índice de control de publicaciones científicas, el denominado *Journal Citation Report/Science Citation Index*, en el que, junto a la revista *Grasas y Aceites*, publicada por el Instituto de la Grasa, de Sevilla, eran las únicas, entre las que se publicaban al amparo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que aparecían en el citado índice de control.



La cubierta de *Revista de Soldadura* en distintas épocas.

Por otra parte, con el propósito de potenciar tanto su Departamento de Soldadura como la información sobre esta especialidad, el CENIM decidió crear una nueva revista, *Revista de Soldadura*, cuyos contenidos estuviesen dedicados específicamente a esta especialidad; su primer número apareció para cubrir el trimestre enero-marzo de 1971.



El Director del CENIM, D. Alfonso J. Vázquez Vaamonde, presidió el acto de entrega del premio *Revista de Soldadura* correspondiente al año 1982. Estuvo acompañado por D. Leandro de Luis Martín (izq.), Secretario del Centro, por dos altos funcionarios del entonces denominado Banco Español de Crédito y por D. Francisco López Graciani (dcha.), Redactor Jefe de la revista. El premio *Revista de Soldadura* 1982 le fue otorgado a D. Luis Mompeán Rodríguez, del Departamento de Soldadura del CENIM.

Desde un principio, se quiso dar a *Revista de Soldadura* un carácter eminentemente práctico, aunque en ella también se publicarían los resultados de los trabajos de investigación llevados a cabo tanto en el Departamento de Soldadura del CENIM como los que se recibiesen de otros centros de investigación españoles o extranjeros.

También *Revista de Soldadura* creó un premio para distinguir los trabajos de autor o autores españoles que se publicasen en sus páginas. Sin embargo, este premio no tuvo continuidad y sólo se concedió en dos ocasiones. La primera de ellas en 1977 y la segunda, en la que el premio estuvo patrocinado por el entonces denominado Banco Español de Crédito, en 1982.

### Otras publicaciones

En 1964, el CENIM, tomando como base el *Catálogo de Publicaciones* del Instituto del Hierro y del Acero, actualizó el mismo incluyendo todas las publicaciones de que disponía su biblioteca.

Los Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero y de Metales no Férricos habían editado libros y toda clase de folletos con el propósito de poner en manos de los especialistas la información más adecuada para que se mantuviesen al día en su campo de actividad.

Las publicaciones del Instituto de la Soldadura estaban fundamentalmente dirigidas a servir de



Cubierta del primer *Catálogo de Publicaciones* del CENIM.

textos para los *Cursos de Alta Especialización en Soldadura*. Entre ellas, pueden citarse

- *Curso de soldadura oxiacetilénica*, por M. de Miró Ramonacho y por T. de la Presa Fernández
- *Curso de construcciones metálicas soldadas*, por J. Martínez París y N. Muñoz Pereira
- *Curso de metalurgia física*, por F. Muñoz del Corral, y
- *Curso de ensayos no destructivos*, por V. Sánchez-Girón Núñez y J. Ors Martínez.

Muchas de estas publicaciones fueron después editadas por el CENIM.

El Instituto del Hierro y del Acero, el más prolífico en este aspecto, editó la traducción al castellano de la enciclopedia siderúrgica *Hierro y acero*, los *Métodos de análisis químicos unificados* o las *Tablas de tipificación de aceros finos de construcción, de los aceros soldables, para herramientas, etc.*, y también las *Tablas tecnológicas* de diferentes aceros.

Preparada por el Sr. Sistiaga, el Instituto de Metales no Férreos editó una muy útil traducción del Tin Research Institute titulada *Soldeo blando*.

El CENIM continuó, y aun intensificó dicha política. Formando parte de una colección titulada *Cuadernos de Metalurgia*, publicó:

- *Introducción a la difracción de rayos X*, por J. M. Bermúdez de Castro
- *El estado metálico*, por F. Agulló, y
- *Transformaciones de ordenación en aleaciones*, por H. Warlimont.

También publicó el CENIM una traducción del manual del *American Iron and Steel Institute* titulada *Stainless and heat resisting steels (Aceros inoxidables y refractarios)*. La finalidad de esta publicación, realizada en 1971, era proporcionar a los productores, almacenistas, consumidores y cualesquiera otras personas interesadas en estos materiales información detallada sobre definiciones, propiedades, tolerancias, métodos de inspección, toma de muestras y análisis químicos de estos productos.

En otra colección, bajo el título genérico *Manuales y Especificaciones*, publicó, entre otros títulos:

- *Tentativa de especificación CENIM para recubrimientos electrolíticos de níquel y cromo*, que había sido elaborada por el Grupo de Estudio de Recubrimientos Electrolíticos de Níquel y Cromo, de la Comisión Nacional de Recubrimientos, Protección y Preparación de Superficies de Metales, constituida en el seno del CENIM, y
- *Tentativa de especificación CENIM para recubrimientos electrolíticos de cinc y de cadmio sobre base férrea*.

En esta misma colección, se publicó una serie de manuales dedicados a métodos unificados para la caracterización química de diversos materiales metálicos. Estos métodos de análisis fueron desarrollados y verificados en el Laboratorio de Análisis del CENIM por D. José Luis Jiménez Seco y



por Doña Aurora Gómez Coedo, con quienes colaboraron Doña María Angustias Palacios Vida y Doña María Teresa Dorado López.



Doña Aurora Gómez Coedo.



Doña María Angustias  
Palacios Vida.



Doña María Teresa Dorado  
López.

Los manuales dedicados a distintos métodos de análisis incluidos en esta colección fueron:

- *Métodos espectrofotocolorimétricos para hierros, aceros y ferroaleaciones*
- *Métodos espectrofotocolorimétricos para aluminio y aleaciones base aluminio. Técnicas de absorción atómica*
- *Métodos de absorción atómica para aluminio y aleaciones base aluminio*
- *Métodos espectrofotocolorimétricos para aleaciones de base cobre*
- *Métodos mediante diversas técnicas para cobre y aleaciones de cobre*
- *Métodos mediante diversas técnicas analíticas para zinc y aleaciones de base zinc* (Solicitado por la Asociación Técnica Española para el Desarrollo del Zinc) y
- *Aplicación de la absorción atómica al análisis de productos metalúrgicos.*

En la mencionada colección *Manuales y Especificaciones* también se publicó una recopilación bibliográfica realizada por el Jefe de la Sección de Radiología Industrial del Centro, D. Alfonso Ruiz Rubio:

- *Los indicadores de calidad de imagen en la radiografía industrial.*

En 1964, para contribuir al XXV aniversario de la fundación del Consejo Superior de investigaciones Científicas, el CENIM publicó también un interesante libro, firmado por el Jefe de su Departamento de Estudios Metalúrgicos Especiales, D. Felipe A. Calvo Calvo, titulado *La España de los Metales*, en el que se trataba con sencillez y brevedad la historia de los metales en nuestro país.

Posteriormente, la actividad editorial de todos los centros dependientes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas fue asumida por su

Sección de Publicaciones y, en ese marco, en el *Catálogo de Publicaciones del CSIC*, aparecen actualmente las siguientes obras firmadas por investigadores del CENIM.



La obra de los investigadores del CENIM está recogida en el *Catálogo de Publicaciones del CSIC*.

- *Aplicación de métodos por ultrasonidos en los ensayos de materiales metálicos*, por J. Ors Martínez
- *Control de la corrosión. Estudio y medida por técnicas electroquímicas*, por J. A. González Fernández
- *Corrosión de las estructuras de hormigón armado: Fundamento medidas, diagnosis y prevención*, por J. A. González Fernández y J. Miranda Vidales
- *Aplicaciones clínicas del biomagnetismo*, por A. Madroñero de la Cal



D. Antonio Madroñero de la Cal.

Además, los técnicos del CENIM han participado como coordinadores en otras publicaciones también incluidas en el citado catálogo como:

- *Ciencia e ingeniería de la superficie de los materiales metálicos*. Coordinadores: A. J. Vázquez Vaamonde y J. J. de Damborenea González
- *Corrosión y protección metálicas* (2 vols.). Coordinadores: S. Feliu Matas y M<sup>a</sup> del Carmen Andrade Perdrix
- *Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión*. Coordinador: J. A. González Fernández.

## NUEVAS INSTALACIONES

Una vez unificados los Laboratorios de Análisis Químico, Metalografía, Radiología Industrial, Ensayos Mecánicos, Tratamientos Térmicos, Inspección de Materiales por Ultrasonidos y los de Documentación e Información, así como el Taller Mecánico y la Administración, se pudo comprobar la eficacia de la centralización, ya que se había podido seguir atendiendo estas actividades con una plantilla de personal sensiblemente menos numerosa, lo que había permitido reducir notablemente los costes de estos servicios.

No obstante, esta tarea había presentado algunas dificultades. La primera de ellas había sido la limitación de espacio para alojar en los locales de la Ciudad Universitaria el conjunto de los laboratorios.

En la reunión que se celebró el 28 de enero de 1964, primera de la Junta de Gobierno, el Director informó sobre sus propósitos, aceptados por dicha Junta, de emprender una serie de obras encaminadas a ampliar y acondicionar las salas y despachos destinados a alojar en ellos la totalidad de los laboratorios. También se informó que se habían encargado al arquitecto D. Alejandro de la Sota los proyectos de cuatro naves de tipo industrial, que estarían destinadas a los Departamentos de Concentración de Minerales, Fundición, Soldadura, y Corrosión y Protección con las que ampliar el espacio disponible construido. También se había iniciado la construcción de un comedor para el personal, que se basaba en un proyecto del mismo arquitecto.



Las naves en las que se desarrolla la mayor parte de la actividad investigadora del Centro fueron proyectadas por el prestigioso arquitecto Sr. De la Sota.

La Junta de Gobierno del CENIM puso de manifiesto su esperanza de que tanto todas estas obras como algunas adquisiciones imprescindibles

fuesen subvencionadas mediante su inclusión en algún capítulo del Plan de Desarrollo Económico y Social, para lo que esperaba contar con el apoyo del Presidente de la Junta, D. Rafael Calvo Rodés, que lo era, a su vez, de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica de la Presidencia del Gobierno.

En 1964, se inició la construcción de las dos primeras naves proyectadas, que se destinarían a los Departamentos de Siderurgia (Concentración de Minerales) y Fundición.

La primera de dichas naves contaría con una superficie en planta de 600 m<sup>2</sup> y cuatro pisos, cada uno de los cuales tendría una superficie de 100 m<sup>2</sup>, y estaría destinada a instalaciones a escala piloto y de laboratorios para la preparación, concentración y aglomeración de minerales de hierro.

La otra nave, con una superficie en planta de 550 m<sup>2</sup>, que constaría de cuatro pisos de 120 m<sup>2</sup> cada uno, estaría destinada a instalaciones de forja, laminación, fundición y arenas de moldeo. La construcción de estas dos naves terminó a principios de 1966.

También a principios de 1966 concluyeron las obras del comedor para el personal, que entró en servicio en el mes de mayo.

A finales del mismo año de 1966, se inició la construcción de las otras dos naves semiindustriales previstas, que estarían destinadas a los Departamentos de Soldadura, y de Corrosión y Protección. Las obras concluyeron en 1968.



D. Natalio Horcajo García (dcha.), responsable del proyecto de construcción de la nave de Radiología Industrial.

Más adelante, se construiría una nueva nave, también destinada al Departamento de Soldadura. Esta nave fue proyectada por D. Natalio Horcajo García, Ingeniero Técnico del Centro. En ella, además de los trabajos de investigación del Departamento se centralizaron los Servicios de Radiología Industrial, que en su actividad de Asistencia Técnica tuvieron un gran auge durante muchos años, especialmente en lo relacionado con la inspección de todo tipo de soldaduras de responsabilidad en las centrales nucleares

que por aquella época se construyeron en España. Esta nave entró en servicio en 1972.

Poco tiempo después, empezaron a aparecer en España empresas privadas dedicadas también a la inspección radiográfica de las estructuras soldadas, por lo que el CENIM decidió que no debía competir con ellas y redujo su participación en este campo industrial exclusivamente a la inspección de construcciones singulares en las que las empresas privadas pudieran encontrar dificultades,

De este modo, las dependencias de la nave de Radiología Industrial empezaron a ver limitado su uso.



Nave de Radiología Industrial.

Por otra parte, al Departamento de Metalurgia Física, surgido de la unión de los antiguos Departamentos de Procesos y Fundición y de Metalurgia Física, empezaba a quedarle pequeño el espacio de que disponía.

El auge que alcanzó en esos años la microscopía electrónica, unido al descenso de la actividad en la radiología industrial justifica que en 1987 se produjera el traslado del Laboratorio de Microscopía Electrónica a la nave de Radiología.

Anteriormente, este Laboratorio se encontraba ubicado en la planta baja del edificio central y sus ventanas daban al jardín. El tramo de la línea circular de Metro, entre las estaciones de Metropolitano y Ciudad Universitaria, pasa por debajo del jardín del Centro y cuando se puso en funcionamiento esta línea, hacia 1986, el campo magnético creado por el paso de la corriente eléctrica por la catenaria tenía la suficiente intensidad para desviar el haz de electrones del microscopio electrónico, lo que originaba la desestabilización de las imágenes. Para minimizar la influencia de este campo magnético se decidió llevar este Laboratorio al lugar más alejado de la línea de Metro, que era la nave de Radiología Industrial.

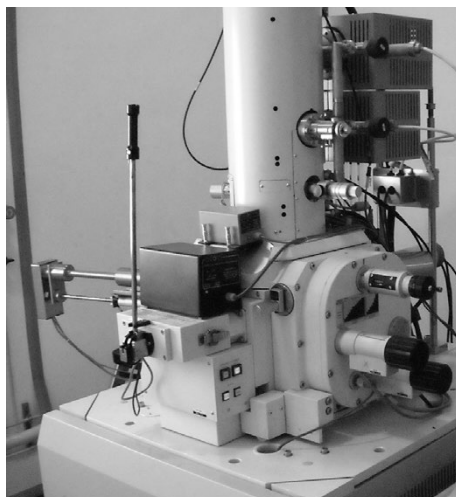


Atomizador del Departamento de Metalurgia Física instalado en la nave de Radiología Industrial.

En 1991 se instaló en el foso de la nave un atomizador por gas para la fabricación de polvos de aleaciones rápidamente solidificadas. Asimismo, se instaló un Laboratorio de Pulvimetalurgia.

En 1998, debido a los problemas que presentó la construcción del edificio del Centro de Investigaciones Biológicas, hubo que eliminar el ala derecha de la nave, remodelándose el Aula de Enseñanza que en ella había para la instalación de los microscopios electrónicos y se trasladó el Laboratorio de Pulvimetalurgia, salvo el atomizador, a su actual ubicación en el sótano de la nave de Fundición.

En la actualidad, el Laboratorio de Microscopía Electrónica cuenta con tres microscopios electrónicos de barrido convencional, uno de ellos de emisión de campo equipado con microanálisis y dispositivo de microtextura (EBSD), y un microscopio electrónico de transmisión analítico de 200 keV, así como diversos equipos para la preparación de muestras.



Microscopio electrónico de barrido (MEB).



Microscopio electrónico de transmisión (MET) analítico de 200 keV.

## MIEMBROS

Otro aspecto que había que tratar como consecuencia de la unión de los tres Institutos era la situación en la que quedaban los miembros o asociados de los mismos. En una reunión del Consejo Técnico Administrativo, celebrada el 14 de diciembre de 1964, el Sr. Sistiaga indicó que para cumplir un acuerdo anterior de la Junta de Gobierno, se había preparado un proyecto según el cual se cambiaba la condición de miembro de los Institutos por la de miembro del CENIM.

En este proyecto, que quedó aprobado en su conjunto, se establecía que los miembros del CENIM estarían incluidos en los siguientes apartados:

- Miembros de Honor
- Miembros Asociados Protectores
- Miembros Asociados Colectivos
- Miembros Asociados Individuales
- Miembros Adheridos.

En aquella misma reunión, el Sr. Penche planteó la cuestión de la situación en que quedaban los Miembros de Honor de los desaparecidos Institutos del Hierro y del Acero y de la Soldadura. Tras una breve discusión del asunto se acordó que los Miembros de Honor de los Institutos pasasen automáticamente a ser Miembros de Honor del CENIM y que los Miembros Individuales de los mismos (de Número y Asociados) pasasen a ser Miembros Asociados Individuales del CENIM. También se acordó que los miembros de los antiguos Institutos que pasasen a ser Miembros Asociados del CENIM conservasen, a todos los efectos, las condiciones y la antigüedad que tenían en aquellos.

Las ventajas de los miembros, ya del CENIM, consistían en descuentos en los servicios que el Centro prestaba al público en general, como en los precios de las publicaciones, muestras tipo, fotocopias, etc. y en la suscripción gratuita a *Revista de Metalurgia*.

Con el tiempo, el número de Miembros en las distintas modalidades fue disminuyendo notoriamente y la única relación que mantenían con el Centro se limitaba a recibir periódicamente *Revista de Metalurgia*.

En el año 2007, la centralización en el Departamento de Publicaciones del CSIC de la distribución de las diversas revistas que edita el organismo, llevó al Centro a suprimir la figura de Miembro del CENIM, que, por otro lado, no estaba reconocida en el CSIC desde la desaparición del Patronato Juan de la Cierva, incorporándoles al listado de suscriptores de la revista.

## CREACIÓN DEL CONSEJO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL CENIM

Desde su creación en 1963, el CENIM había estado regido por una Junta de Gobierno. En una reunión celebrada el 26 de febrero de 1964, el Presidente, Sr. Calvo Rodés, señaló que dicha Junta podía considerarse

como un Consejo Técnico Administrativo hasta tanto se nombrase el definitivo con arreglo a las normas establecidas en el Reglamento de Régimen Interior.

Tras pedir la opinión de los Consejeros respecto a los posibles candidatos a formar parte del nuevo Consejo, el Sr. Calvo Rodés sugirió que también debería recabarse el asesoramiento de los Presidentes de los Consejos Técnicos Administrativos de los desaparecidos Institutos, ahora integrados en el CENIM, por sus conocimientos sobre la opinión de la industria en relación con tales nombramientos.

Posteriormente, el 24 de noviembre del mismo año, en la Sala de Consejos del Centro, se celebró una reunión presidida por D. Manuel Soto Redondo, Vicepresidente del Patronato Juan de la Cierva. La finalidad de aquella reunión era, a la vista de que el CENIM ya tenía entidad jurídica propia con personalidad administrativa, orgánica y funcional, crear su Consejo Técnico Administrativo, que sería su órgano de gobierno definitivo.

Además del Sr. Soto Redondo, acudieron también a esta reunión:

- Alfonso de Churruca y Calbetón
- Juan Luis de la Ynfiesta Molero
- Rafael Calvo Rodés
- Fernando Serrano López
- Ricardo Gortázar y Manso de Velasco
- Gregorio Millán Barbany
- José Echevarría y Aguirre
- José María Aguirre e Isasi
- Julio Mendiguren
- Ignacio Ventosa Despujol
- José Capmany Rabat
- Francisco Pintado Fe
- José Luis Sobrino Vicente
- Francisco Muñoz Botín
- Francisco Millán de Val
- José Pazó Montes
- Alberto Vilanova Cuyás
- José Castell
- Javier Arisqueta Pereira
- Fernando Mulas Jiménez
- Juan Sitges y Fernández Victorio
- Francisco Torras Serratacó
- Mariano Cancer Gómez
- Manuel Salís Martínez
- Antonio Torres Espinosa
- Manuel Elorduy Taubmann
- José María Sistiaga Aguirre
- José Luis Ruiz Martínez.



Tras agradecer a todos su asistencia, el Sr. Soto Redondo pidió a D. Rafael Calvo Rodés que resumiese los motivos que habían inspirado la creación del CENIM.

A continuación, el Secretario Técnico del Patronato Juan de la Cierva, D. Juan Luis de la Ynfiesta Molero, dio a conocer los nombres de quienes iban a integrar el nuevo Consejo Técnico Administrativo y la Comisión Permanente de dicho Consejo.

Para formar parte del Consejo Técnico Administrativo del CENIM, se nombró a las siguientes personas:

Presidente:

- Alfonso de Churruca y Calbetón

Vicepresidente

- Rafael Calvo Rodés

Vocales

- Manuel Salís Martínez
- Ricardo Gortázar y Manso de Velasco
- Secundino Felgueroso Nespral
- José María Aguirre Isasi
- José Echevarría y Aguirre
- Francisco Millán de Val
- Fernando Serrano López
- Mariano Cancer Gómez
- José Capmany Rabat
- Gregorio Millán Barbany
- Javier Arisqueta Pereira
- Federico Ortega Sáenz
- Juan Sitges y Fernández Victorio
- Fernando Mulas Jiménez
- José Luis Sobrino Vicente
- Francisco Torras Serratacó
- Antonio Torres Espinosa
- Antonio Arregui Mendía
- Celso Penche Felgueroso
- Francisco Muñoz Botín
- Ignacio Ventosa Despujol
- Jesús Echevarría Basteguieta
- Julio Mendigueren
- José Castell
- José Pazó Montes
- Enrique Gutiérrez Ríos
- Francisco Pintado Fe
- Alberto Vilanova Cuyás
- José Manuel Elorduy Taubmann
- José María Sistiaga Aguirre

Secretario:

- José Luis Ruiz Martínez



D. Alfonso de Churruca y Calbetón.

Como es evidente las posibilidades de actuación de un Consejo Técnico Administrativo tan numeroso eran muy escasas, por lo que se nombró una Comisión Permanente que sería la que asumiría el gobierno efectivo del Centro. La Comisión Permanente quedó constituida de la siguiente forma:

Presidente

– Alfonso de Churrua y Calbetón

Vicepresidente:

– Rafael Calvo Rodés

Vocales:

– Manuel Salís Martínez

– Fernando Serrano López

– Celso Penche Felgueroso

– Francisco Muñoz Botín

– José Pazó Montes

– Enrique Gutiérrez Ríos

– José María Sistiaga Aguirre

Secretario:

– José Luis Ruiz Martínez

El Sr. De Churrua agradeció su designación como Presidente de la Comisión Permanente del Consejo Técnico Administrativo del Centro, pero señaló que, por tener su residencia en Bilbao, su asistencia a las reuniones de la Comisión no siempre estaría asegurada, por lo que había previsto delegar su representación en tales casos en el Vicepresidente, D. Rafael Calvo Rodés.

Unos meses después, en enero de 1965, recibido un nuevo informe del Batelle Memorial Institute, se consideró que ya era tiempo de dar un paso más en el desarrollo de la estructura definitiva del Centro. Estudiadas sus recomendaciones, se preparó un organigrama funcional de actividades del CENIM.

Sin contar las usuales propias de la Administración, estas actividades podían resumirse en cuatro grupos principales:

- Programación
- Investigación
- Asistencia Técnica y
- Extensión.

Las actividades de programación serían responsabilidad de una serie de Comités Técnicos constituidos por industriales e investigadores, que estudiarían las necesidades y asuntos a los que se considerase debía prestárseles atención preferente en los diferentes sectores, proponiendo a la dirección del Centro programas concretos de investigación.

La investigación se efectuaría en siete Departamentos en los que estarían integrados los principales grupos de trabajo de interés para el Centro, esto es:

- Siderurgia
- Metalurgia no Férrea
- Procesos y Fundición
- Soldadura
- Metalogía
- Corrosión y Protección y
- Estudios Metalúrgicos Especiales.

De la asistencia técnica se responsabilizarían tres Departamentos, a saber:

- Estudios de Desarrollo Técnico
- Información y
- Ensayo de Materiales.

Este último coordinaría las actividades de todos los laboratorios existentes dedicados a ensayos, que eran:

- Radiología Industrial
- Ultrasonidos y
- Ensayos Mecánicos.

El último grupo, Extensión, se refería al conjunto de actividades encaminadas a conseguir un mejor conocimiento de la potencialidad investigadora del CENIM por parte de la industria metalúrgica, y a que ésta recurriera al Centro para la resolución de los problemas técnicos que pudiesen abordarse mediante la investigación.

En cuanto a las personas que debían responsabilizarse formalmente de estos Departamentos no existían dudas fundamentales, ya que la organización de las actividades se correspondía, en general, con la que estaba en vigor.

Las designaciones de Jefes de Departamento fueron las siguientes:

Departamento de Siderurgia

- José Antonio Boned Sopena

Departamento de Metalurgia no Férrea

- Antonio de la Cuadra Herrera

Departamento de Procesos y Fundición

- Miguel P. de Andrés Sanz

Departamento de Soldadura

- Nazario Muñoz Pereira

Departamento de Metalogía

- Joaquín Hernández Marín

Departamento de Corrosión y Protección

- Sebastián Feliu Matas

Departamento de Estudios Metalúrgicos Especiales

- Felipe A. Calvo Calvo

Departamento de Estudios de Desarrollo Técnico

- Manuel de Miró Ramonacho

Departamento de Información

– José Luis Ruiz Martínez

Departamento de Ensayo de Materiales

– Francisco Muñoz del Corral

En esta misma reunión, se acordó también que definitivamente debían desaparecer los nombres de los tres Institutos que habían sido absorbidos por el CENIM.



D. Nazario Muñoz Pereira.



D. Felipe A. Calvo Calvo.



D. Sebastián Feliu Matas.



D. Manuel de Miró  
Ramonacho.

## EL CENIM COMIENZA A ANDAR

Toda la actividad descrita hasta aquí, y que podríamos considerar como burocrática o de organización, no impidió que el CENIM asumiese los compromisos y responsabilidades adquiridas con anterioridad por los Institutos de los que era heredero y empezase a actuar sin que se produjese solución de continuidad alguna con la labor que llevaban a cabo cada uno de ellos.

Así, puede afirmarse que, una vez resuelta la mayor parte de los problemas surgidos de la complejidad de la fusión de los tres institutos que durante varios años habían llevado vidas separadas, hacia 1964 el CENIM ya se presentaba ante la comunidad científica y tecnológica como un gran centro dotado de un enorme potencial humano y material para hacer frente a los problemas que en el importante sector de la metalurgia tenía planteados la nación.

Muy pronto surgieron dudas sobre las líneas de trabajo que debía seguir el nuevo centro. Mientras unos pensaban que lo mejor sería dedicar la máxima atención a la investigación pura y prestar atención secundaria a la asistencia técnica, otros opinaban que, dada la situación de la industria del país y la necesidad de un centro que resolviese los problemas técnicos que su actividad les planteaba continuamente, las líneas de trabajo del CENIM debían estar encaminadas a resolver tales problemas. En este caso, la investigación pura pasaría a ocupar un puesto secundario y los temas de investigación que se abordasen surgirían de los problemas estudiados para resolver los que se le planteasen a la industria, que, de hecho, eran muy numerosos.

En cualquier caso, el CENIM tenía que emprender su marcha independientemente de la política científico-tecnológica que se adoptase.

En seguida quedó claro que, prestando la debida atención a la investigación básica, se haría hincapié en la actividad encaminada a colaborar con la industria.

## LA SEDE DEL CENIM

Los edificios que albergaban al Instituto del Hierro y del Acero sirvieron al Patronato Juan de la Cierva para resolver un antiguo problema que tenía planteado desde la creación de los tres Institutos que después iban a constituir el CENIM. Inmediatamente después de ponerse a trabajar, todos ellos pidieron disponer de edificios en los que instalar sus propios laboratorios. El único que lo había conseguido era el Instituto del Hierro y del Acero. Además, se trataba de unos magníficos edificios construidos muy pocos años antes y situados en un entorno tranquilo y agradable, la Ciudad Universitaria de Madrid.

La parcela sobre la que se asentaba el Instituto del Hierro y del Acero, y que después serviría de sede al CENIM, era propiedad de la Junta de Obras de la Ciudad Universitaria, que se la cedió al Consejo Superior de Investigaciones Científicas mediante Orden comunicada por el entonces denominado Ministerio de Educación Nacional con fecha 12 de marzo de 1951.

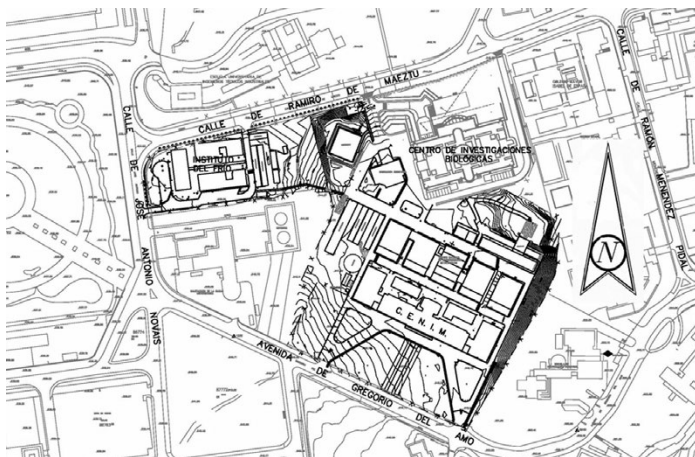
Se encuentra en un paraje por el que antaño discurría una corriente de agua conocida como Arroyo Cantarranas y que, como toda la Ciudad Universitaria de Madrid, fue testigo de duros combates durante la Guerra Civil.

Quando le fueron entregados al Instituto del Hierro y del Acero, el conjunto de edificios estaba completamente aislado. Hoy, en aquel lugar, se levanta una serie de edificios destinados al estudio y a la investigación que son muestra de la diversidad de disciplinas que ocupan la actividad del CSIC. Junto a los añosos edificios del CENIM, se encuentran los también antiguos edificios del Instituto del Frío y los modernísimos pertenecientes al Centro de Investigaciones Biológicas. Los tres centros pertenecientes al CSIC comparten diversos servicios, como son el comedor y la cafetería, mientras una serie de reformas llevadas a cabo durante el bienio 2007-2008 modificaron el entorno de forma tal que los tres centros podrán compartir los aparcamientos y viales comunes a las dependencias de unos y otros, constituyendo lo que ya se denomina como el campus del CSIC en la Universidad Complutense de Madrid.

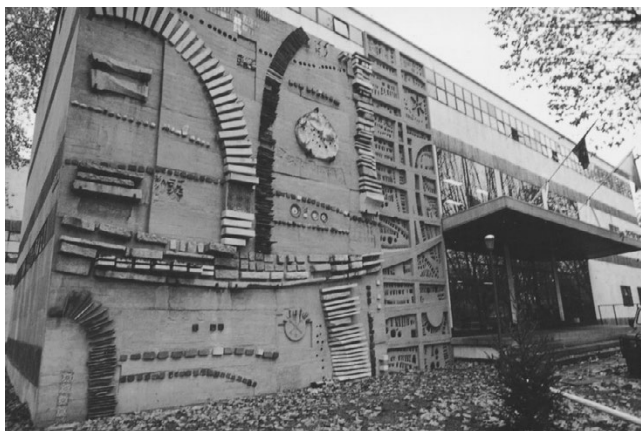
El 28 de noviembre de 1991, y hallándose en trámites de aprobación el Plan General de Ordenación de Madrid, quedó sin efecto la cesión fechada el 12 de marzo de 1951 y se suscribió un nuevo acuerdo entre la Universidad Complutense de Madrid, representada por su Rector Magnífico, D. Gustavo Villapalos Salas, y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que estuvo representado por su entonces Presidente D. Elías Fereres Castiel. Con este nuevo acuerdo se renovaba la cesión otorgada en 1951, que ahora tendría una duración de noventa y nueve años a partir de la fecha de la firma del nuevo documento (28 de noviembre de 1991).

Entre otras, las condiciones de la cesión estipulan que la parcela se destinaría al Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, bajo la dependencia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas o del organismo que en el futuro pudiera sustituirle durante el plazo de la concesión. Asimismo, se estableció que la utilización para actividades investigadoras de otra índole requeriría la comunicación a la Universidad con al menos tres meses de antelación y que esta concesión no podría trasladarse a terceros.

La parcela sobre la que actualmente se asienta el CENIM se describe de la siguiente forma en el documento correspondiente.



Plano de situación del campus del CSIC en la Ciudad Universitaria de Madrid.



El Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (arriba), el Instituto del Frío (centro) y el Centro de Investigaciones Biológicas (abajo) forman un conjunto que se conoce como el campus del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la Ciudad Universitaria de Madrid.

«I. Parcela en Madrid, Ciudad Universitaria situada en Zona II de Colegios Mayores. Forma un polígono irregular de seis lados y linda: al frente: en línea de 163,50 metros con la Avenida de Gregorio del Amo; a la derecha desde el frente, en línea de 173,50 metros, con la Escuela de Organización Industrial y el Colegio Mayor San Juan Evangelista; a continuación del anterior, formando ángulo abierto en línea quebrada de 21 y 28 metros, con el Colegio Mayor César Carlos; al fondo, en línea de 160 metros, con las parcelas números nueve y catorce de la titularidad de la Universidad Complutense; y finalmente a la izquierda, cerrando el perímetro, en línea de 26,25 metros y en ángulo abierto con el anterior, en línea quebrada de 114,50 metros y 6,25 metros, con paseo peatonal de nueva creación. Mide una extensión superficial de 28.098 metros cuadrados».

Las instalaciones que el Instituto del Hierro y del Acero aportó al CENIM consistían en el edificio principal y en la nave que se encuentra a espaldas de éste, además de una pequeña nave destinada a Almacén y Servicios Generales y sobre cuya cubierta, más tarde se construiría el comedor para el personal. La entrega provisional del edificio, de cuyas obras se había encargado el arquitecto D. E. Ripollés, se efectuó el 22 de enero de 1959. La cubierta de la nave situada tras el edificio principal fue diseñada por el insigne ingeniero D. Eduardo Torroja Miret.

Hay que destacar que en el catálogo del Consorcio Urbanístico de la Ciudad Universitaria el conjunto de edificios que constituyen el CENIM están incluidos en el Nivel 1. Grado: Singular. Esta designación corresponde a la calificación máxima.

## RELACIONES PERSONALES

Al mismo tiempo que las autoridades del nuevo Centro discutían las cuestiones relacionadas con la organización del mismo, empezó el traslado del personal de las plantillas de los Institutos de la Soldadura y de Metales no Férreos desde sus antiguas sedes anteriores a las instalaciones del Instituto del Hierro y del Acero en la Ciudad Universitaria. Como es natural llegaron las plantillas completas, con todo el personal, tanto técnico como auxiliar. Puede afirmarse que, en lo que se refiere a las relaciones personales, estos traslados no plantearon ningún problema serio, aunque es cierto que, al principio, se crearon ciertas tensiones. Por una parte, los trasladados, se encontraron en un lugar de trabajo con extraordinarias condiciones en lo que se refiere a su entorno; situado entre pinares y magníficas arboledas, un edificio cómodo, estrenado muy pocos años atrás...

Pero también con graves inconvenientes. Sobre todo en lo referente al transporte. Tanto el parque automovilístico de los empleados como los medios de transporte público eran más bien escasos los primeros e incómodos los segundos; además, estos dejaban al personal a gran distancia del centro de trabajo.



Otro grave problema era la carencia de un comedor para el personal. La construcción de un comedor era una necesidad evidente. El horario de trabajo, en jornada partida, dejaba un espacio de una hora y media entre la jornada de la mañana y la de la tarde, espacio de tiempo que no permitía a la mayoría del personal ir a comer a sus domicilios. Había otra solución, que era comer en las cercanas facultades, pero en los comedores de éstas se formaban grandes colas, por lo que tampoco aquella era una solución. La construcción de aquel comedor, para lo que se contó con la ayuda de ENSIDESA, fue una magnífica solución al problema.

El personal del Instituto del Hierro y del Acero, que se consideraba «en su casa», pensó que quienes venían de los otros Institutos eran «invasores». Además, el Director del nuevo Centro procedía del Instituto de Metales no Férreos y durante bastante tiempo había estado ligado al Instituto de la Soldadura, con lo que los «invadidos» tenían la idea de que los «invasores» iban a llegar con una cierta ventaja. No obstante, la realidad fue que en poco tiempo todo el personal se sintió uno y no se crearon problemas.

Por el contrario, puede decirse que las relaciones personales se enriquecieron entre las plantillas de los tres Institutos y que ya todos se consideraron funcionarios del CENIM. En poco tiempo, el sentimiento de pertenencia a cualquiera de los antiguos Institutos fue sólo un recuerdo. Más adelante, con la entrada de nuevo personal, aquellos sentimientos se borraron de forma total. Actualmente, con la mayor parte de la plantilla del CENIM formada por personal joven, sólo una pequeña parte del personal sabe que una vez hubo tres Institutos que se unieron para formar el que hoy día es su centro de trabajo.

Sin embargo, sí aparecieron otros problemas. Era evidente que al sumarse las tres plantillas tenía que producirse un desequilibrio que crearía una situación de exceso de personal, preferentemente de quienes realizaban tareas auxiliares.

Para tratar de resolver o al menos paliar esos problemas, se ofreció al personal la posibilidad de su traslado a otros Institutos del Patronato Juan de la Cierva. De este modo, se consiguió reducir la plantilla en 43 personas, lo que suponía un 20% del total. De esa cifra, sólo dos correspondían a titulados superiores, con lo que se tendía a lograr un equilibrio racional entre personal investigador superior, personal técnico medio y personal administrativo y ayudante, que, según algunos especialistas y para el conjunto del CENIM, anteriormente estaba muy desplazado hacia estas dos últimas categorías.

Además, por conveniencia del servicio, el Patronato Juan de la Cierva trasladó a su organización central al antiguo director del Instituto de la Soldadura, D. Ramón Páramo Díaz, en calidad de Adjunto a la Secretaría Técnica.

Otro problema, en este caso de carácter social, al que hubo de enfrentarse el CENIM, fue el de la jubilación de algunos de sus funcionarios. En enero de 1965, el Sr. Sistiaga recibió una comunicación, enviada por la Secretaría Técnica del Patronato, según la cual se daba de baja en la plan-

tilla a todos los empleados mayores de setenta años. Esta medida significaba que algunos de los funcionarios a los que afectaba causarían baja sin recibir pensión alguna, ya que en la época en la que el Patronato había concertado el ingreso de su personal en la Mutualidad del Instituto Nacional de Previsión, los empleados afectados tenían una edad superior a la máxima permitida para ingresar en la mencionada Mutualidad.

En el CENIM, y procedentes del Instituto del Hierro y del Acero, se encontraban en esta situación tres antiguos funcionarios. Para aminorar los efectos de esta medida, el Patronato acordó indemnizar a estos funcionarios con una cantidad equivalente a una mensualidad por año de servicio.

Más adelante, a finales de 1965, el Consejo Técnico Administrativo del CENIM autorizó al Director del Centro a que arbitrara alguna forma de ayuda para los tres jubilados que se encontraban en esa situación.

## RELACIONES CON EL EXTERIOR

También se empezó a cuidar el mantenimiento de las relaciones con Centros afines tanto nacionales como extranjeros.

Los antiguos Institutos habían establecido relaciones muy estrechas con las organizaciones similares en sus campos de actuación respectivos e incluso sus técnicos actuaban como Delegados españoles en las Comisiones de dichas organizaciones, tanto nacionales como internacionales.

Así, por ejemplo, el Instituto de la Soldadura figuraba en los órganos de dirección del Instituto Internacional de la Soldadura, del cual, en su día, había sido miembro fundador y varios de sus técnicos formaban parte de las Comisiones de Trabajo de dicho Instituto.

En lo que se refiere al Instituto del Hierro y del Acero y al Instituto de Metales no Férreos, sus técnicos representaban a nuestro país en numerosos Comités Técnicos de los más importantes organismos internacionales relacionados con la investigación y la tecnología metalúrgicas en aspectos tan dispares como pueden ser la normalización, la fabricación, la transformación...

La nómina de instituciones con las que el CENIM mantiene estrechas relaciones sería interminable, pero, entre ellas, se pueden destacar la American Society for Testing and Materials, la National Association of Corrosion Engineers, The Institute of Materials, la American Society for Metals, la International Society of Electrochemistry, The Metals Society, el Instituto de Recherches de la Sidérurgie (IRSID), la Associazione Italiana di Metallurgia, el Instituto de la Soldadura de Portugal, la Associação Brasileira de Soldagem, el Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero, etc.

En la reunión del Consejo Técnico Administrativo celebrada el 8 de abril de 1964, el Sr. Sistiaga informó a la Junta de una reciente visita efectuada al Centro por los Sres. Headlam-Morley y Cleere, Secretario y Secretario Adjunto, respectivamente, del Iron and Steel Institute, de

Inglaterra, y que tenía como propósito concretar los detalles para la iniciación de las gestiones conducentes a la celebración en España, durante 1965, de un *Special Meeting* del citado Instituto, según un acuerdo alcanzado con anterioridad con el Instituto del Hierro y del Acero. Dicho *meeting*, siguiendo la costumbre en lo que el Iron and Steel Institute consideraba *Special Meetings*, tendría una primera parte consistente en una serie de visitas a las factorías siderúrgicas del norte de España y posteriormente varias sesiones técnicas conjuntas hispano-inglesas en Madrid; en principio, la fecha de celebración de estas reuniones quedó fijada para los días 7 a 17 de junio de 1965.

El Sr. De Churrua, en aquel momento el Vicepresidente Honorario más antiguo del Iron and Steel Institute inglés, expuso algunos detalles relacionados con el carácter y las particularidades de este tipo de reuniones y subrayó la conveniencia de aprovechar esta oportunidad para estrechar las relaciones del Centro con un organismo tan importante en este campo como era el Instituto inglés.

En este sentido, el Presidente propuso tomar con la máxima rapidez las medidas oportunas encaminadas a iniciar la organización de esta Asamblea. Propuso que se constituyese un Comité de Honor, de carácter representativo, y un Comité Ejecutivo. El Director del Centro quedó encargado de realizar las gestiones oportunas para la organización del evento.

También informó el Sr. Sistiaga de los contactos habidos con el Max Planck Gesellschaft, de Alemania y de su propuesta para establecer relaciones con el CENIM en el campo de la investigación metalúrgica. La Junta acordó aceptar la propuesta alemana y cursó una invitación al Prof. Wassermann, destacado científico asesor de la mencionada sociedad, con el fin de discutir esta propuesta.

En este mismo sentido, informó de la visita que iba a realizar el Dr. Darnault, del Centre Technique de l'Aluminium, de París, atendiendo una invitación anteriormente formulada por el Instituto de Metales no Férreos previamente solicitada por los fabricantes de aluminio. El Dr. Darnault pronunciaría en Madrid, Barcelona y Bilbao una serie de conferencias sobre las aplicaciones del aluminio anodizado.

## SECCIONES DESTACADAS Y DELEGACIONES

Poco tiempo después de su fundación, dos de los tres Institutos que más adelante integrarían el CENIM consideraron como una prioridad de primer orden establecer con la industria un tipo de relación más cercano y directo. Como resultado de esta preocupación el Instituto de la Soldadura y el Instituto del Hierro y del Acero decidieron crear una suerte de delegaciones en aquellas regiones españolas en las que la industria siderometalúrgica hubiese alcanzado un mayor desarrollo. Al mismo tiempo, con esta medida pretendían descentralizar su actividad y que no toda ella se desarrollase en Madrid, aunque sus sedes centrales radicasen en la capital de España.

Durante muchos años, las delegaciones creadas por los citados Institutos desarrollaron una importante actividad en los lugares en que se instalaron, donde lograron un gran prestigio que contribuyó a aumentar el de sus Centros originarios.

Al crearse el CENIM, la nueva Junta de Gobierno consideró oportuno revisar la situación de todas las delegaciones. Como resultado de dicha revisión, la Junta decidió que era conveniente la permanencia de tales delegaciones, pues se trataba de medios muy adecuados para ayudar a la industria, pero que era preciso evitar que se constituyeran en unidades independientes «ya que su misión –en palabras del Presidente de la Junta– era la de enlace entre el Centro y la Industria».

El Sr. Sistiaga se había encargado de estudiar a fondo la situación de las distintas Delegaciones (o Secciones Destacadas) creadas por los Institutos de la Soldadura y del Hierro y del Acero. Encontró que, en aquellos momentos, sólo estaba en funcionamiento la del Instituto del Hierro y del Acero en Barcelona, que radicaba en el Instituto de Investigaciones Técnicas de aquella ciudad. En Barcelona existía también una delegación del Instituto de la Soldadura, que, por decisión superior, había pasado a ser Delegación del CENIM y de la que el Patronato había nombrado Presidente al Sr. Ventosa.

Por otra parte, el Patronato Juan de la Cierva tenía como Centro coordinado en Barcelona al Instituto de Investigaciones Técnicas, al que, en 1964, concedía una subvención de unas 250.000 PTA anuales para su Sección de Metalurgia y Metalografía y que también recibía apoyo económico del Instituto del Hierro y del Acero.

El Instituto de la Soldadura había creado Delegaciones en Bilbao, Barcelona, Gijón, Valencia, Sevilla y una Subdelegación en Pamplona. En aquellos momentos, la actividad de la primera de ellas era muy escasa. Dada la importancia siderometalúrgica de aquella región, parecía procedente revitalizarla. Las medidas que se tomaron para lograr tal revitalización fue el nombramiento del Sr. Paráis como Presidente de la misma y solicitar la instalación de la Delegación en los Laboratorios Torrontegui, de Olaveaga, aceptando la Junta la colaboración que en este sentido ofrecían, como miembros del Consejo de dichos Laboratorios, los Sres. Churrua y Serrano, a su vez Presidente y Consejero del CENIM, respectivamente.

A la vista de la situación, y considerando que para que una unidad de investigación dedicada a la ayuda técnica a la industria fuese eficaz «había de tener una magnitud superior a una crítica», se acordó canalizar únicamente a través de la Delegación del CENIM en Barcelona todas las actividades de carácter metalúrgico que de aquel Instituto de Investigaciones Técnicas dependiesen en la Ciudad Condal y suprimir la subvención que hasta el momento el Instituto del Hierro y del Acero concedía al Instituto de Investigaciones Técnicas.

Asimismo, se decidió poner en conocimiento del Patronato Juan de la Cierva la opinión de la Junta de Gobierno, de que dado que el CENIM era el órgano del propio Patronato al que se habían encomendado especial-

mente las actividades técnicas de carácter metalúrgico y que el CENIM ya contaba con una Delegación propia en Barcelona, se canalizasen a través de ésta las actividades metalúrgicas amparadas por el Patronato en aquella ciudad, así como la aportación económica que para su desarrollo concedía al mismo.

Respecto a la Subdelegación de Pamplona no existía acuerdo legal alguno para su creación. El plan de actividades que ofrecía dicha Subdelegación se refería principalmente a enseñanzas de bajo nivel que, por otro lado, podían ser impartidas en Escuelas Laborales. Prácticamente, dichas actividades eran las únicas que realizaba esta Subdelegación. En consecuencia, la Junta de Gobierno decidió que se realizasen las gestiones pertinentes para su suspensión, así como la de las Delegaciones de Gijón, Valencia y Sevilla, cuyas actividades eran nulas.

En lo que se refiere a Vigo, se consideró interesante crear una Delegación en razón de la gran actividad que se desarrollaba en esta ciudad gallega, y se fijó como criterio para la creación de nuevas Delegaciones la prestación de ayuda técnica a la industria y la de servir de enlace entre ésta y el CENIM, si bien, en algún caso, a la vista de las circunstancias, dichas Delegaciones podrían contar con unidades de investigación propias, siempre y cuando sus actividades no incurriesen en duplicidades con las que se llevasen a cabo en las instalaciones del Centro en Madrid.

De las distintas delegaciones, tanto del Instituto de la Soldadura como del Instituto del Hierro y del Acero, así como de las circunstancias de las mismas, se da cuenta más detallada en los Capítulos dedicados a ambos Institutos.

## OTRAS ORGANIZACIONES EN EL SENO DEL CENIM

En el seno del Instituto del Hierro y del Acero existía una denominada Asociación Técnica de Fundición (A.T.F.), que no tenía entidad jurídica propia. Dependía totalmente del Instituto, que le proporcionaba un despacho y tres funcionarios para desarrollar su cometido.

En 1961, dicha Asociación redactó unos Estatutos por lo que, tras ser aprobados oficialmente, se constituía en una entidad independiente. Su finalidad seguiría siendo el fomento y el desarrollo de la técnica de la fundición. Aun así, los trabajos de investigación que pudiese llevar a cabo se realizarían en las dependencias del Instituto.

Posteriormente, en 1967, el Director del CENIM propuso ceder a la A.T.F. la representación española ante el Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición, que hasta dicha fecha había asumido el CENIM por herencia del Instituto del Hierro y del Acero.

Más tarde, la A.T.F., convertida en la Asociación Técnica Española de Fundición, se desvinculó totalmente del CENIM.

Del mismo modo, los fabricantes de cinc estaban interesados en que, amparada por el CENIM, se constituyese la Asociación Técnica Española de Galvanización (ATEG), cuya existencia permitiría al Centro llegar a

importantes sectores consumidores de cinc. La Junta estudió y aceptó esta propuesta y, a su vez, propuso la cesión de los despachos necesarios para que dicha Asociación pudiese desarrollar sus actividades. Ambas propuestas fueron aceptadas por unanimidad. Posteriormente, la Asociación Técnica Española de Galvanización (ATEG) se independizó y continuó su labor de apoyo técnico al sector.

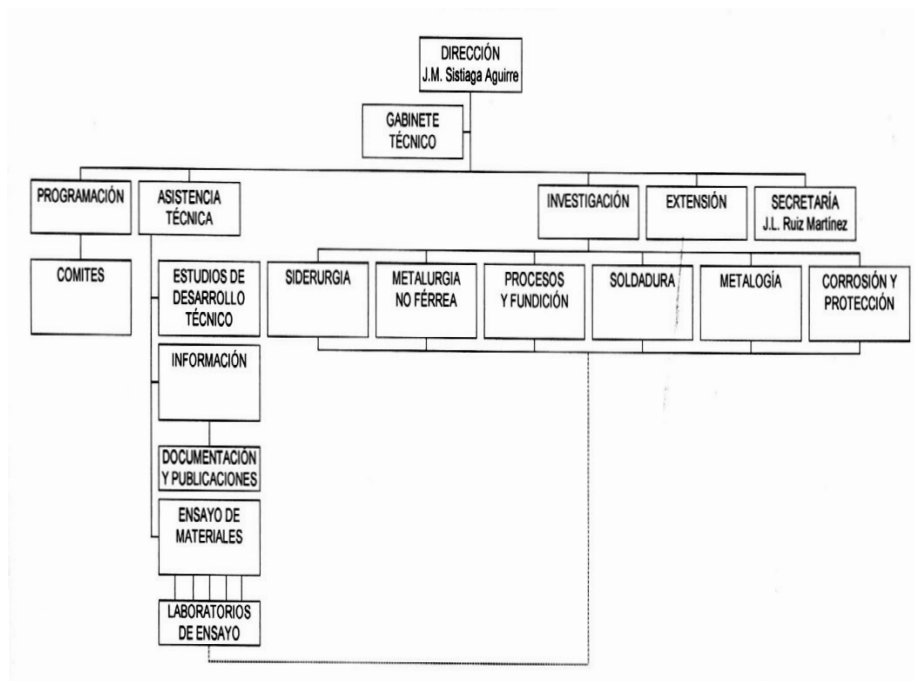
### PRIMER ORGANIGRAMA DEL CENIM

Como ya se ha dicho anteriormente, desde su creación, el CENIM estuvo regido por una Junta de Gobierno. En su reunión celebrada el 24 de noviembre de 1964, dicha Junta decidió su propia disolución y su sustitución por un Consejo Técnico Administrativo y por una Comisión Permanente que saldría del mismo.

Esta Comisión Permanente debía ocuparse de tomar las decisiones relacionadas con el devenir cotidiano del Centro y, de acuerdo con el Patronato Juan de la Cierva y con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, decidir las líneas de trabajo a seguir.

De la composición de dicha Comisión Permanente ya se ha dado cuenta con anterioridad (véase pág. 120).

En enero de 1965, la estructura orgánica del CENIM era la que se muestra en el siguiente organigrama:



Organigrama del CENIM correspondiente al año 1965.

A 31 de diciembre de 1965, el CENIM contaba con una plantilla de 271 personas, distribuidas por categorías de la siguiente forma:

- 20 Investigadores
- 28 Colaboradores
- 8 Titulados Superiores
- 25 Ayudantes
- 27 Auxiliares de Investigación
- 39 Especialistas
- 77 Laborantes
- 36 Administrativos
- 11 Subalternos.

Transcurrido un año, como resultado de las medidas tomadas por el Director para reducir la plantilla en razón del exceso de personal en determinadas categorías, debido a la unión de los tres Institutos, dicha cifra disminuyó a 259 personas.

Siguiendo con la estructuración del Centro, se tomaban decisiones encaminadas a su perfeccionamiento. En este sentido, el 24 de mayo del año siguiente, 1966, se constituyó el Gabinete Técnico, del cual formaban parte, además del Director, Sr. Sistiaga, en calidad de Jefe del mismo, siete investigadores, Jefes de Departamento, y un investigador, que actuaría como Secretario del Gabinete.

Posteriormente, el Sr. Sistiaga, en la reunión de la Junta de Instituto celebrada el 30 de enero de 1968, informó de la inclusión en el Boletín Oficial del Estado del 16 de enero del nuevo Reglamento Orgánico del Patronato Juan de la Cierva, en el que se establecía que los Directores de los Centros e Institutos integrados en él debían estar asistidos por un Vice-director y una Junta de Gobierno, de la que formarían parte los Jefes de Departamento y de Sección.

Todas estas medidas estaban encaminadas a modificar las atribuciones de la Dirección, antes demasiado personalizada, para que su actuación tuviera un carácter más colegiado.

Además, el nuevo Reglamento, en el que se establecía la constitución de una Junta de Gobierno, dejaba fuera de lugar la existencia del Gabinete Técnico que, en mayo de 1966, había creado el Centro. Por ello, en su reunión de marzo de 1968 se acordó su disolución.

Para ocupar el cargo de Vicedirector fue propuesto D. José Antonio Boned Sopena, propuesta que fue aceptada, y en quien el Sr. Sistiaga delegó el control de las actividades del Centro en el campo de la Siderurgia, así como de aquellos asuntos de trámite cuya resolución pudiese resultar agilizada sin necesidad de pasar por la Dirección.

Tras estas medidas, los órganos directivos del Centro quedaron conformados de la siguiente forma:

Director

- José María Sistiaga Aguirre

Vicedirector

- José Antonio Boned Sopena

Secretario

– José Luis Ruiz Martínez.

Investigadores Adjuntos a Dirección:

– José María Bermúdez de Castro

– Joaquín Hernández Marín.



D. José María Sistiaga Aguirre.



D. José Antonio Boned Sopena.



D. José María Bermúdez de Castro.



D. Joaquín Hernández Marín.

La Junta de Gobierno estaría presidida por el Sr. Sistiaga en su condición de Director del Centro, a quien acompañarían como vocales, el Vice-director, Sr. Boned, y el Secretario, Sr. Ruiz Martínez. Los restantes miembros de la Junta serían:

- Francisco Muñoz del Corral  
Jefe del Departamento de Metalogía
- Sebastián Feliu Matas  
Jefe del Departamento de Corrosión y Protección
- Antonio de la Cuadra Herrera  
Jefe del Departamento de Metalurgia no Férrea



- Manuel de Miró Ramonacho  
Jefe del Departamento de Estudios de Desarrollo Técnico
- Nazario Muñoz Pereira  
Jefe del Departamento de Soldadura
- José Niño de Olaiz  
Jefe de la Sección de Enriquecimiento de Minerales
- Josefa Fernández Ballesteros  
Jefa de la Sección de Documentación
- Antonio Alguacil Priego  
Jefe de la Sección Administrativa.

También en el Consejo Técnico Administrativo se introdujeron numerosos cambios, que afectaron al Presidente y a varios Consejeros.

El Patronato Juan de la Cierva decidió otorgar al Sr. De Churruca, que había ocupado el cargo de Presidente sin interrupción desde que accediera al mismo en 1947 en el Instituto del Hierro y del Acero, el título de Presidente Honorario del Centro. Al mismo tiempo, acordó manifestar su agradecimiento al General Calvo Rodés por su magnífica labor como Vicepresidente del Consejo Técnico Administrativo.

A partir de 1968, el Consejo Técnico Administrativo del CENIM fue el siguiente:

#### Presidente

- Miguel Salís Balzola  
Comisario Adjunto del Plan de Desarrollo Económico y Social

#### Vicepresidente

- Juan Sitges y F. Victorio  
Director de la Real Compañía Asturiana de Minas

#### Vocales

- Francisco Aparicio Olmos  
Presidente de Astilleros Españoles
- Rafael Calvo Rodés  
Ex Presidente del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica
- Francisco Muñoz Botín  
Consejero de Nueva Montaña Quijano, S.A.
- Celso Penche Felgueroso  
Director de Unión Técnicas de Soldaduras, S.A.



D. Francisco Alguacil  
Priego.

- Carlos Pérez de Bricio  
Director General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales
- Luis Rodríguez Castellá  
Altos Hornos de Vizcaya
- Manuel Salís Martínez  
Presidente de ENSIDESA
- Fernando Serrano López  
Decano Presidente del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Bilbao
- José Luis Sobrino Vicente  
Ingeniero Principal del Sdad. Minero Metalúrgica de Peñarroya, S.A.
- José M<sup>a</sup> Sistiaga Aguirre  
Director del CENIM

Secretario

- José Luis Ruiz Martínez  
Jefe del Departamento de Información y Secretario del CENIM.

Las consecuencias de la estructuración alcanzaron también a los Departamentos y a sus Jefes respectivos, que experimentaron algunos cambios tanto en su denominación como en los titulares de los mismos. La estructura de la investigación quedó como sigue:

Departamento de Metalogía

- Francisco Muñoz del Corral

Departamento de Siderurgia

- José Antonio Boned Sopena

Departamento de Corrosión y Protección

- Sebastián Feliu Matas

Departamento de Metalurgia no Férrea

- Antonio de la Cuadra Herrera

Departamento de Información

- José Luis Ruiz Martínez

Departamento de Procesos Metalúrgicos y Fundición<sup>2</sup>

Departamento de Soldadura<sup>3</sup>

- José Luis Valdivieso Rubio

---

<sup>2</sup> En 1967, D. Miguel Pedro de Andrés Sanz, hasta esa fecha Jefe de este Departamento, solicitó un permiso sin sueldo a partir de 1<sup>o</sup> de enero, desde esa fecha, el Departamento se encontraba sin Jefe.

<sup>3</sup> Desde noviembre de 1968.

Departamento de Estudios de Desarrollo Técnico  
– Manuel de Miró Ramonacho

También existían cinco Unidades de Apoyo:

Asesoría Jurídica  
– Pedro Berlín Sancho

Botiquín  
– Humberto Sancho Rodrigo

Electrónica  
– José Luis Torrubiano

Taller Mecánico  
– Antonio Viñuales Álvarez

Servicios Generales  
– Manuel Rodríguez Téllez.



D. Manuel Rodríguez  
Téllez.



D. José Luis Valdivieso  
Rubio.



D. Francisco Fernández-  
Martínez Carrasco.

En lo que se refiere a la estructura de investigación, durante el año 1969 continuaron los mismos Departamentos con los mismos Jefes, excepto en el de Soldadura, en el que D. Gonzalo Cuesta Moreno sustituyó, en calidad de Jefe en funciones, a D. José Luis Valdivieso Rubio.

En 1970, el Consejo incluyó a tres nuevos Consejeros, los señores, D. José Ramón Esnaola Raymond, D. Fernando Menéndez Rubio, Director de Aceros Finos Reunidos, y D. Pedro Nieto Boedo, Director Gerente de la Empresa Nacional del Aluminio, a quienes en 1972 se unió D. Ignacio Hidalgo de Cisneros, Director Gerente de Altos Hornos de Vizcaya, S.A. En este mismo año de 1972, también pasa a formar parte del Consejo el Vicedirector del CENIM, D. José Antonio Boned Sopena. En 1973, se incorporó al mismo D. José Luis Mesonero Romanos, Director General Adjunto de la Sociedad Española del Oxígeno, S.A.

Además, en el organigrama de 1972, se introdujeron algunas modificaciones por aconsejarlo la buena marcha del Centro, como la creación de una Unidad que entendiese del desarrollo de los Cursos de Enseñanza Especializada, del Grupo de Soldadura, en sustitución del Departamento del mismo nombre, y del Departamento de Metalurgia Física. Esta estructura, sin embargo, estaba aún en evolución y tenía carácter provisional.

En 1974, se produjeron cambios de importancia, tanto en el Consejo Técnico Administrativo como en la Dirección del CENIM.

Los Sres. Salís Balzola y Salís Martínez intercambiaron sus cargos. El segundo ocupó la Presidencia del Consejo y el primero pasó a ser Consejero.

Además, el Director de UNESID, D. Luis Guereca Tosantos, sustituyó, en el cargo de Consejero, a D. Emilio Miranda Díaz y fue baja por fallecimiento D. Francisco Muñoz Botín.

También la Dirección experimentó cambios importantes. El Sr. Sistia-ga fue nombrado Director General de Promoción Industrial y Tecnología del Ministerio de Industria, por lo que hubo de cesar eventualmente en su cargo de Director, pero pasó a formar parte del Consejo Técnico Administrativo. Su sustituto, en situación de Director en funciones, fue el Sr. Boned Sopena, quien hasta entonces había sido Vicedirector. Los restantes puestos de la Dirección, así como los Investigadores Adjuntos a la misma, Sres. Bermúdez de Castro y Hernáez Marín, y el Secretario del Centro, Sr. Ruiz Martínez, continuaron inalterados.

La composición de los órganos de gobierno del Centro no sufrió cambio alguno hasta 1979.

La entrada en vigor del Reglamento Orgánico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, promulgado por el Real Decreto 3450/1977, impuso el establecimiento de un esquema en el que, a partir de entonces, el personal tendría una mayor participación en las decisiones relacionadas con el trabajo cotidiano del Centro. Desde ese momento, en el CENIM comenzó una nueva etapa.

El hecho más destacado y con mayor repercusión en la marcha del Centro durante el año 1979 fue su reestructuración siguiendo las disposiciones del mencionado Reglamento Orgánico del CSIC y de las Normas de su aplicación dictadas por la Presidencia y la Junta de Gobierno del Organismo. Entre otras medidas, se trataba de instaurar un proceso más democrático en la elección de Director. Para llevar a cabo dicha reestructuración fue preciso todo el año 1979, a cuyo final pudo considerarse concluida.

Dada la elevada participación del personal, y muy especialmente del estamento científico, la influencia de la reestructuración en la actividad general del Centro fue considerable, lo que supuso una sensible disminución de la misma.

Por otra parte, debido a la estrecha relación existente entre la actividad de los sectores productivos con los que colaboraba el CENIM y la propia de éste, la pérdida de ritmo debido a la crisis económica, se tradujo en una disminución adicional de la actividad.

En sus sesiones de 9-10 de octubre y de 12 de noviembre de 1979, la Junta de Instituto propuso al CSIC los nombramientos como Director y Secretario, respectivamente, de D. José Antonio Boned Sopena y de D. Ramón Santos Rodríguez, propuesta que fue aceptada en ambos casos.

Para ocupar el cargo de Vicedirector, la Junta también propuso al CSIC el nombramiento de D. Sebastián Feliu Matas, propuesta que, como en los casos anteriores, fue aceptada por el órgano superior.

Tras las medidas tomadas para su reestructuración, en septiembre de 1979, la Dirección del Centro quedó conformada como sigue:

Director

– José Antonio Boned Sopena

Vicedirector

– Sebastián Feliu Matas

Secretario

– Ramón Santos Rodríguez.



D. Ramón Santos Rodríguez.

La actividad investigadora se encuadró en tres Unidades Estructurales de Investigación (UEI), siendo sus respectivos Jefes:

UEI de Metalurgia Extractiva

– Fermín Juan Asensio Gonzalo

UEI de Metalurgia de Transformación y Soldadura

– Alfonso Ruiz Rubio

UEI de Ciencia y Técnica de los Materiales y de la Corrosión

– Ramón Suárez Acosta



D. Fermín Juan Asensio Gonzalo.



D. Alfonso Ruiz Rubio.

También quedó constituida la nueva Junta de Gobierno, que estaría presidida por el Director del Centro y de la que formarían parte, además, del Vicedirector y del Secretario del Centro, los tres Jefes de las UEI. Los restantes integrantes de la Junta fueron:

- José Miguel Álvarez de Brito
- Miguel Pedro de Andrés Sanz
- Antonio de la Cuadra Herrera
- Sebastián Feliu Matas
- Miguel Fernández López

Jefe de Equipo

«  
«  
«  
«

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| – Antonio Formoso Prego          | «                          |
| – Luis Froufe Carlos             | «                          |
| – Marcelino Torralba Díaz        | «                          |
| – Luis Mompeán Rodríguez         | Representante del personal |
| – Dionisio Siguín del Dedo       | «                          |
| – Miguel López Peña              | «                          |
| – Francisco Martí Nombela        | «                          |
| – Luis Real de Alarcón           | «                          |
| – María Luisa Téllez Martínez    | «                          |
| – Luis Colás Sandoval            | «                          |
| – Juan Antonio Rodríguez Orozco. | «                          |

La Junta propuso, además, dos Jefes de Unidades de Servicio:

Unidad de Servicios Técnicos

- Acacio Puig de Bistué y

Unidad de Servicios de Mantenimiento

- Manuel Rodríguez Téllez.



D. José Miguel Álvarez de Brito.



D. Miguel Fernández López.



D. Luis Froufe Carlos.



D. Marcelino Torralba Díaz.



D. Luis Mompeán Rodríguez.



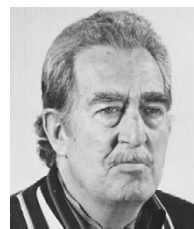
D. Dionisio Siguín del Dedo.



D. Luis del Real Alarcón.



D. Francisco Martí Nombela.



D. Acacio Puig de Bistué.

En 1979, la plantilla de personal del Centro alcanzaba la cifra de 297, desglosada de la siguiente forma:

– Personal Investigador	55
– Titulados Técnicos Especializados	20
– Personal Conexo	135
– Administrativos	29
– Subalternos	8
– Otro personal	50



D. Jesús Álvarez Saúz.

En junio de 1981, el Sr. Feliu, a petición propia, cesó como Vicedirector y su puesto lo ocupó D. Ramón Suárez Acosta. También dimitió de su puesto en la Junta, como representante de personal, D<sup>a</sup> María Luisa Téllez, que fue sustituida por D. Jesús Álvarez Saúz.

A finales de año, el CSIC solicitó a la Consultoría del Instituto Nacional de Industria, un informe sobre el CENIM: *Estudio de la situación actual: estructura y funcionamiento, conclusiones y recomendaciones*. También pidió al CENIM propuestas sobre posibles soluciones a la situación que el Centro atravesaba en aquellos momentos.

Como consecuencia de los resultados del informe mencionado y de la consulta al Centro realizados por el CSIC, a principios de 1982, se reconsideró la estructura interna existente y se inició un programa destinado a modificarla.

La finalidad de ese programa era lograr un mejor aprovechamiento de los medios humanos y materiales del Centro. Para ello, se consideró conveniente, en primer lugar, distribuir la actividad investigadora en siete Unidades Estructurales de Investigación (UEI), que sustituirían a las tres anteriores, mientras que las labores auxiliares complementarias se asignarían a cuatro Unidades de Servicio (US). Las UEI y los correspondientes Jefes que se hicieron cargo de las mismas, se indican a continuación:

UEI de Siderurgia

– Antonio Formoso Prego

UEI de Metalurgia Física

– Francisco Muñoz del Corral

UEI de Química Metalúrgica

– Ramón Suárez Acosta

UEI de Soldadura

– Juan Fernández de Palencia

UEI de Metalurgia Extractiva no Férrea

– José Luis Limpo Gil

UEI de Corrosión y Protección

– Sebastián Feliu Matas



D. Juan Fernández de Palencia.

UEI de Procesos de Transformación y Fundición  
– José Ruiz Fernández.

Las Unidades de Servicio y sus Jefes correspondientes serían:

Cooperación Científica y Tecnológica  
– Francisco Cacho Falcó

Información, Documentación y Publicaciones  
– Josefa Fernández Ballesteros

Proyectos Técnicos y Talleres  
– Antonio Viñuales Álvarez

Mantenimiento de la Infraestructura y de los Equipos de Trabajo  
– Manuel Rodríguez Téllez.



D. José Ruiz Fernández.

En diciembre de 1982, se constituyó una nueva Junta de Instituto que quedó configurada como sigue:

Presidente

– José Antonio Boned Sopena

Vocales

– Ramón Suárez Acosta

Jefe de la UEI de Química Metalúrgica y Vicedirector

– Francisco Muñoz del Corral

Jefe de la UEI de Metalurgia Física

– Sebastián Feliu Matas

Jefe de la UEI de Corrosión y Protección

– José Luis Limpo Gil

Jefe de la UEI de Metalurgia Extractiva no Férrea

– Antonio Formoso Prego

Jefe de la UEI de Siderurgia

– José Ruiz Fernández

Jefe de la UEI de Procesos de Transformación y Fundición

– Juan Fernández de Palencia

Jefe de la UEI de Soldadura

y los representantes del personal

– Ángel Luis Martín

– Clemente Cubillo Palacios

– Joaquín Morante Miranda



- Damián Rodao Maganto
- Manuel Alumbremos Pérez

Secretario:

- Ramón Santos Rodríguez



D. Ángel de Luis Martín.



D. Clemente Cubillo Palacios.



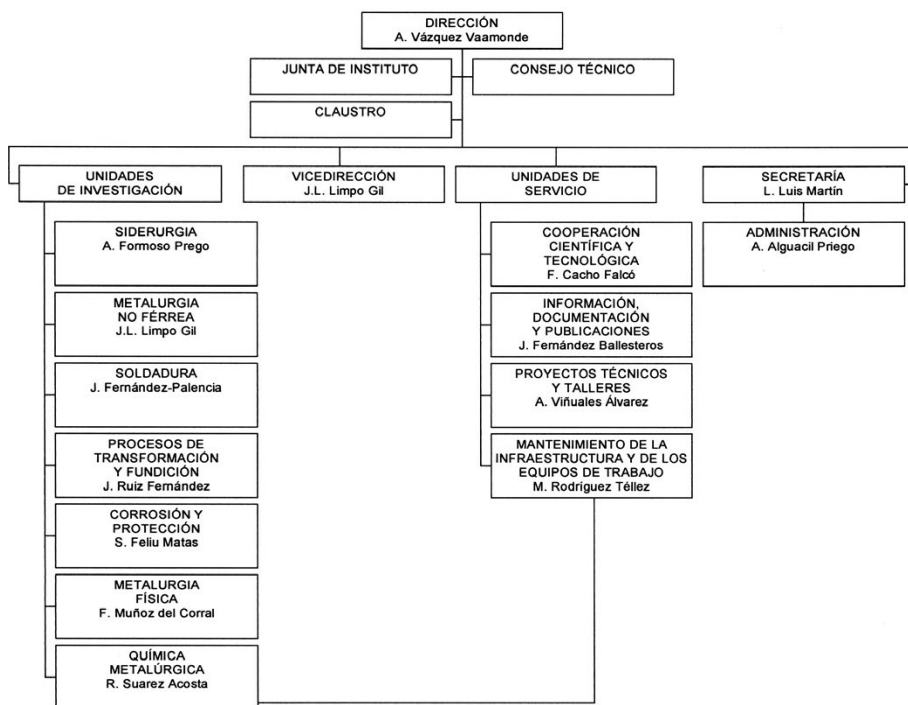
D. Damián Rodao Maganto.

Después del pertinente proceso interno previo para la elección de Director del CENIM, esta Junta de Instituto, en su reunión celebrada el día 17 de enero 1983, propuso, para el cargo de Director, a D. Alfonso J. Vázquez Vaamonde, propuesta que en el mes de marzo fue aceptada por el CSIC. Una vez cubierto el puesto de Director, la Junta propuso a D. José Luis Limpo Gil y a D. Leandro de Luis Martín para los cargos de Vicedirector y Secretario, respectivamente, propuestas que también fueron aceptadas por el Consejo.

Consolidada la nueva estructura del Centro durante 1983, las actividades desarrolladas se basaron en la agrupación y coordinación de esfuerzos a fin de materializar los compromisos adquiridos para llevar a cabo los programas de investigación y satisfacer las demandas del sector metalúrgico español en cuanto a asistencia técnica, ensayos, informes y enseñanza.

La labor de investigación se centró en el desarrollo de programas de investigación tanto básica como tecnológica. Las directrices de dicha investigación estuvieron dirigidas a aquellos campos considerados como prioritarios en las áreas señaladas por la Administración y por los sectores industriales representados en el Consejo Técnico Administrativo del Centro.

En 1983, la estructura de la organización del CENIM era la que recoge el organigrama siguiente:



Organigrama correspondiente al año 1983.

Se centraba en la existencia de siete Unidades Estructurales de Investigación y cuatro Unidades de Servicio. La estructura del CENIM quedó de la manera siguiente:

Director

– Alfonso J. Vázquez Vaamonde

Vicedirector

– José Luis Limpo Gil

Secretario

– Leandro de Luis Martín



D. Alfonso J. Vázquez Vaamonde.



D. José Luis Limpo Gil.



D. Leandro de Luis Martín.

Los Jefes de las Unidades Estructurales de Investigación eran:

UEI de Siderurgia

– Antonio Formoso Prego

UEI de Metalurgia Extractiva no Férrea

– José Luis Limpo Gil

UEI de Soldadura

– Juan Fernández de Palencia

UEI de Procesos de Transformación y Fundición

– José Ruiz Fernández

UEI de Corrosión y Protección

– Sebastián Feliu Matas

UEI de Metalurgia Física

– Francisco Muñoz del Corral

UEI de Química Metalúrgica

– Ramón Suárez Acosta

y los Jefes de las Unidades de Servicio:

Cooperación Científica y Tecnológica

– Francisco Cacho Falcó

Información, Documentación y Publicaciones

– Josefa Fernández Ballesteros

Proyectos Técnicos y Talleres

– Antonio Viñuales Álvarez

Mantenimiento de la Infraestructura y de los Equipos de Trabajo,

– Manuel Rodríguez Téllez

En 1983, la composición de la plantilla de personal del Centro, que alcanzaba la cifra de 280, se desglosaba como se indica a continuación:

– Personal Investigador	50
– Personal Conexa	22
– Personal Auxiliar	138
– Administrativos y Subalternos	27
– Personal Contratado	8
– Personal Laboral	28
– Becarios	7

En 1984, los Jefes de las UEI de Soldadura, Sres. Fernández de Palencia, y de Metalurgia Física, Muñoz del Corral, fueron sustituidos, respectivamente, por los Sres. Mompeán Rodríguez y Torralba Díaz. En 1985, el Sr. López Serrano pasó a ocupar el cargo de Jefe de la Unidad de Servicios de Cooperación Científica y Tecnológica, cuya responsabilidad recaía anteriormente en el Sr. Cacho Falcó.

Los órganos de gobierno del Centro eran la Dirección, el Consejo Técnico Administrativo y el Claustro Científico.

La Dirección sería responsable ante el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de la administración y de las actividades del Centro y estaría encargada de poner en práctica las decisiones de la Junta de Instituto. De ésta formarían parte los Jefes de las Unidades de Investigación y los representantes del personal.

El Consejo Técnico Administrativo, integrado por representantes de las industrias que tenían atribuido por ley el pago de las tasas parafiscales, intervendría, a su vez, en las cuestiones relacionadas con los sectores industriales correspondientes.

Y, por último, el Claustro Científico, que, como su nombre indica, estaría formado por el personal científico del Centro, y que emitiría su opinión sobre los programas de investigación que se propusiesen para su aprobación por los órganos competentes.

Durante 1984 el CENIM también desarrolló una gran actividad en lo relacionado con la Enseñanza y la Formación.

En el mes de octubre se celebró un Curso de Arqueometalurgia patrocinado por el Ministerio de Cultura. El Curso estuvo dirigido por el Sr. Vázquez Vaamonde, Director del Centro. En él, en calidad de profesores, participaron numerosos investigadores del CENIM.



Participantes en el Curso de Arqueometalurgia celebrado en el CENIM en 1984.

En este mismo año se celebró el 33º Curso de Especialización en Soldadura al que asistieron 27 alumnos, entre ellos ingenieros procedentes de varios países iberoamericanos becados por el Instituto de Cooperación Iberoamericana.

Además, el CENIM colaboró en la organización de los siguientes Cursos:

- *IV Seminario teórico-práctico sobre espectroscopia de emisión*

- *Curso general sobre hormigón armado y protección de materiales metálicos en contacto con hormigón*
- *Curso teórico-práctico sobre corrosión y protección atmosférica marina*
- *Curso de espectroscopia de absorción atómica.*

Asimismo, técnicos del CENIM participaron en otros Cursos:

- *Ciclo de orígenes de la Metalurgia.* Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Complutense de Madrid
- *Curso general de corrosión y protección de materiales metálicos en contacto con hormigón.* ANQUE
- *Tecnología de materiales, fabricación y calidad para proyectos nucleares.* I.C.A.I.
- *Curso de instrumentación y control en corrosión y protección.* ANQUE
- *La corrosión y su prevención.* Cursos de Verano de la Universidad del País Vasco
- *Organización y gestión de la investigación pública.* OGEINAP '84
- *Corrosión atmosférica.* CONACYT, UNAM y C.S.I.C.

Aun cuando no tuvo influencia alguna en la estructura formal del CENIM, en 1986 se produjo un hecho de gran trascendencia para todo el país y, naturalmente, también para el Centro: la incorporación de España a la entonces denominada Comunidad Económica Europea (CEE).

Un aspecto de gran interés, derivado de dicha incorporación, fue el ingreso del CENIM como representante español en el ESIC (European Steel Institutes Committee), del que forman parte los centros de investigación del acero europeos.

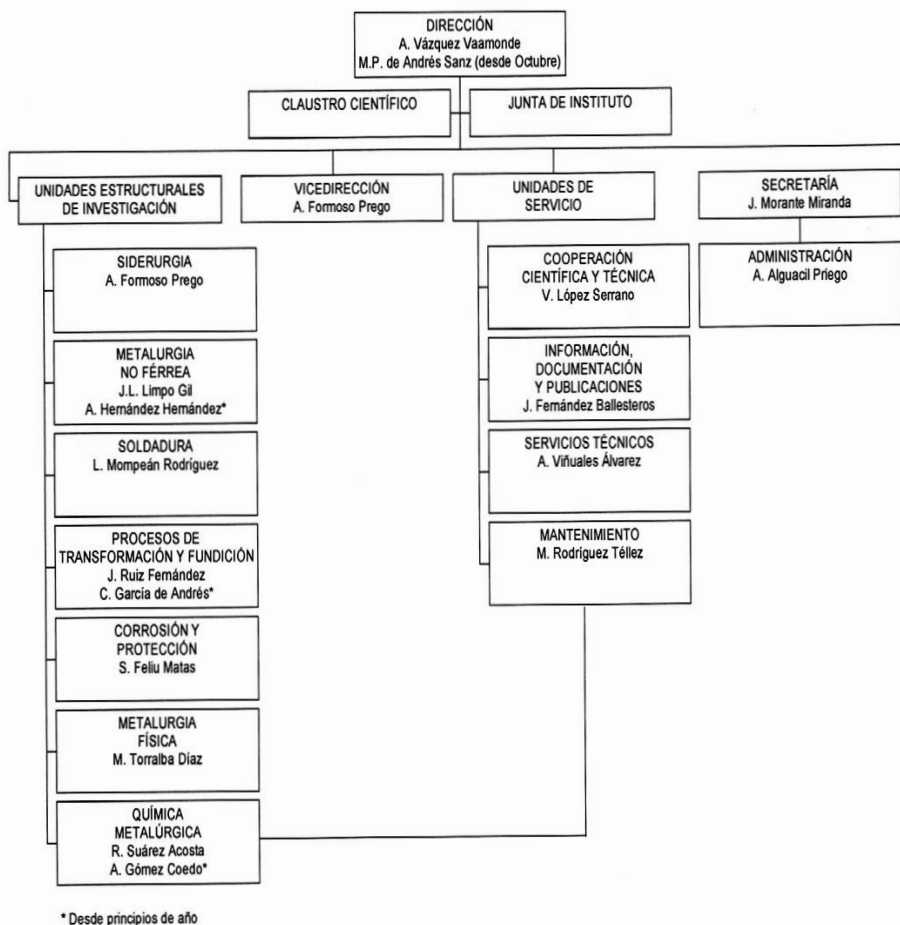
En lo que se refiere a la actividad investigadora del CENIM, esta incorporación tuvo un claro reflejo en la aprobación de proyectos de investigación incluidos en el programa de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA), que colocó al CENIM en la vanguardia de los centros de investigación españoles que obtuvieron financiación por parte de la CEE. Además, varios científicos pertenecientes al CENIM fueron nombrados representantes oficiales en los Comités de Evaluación y Seguimiento de Proyectos.

También como consecuencia del ingreso de España en la CEE, se promulgó la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, que cambiaría el marco nacional en el que se encuadraba la actividad en la investigación científica del Centro. El desarrollo del Reglamento de dicha Ley especificaría los detalles innovadores que el texto establecía y que ofrecía grandes posibilidades de fomentar la iniciativa empresarial aprobada en centros públicos de investigación y desarrollo.

Por otra parte, la intervención del CSIC en la elaboración de los Planes Nacionales sería el cauce que permitiría la intervención directa del CENIM en la configuración de los mismos en el sector metalúrgico.

Esta estructura permaneció inalterada hasta 1987, fecha en la que, para cumplir lo que establecía el Reglamento del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se renovaron tanto las jefaturas de las UEI como la Dirección del Centro. Ésta fue asumida por D. Miguel Pedro de Andrés Sanz, que hasta entonces, además de sus actividades en el CENIM, había formado parte, como Miembro Electo, de la Comisión Científica del CSIC y como Vocal de la Junta de Gobierno del mismo.

Entre principios de año y el mes de octubre, quedó prácticamente renovada la estructura directiva del Centro en la forma que muestra el organigrama correspondiente a 1987.



Organigrama correspondiente al año 1987.

Director

– Miguel Pedro de Andrés Sanz

Vicedirector

– Antonio Formoso Prego

Secretario

– Joaquín Morante Miranda.



D. Miguel Pedro de Andrés Sanz.



D. Antonio Formoso Prego.



D. Joaquín Morante Miranda.

La Junta de Instituto quedó constituida de la siguiente forma:

Presidente

- Miguel Pedro de Andrés Sanz

Vocales

- Antonio Formoso Prego  
Jefe de la UEI de Siderurgia
- Ángel Hernández Fernández  
Jefe de la UEI de Metalurgia no Férrea
- Luis Mompeán Rodríguez  
Jefe de la UEI de Soldadura
- Carlos García de Andrés  
Jefe de la UEI de Procesos de Transformación y Fundición
- Sebastián Feliu Matas  
Jefe de la UEI de Corrosión y Protección



D. Ángel Hernández Fernández.



D. Carlos García de Andrés.

- Marcelino Torralba Díaz  
Jefe de la UEI Metalurgia Física
- Aurora Gómez Coedo  
Jefa de la UEI de Química Metalúrgica.

Como representantes del personal formaron parte de la Junta:

- José María Belló
- María Angustias Palacios Vida
- Damián Rodao Maganto
- María del Carmen Firgaira.

En calidad de Secretario actuó el del Centro,

- Joaquín Morante Miranda.

La plantilla de personal del Centro, cuyo total ascendía a 290, era la siguiente:

– Personal Investigador	57
– Personal Investigador (Contratado y en formación)	29
– Personal Técnico Conexo	18
– Personal Laboral Científico	13
– Personal Auxiliar	128
– Personal Laboral	23
– Personal Administrativo	22

Puede considerarse que el año 1987 fue el de la consolidación de la presencia del CENIM en los organismos europeos correspondientes. Los Grupos de Investigación del CENIM empezaron a tener una gran participación en los programas europeos, lo que se tradujo en un aumento de la financiación comunitaria.

Además, los investigadores del CENIM, junto a los de la industria, empezaron a participar en los Comités de la CECA para la evaluación y el seguimiento de los proyectos aprobados. En lo que se refiere a los investigadores del CENIM, dicha participación se centró en su presencia en las Comisiones de Desarrollo Técnico, (Sres. Vázquez Vaamonde y de Andrés Sanz), Tecnología del Horno Alto (Sr. Formoso Prego), Metalurgia y Tecnología del Acero (Sr. Fernández López), Análisis Químico (Sr. Jiménez Seco), Medidas Tecnológicas de Procesos (Sr. Ruiz Fernández), Soldadura (Sr. Amo Ortega) y Corrosión y Protección de Superficies (Sres. Vázquez Vaamonde y Royuela Arce).

Asimismo, aumentaron los contactos con centros de investigación de varios países del Este de Europa. Investigadores del CENIM visitaron instituciones de Hungría y de las extintas Checoslovaquia y Unión Soviética.

Respecto a este último país, son de destacar los contactos establecidos con el Instituto E.O. Paton



Doña María del Carmen  
Firgaira Pérez.



D. Juan José Royuela Arce.



de Soldadura Eléctrica, de Kiev. Como parte de un programa de intercambio de delegaciones entre el CENIM y el mencionado centro, en el mes de mayo del año siguiente, 1988, una delegación española visitaría la Unión Soviética por invitación del Instituto Paton. Este delegación estuvo integrada por D<sup>a</sup> Josefa Fernández Ballesteros, D. José M<sup>a</sup> Amo Ortega y D. Juan Durán Ardila, que representaban al CENIM; D. Andrés Gil-Negrete, de INASMET; D. José Ramón Peláez y D<sup>a</sup> Dolores Gómez, del CIEMAT; D. Carlos Ranninger Rodríguez, de la Universidad Politécnica de Madrid; D. J. Ruiz-Colino, del Consejo de Seguridad Nuclear; D. J. M. Poudereux y D. Antonio Gómez Moreno, de Astilleros Españoles; D. Francisco Abad, Delegado de la Comisión II del Instituto Internacional de la Soldadura, y D. Pedro Verón, de Equipos Nucleares, S.A.



Delegación española que en 1988, como resultado de un acuerdo del CENIM con el Instituto Paton, visitó algunos centros de investigación de la Unión Soviética.



Delegación soviética que, en el marco del acuerdo del CENIM con el Instituto Paton, visitó algunas empresas españolas.

Este grupo de técnicos especializados en soldadura tuvieron ocasión de visitar los siguientes centros de investigación y empresas:

- Instituto Central de Investigación sobre Ingeniería de Fabricación e Instituto para la Construcción de Oleoductos, en Moscú
- Complejo Industrial de Fabricación de Componentes Nucleares, en Volgodonks
- Complejo Industrial *offshore*, Bakú
- Astilleros de Kherson

y, por supuesto, el Instituto de Soldadura Eléctrica E.O. Paton, en Kiev.

Posteriormente, expertos en soldadura de la URSS mantuvieron encuentros científicos y realizaron visitas técnicas en España, principalmente a astilleros y empresas dedicadas a la fabricación de calderería.

Las relaciones de colaboración e intercambio entre el Instituto soviético y el CENIM adquirieron tal importancia que, posteriormente, las negociaciones sobre este asunto quedaron en manos del CSIC, por parte española, y de la Academia de Ciencias de la URSS, por parte soviética.

La situación creada en 1987 por la consolidación del CENIM en las instituciones europeas del sector metalúrgico se profundizó en 1988.

El CENIM continuó desarrollando actividades de investigación básica y de I+D con predominio de las de carácter tecnológico. Estas actividades se desarrollaron siempre en estrecha relación con la industria española. Tanto en los sectores relacionados con la metalurgia férrea y no férrea como en los procesos de beneficio y utilización de materiales metálicos, mantuvo contratos de I+D de forma directa o participando en Planes Concertados financiados por el CEDETI (Centro de Desarrollo y Tecnología Industrial).

Sus relaciones con la CEE fueron adquiriendo cada vez mayor importancia y culminaron con una serie de contratos CECA, EURAM, BRITE y SPRINT. En lo que se refiere a financiación comunitaria, estas actividades situaron al CENIM en primera línea con respecto a los Institutos del CSIC.

Durante este año de 1988 se siguieron desarrollando diversos proyectos de investigación con financiación del CSIC y de la CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología), más algunos remanentes de las Tasas y Exacciones Parafiscales. Todos ellos fueron acabados en el curso del año, lo que dio paso al comienzo de nuevos proyectos con cargo al Plan Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. De los proyectos llevados a cabo por el CENIM, se da cuenta en el capítulo Proyectos de Investigación.

Además, se dedicó gran atención a las actividades de I+D contratadas con empresas nacionales con las que se firmaron más de treinta contratos.

A este respecto, es interesante destacar un programa de investigación que se llevó a cabo bajo contrato de I+D en estrecha colaboración con la entonces denominada Siderurgia Integral (formada por las ya desaparecidas empresas ENSIDESA y Altos Hornos de Vizcaya).

En dicho programa se estudió el *Aprovechamiento agrícola de las escorias LD*. Su interés residía en el aprovechamiento de subproductos sin valor

alguno que en su mayor parte acababan en escombreras. De la importancia del proyecto habla el reconocimiento que del mismo hizo la CECA, que participó de forma destacada en su financiación y le dio carácter internacional con la participación de intereses alemanes y belgas.

En lo que se refiere a proyectos de investigación contratados con la CEE, el CENIM desarrolló tres proyectos CECA y otros tres EURAM y en el último semestre del año 1988, inició otros cuatro y recibió la aprobación de otros cuatro más.

Un hecho destacado también ocurrido en 1988 fue la celebración del XXV Aniversario de la constitución del CENIM.

Para conmemorar esta efeméride, la Junta de Instituto acordó organizar una sesión científica, que se celebró el día 9 de marzo y a la que se invitó a participar a representantes de instituciones vinculadas al CENIM. En dicha sesión científica, se pronunciaron seis conferencias.

Las dos primeras fueron pronunciadas por el primer director del CENIM, D. José María Sistiaga Aguirre, y el que lo era en la fecha del aniversario, D. Miguel Pedro de Andrés Sanz.

El Sr. Sistiaga rememoró los primeros momentos del CENIM con su conferencia *Algunas ideas y recuerdos sobre la creación del CENIM*, mientras el Sr. De Andrés habló sobre *Presente y futuro del CENIM*.

A continuación, intervinieron destacados científicos de importantes centros de investigación que pronunciaron las siguientes conferencias:

- *Consideraciones sobre el soldeo y la soldabilidad de materiales avanzados*, por R.V. Salkin, Presidente del Instituto Internacional de la Soldadura. Londres.
- *Influencia del comportamiento a la fractura dinámica sobre el análisis de la rotura de estructuras de acero*, por W. Dahl, del Institut für Eisenhüttenkunde. Aquisgrán.
- *El futuro de los materiales férreos*, por G. Champier, Director del Laboratoire de Physique du Solide. École de Mines. Nancy.
- *Financiación y coordinación de la investigación en la siderurgia de la R.F.A.* por I. Springorum, Director de la Verein Deutscher Eisenhüttenleute. Dusseldorf.

También con este motivo, el CENIM recibió el encargo de organizar el 3<sup>er</sup> Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos, TRATERMAT '88. De este Congreso se dan más detalles en el Apartado Otros Congresos del Anexo dedicado a Asambleas.

Durante 1991, las actividades de investigación del CENIM continuaron en la misma línea. Se siguieron llevando a cabo investigaciones de carácter básico y de I+D, con predominio, en este último caso, de las de carácter tecnológico.

Las líneas de investigación mantenidas estuvieron relacionadas principalmente con la producción (materias primas y procesos), con el conocimiento científico y técnico de los materiales metálicos (estructura, propiedades, etc.) y con la aplicación de dichos materiales en ingeniería y construcción.

Estos planteamientos permitieron diversificar la actividad investigadora del Centro para adaptarla a las exigencias tanto de la programación nacional, como a las de la programación europea y de los contratos de I+D establecidos con la industria.

Es de destacar también la participación del CENIM en proyectos de la CECA, justificada por el hecho de que el 50% del potencial investigador del Centro se ocupa del área de los materiales férreos.

También hay que destacar el notable aumento experimentado por la participación de los investigadores del CENIM en proyectos de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM). Esta colaboración comenzó con tres proyectos en el Área de Materiales y otros tres en la de Medio Ambiente, en esta última en temas relacionados con el aprovechamiento o la eliminación de residuos procedentes de la actividad industrial.

En este año de 1991, se puso de manifiesto, además, la gran capacidad para organizar reuniones de alto nivel y cursos con gran participación de especialistas en las materias que se trataban.

Así, en colaboración con las empresas PYMAR y Construnaves, el CENIM organizó un seminario al que presentaron sus trabajos destacados especialistas del sector naval. En el mes de marzo, y en colaboración con la Sección Técnica de Corrosión y Protección de la Delegación Centro de la Asociación Nacional de Químicos de España (ANQUE), se organizó un curso sobre corrosión y protección en la industria que tuvo como escenario la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, de Madrid.

En el mes de abril, se organizaron en Madrid dos seminarios hispano-soviéticos de Soldadura, enmarcados en el convenio de colaboración firmado entre el CENIM y el Instituto de Soldadura E.O. Paton, de Kiev (Ucrania), convenio del que se ha dado cuenta anteriormente.

En este mismo año de 1991, la organización del Centro experimentó ciertos cambios debido a la designación de nuevos jefes de algunas UEI. En la de Corrosión y Protección, para sustituir a D. Sebastián Feliu Matas, que había alcanzado la edad de jubilación, fue designado D. Manuel Morcillo Linares. En las de Soldadura y Metalurgia Extractiva no Férrica, D. José María Amo Ortega y D. Francisco José Alguacil Priego sustituyeron, respectivamente, a D. Juan Fernández de Palencia y D. José Luis Limpo Gil.

En 1992, se produjo un hecho que tuvo gran trascendencia en el futuro del CENIM. La Junta de Gobierno del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en sesión celebrada el 30 de abril, previo informe favorable de la Comisión Científica, acordó la creación de un comité que se encargaría de evaluar la actividad investigadora del Centro.

El mencionado Comité Evaluador estuvo formado por los profesores:

- K. Ehrlich,  
Kernforschungszentrum, de Karlsruhe (Alemania)



D. Francisco J. Alguacil Priego.

- Robert Cahn,  
Dpt. of Material Science and Metallurgy, Univ. de Cambridge  
(Reino Unido)
- Ladislao Kubin,  
Lab. d'Étude des Microstructures, CNRS. Onera. Chatillon (Francia)
- Jaime Domínguez, E.T.S. de Ingenieros Industriales. Univ. de Sevilla
- José Luis Álvarez Rivas, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid.

Como Coordinador de las actividades de este Comité actuó D. José María Serratosa Márquez, Profesor de Investigación del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid.

El Comité, tras realizar varias visitas al Centro y de cambiar impresiones con los investigadores del CENIM, emitió el correspondiente informe el 27 de mayo. Las conclusiones del mismo aconsejaban, con el fin de lograr un mejor aprovechamiento tanto del personal como de las instalaciones y de los medios de trabajo de que disponía el Centro, que se emprendiese una reestructuración del mismo. También recomendaba la conveniencia de reorientar su actividad de forma que aumentase la investigación científica y tecnológica de calidad y añadía una serie de recomendaciones en apoyo de ese objetivo.

En el último trimestre del año 1992, se inició el proceso de reorientación de la actividad del CENIM de acuerdo con la recomendación de la Comisión Evaluadora. Se consideró que para culminar el proceso serían necesarios de dos a tres años, contando con la convicción de la bondad de la medida y la aceptación de la misma por parte del personal científico, así como del imprescindible apoyo institucional.

Este mismo año de 1992 trajo, además, una serie de modificaciones que cambiaron de forma drástica las estructuras del Centro. El Director, D. Miguel Pedro de Andrés Sanz, prolongó su permanencia en el cargo hasta el 27 de julio. El día 1º de agosto fue sustituido, en situación de «en funciones», tanto en la Dirección del Centro como en la Presidencia de la Junta de Instituto, por D. José Luis Álvarez Rivas.

El resto de los integrantes de la Dirección continuó en las mismas funciones, es decir, el Sr. Formoso Prego siguió como Vicedirector y el Sr. Morante, como Secretario. Tras esta variación en la Dirección, la Junta de Instituto también experimentó algunos cambios y quedó configurada de la siguiente forma:

Presidente

- José Luis Álvarez Rivas

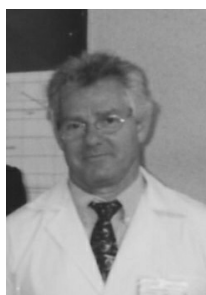
Vocales

- Antonio Formoso Prego  
Jefe de la UEI de Siderurgia



D. José Luis Álvarez Rivas.

- Francisco J. Alguacil Priego  
Jefe de la UEI de Metalurgia Extractiva no Férrea
- José María Amo Ortega  
Jefe de la UEI de Soldadura
- Carlos García de Andrés  
Jefe de la UEI Procesos de Transformación y Fundición
- Aurora Gómez Coedo  
Jefa de la UEI de Química Metalúrgica
- Manuel Morcillo Linares  
Jefe de la UEI de Corrosión y Protección (1990-1996)
- Marcelino Torralba Díaz  
Jefe de la UEI de Metalurgia Física
- Félix A. López Gómez  
Representante del Personal Científico



D. Antonio Delgado  
Vinuesa.



D. Pedro Pablo Gómez  
Ibáñez.



D. Alejandro Pobes Conde.

y los representantes del resto del personal:

- Pedro Pablo Gómez Ibáñez
- Alejandro Pobes Conde
- Joaquín Morante Miranda
- Antonio Delgado Vinuesa

Secretario

- Joaquín Morante Miranda

Asimismo, las cuatro Unidades de Servicio quedaron como sigue:

Cooperación Científica y Técnica

- Víctor López Serrano

Servicios Técnicos

- Antonio Viñuales Álvarez

### Mantenimiento

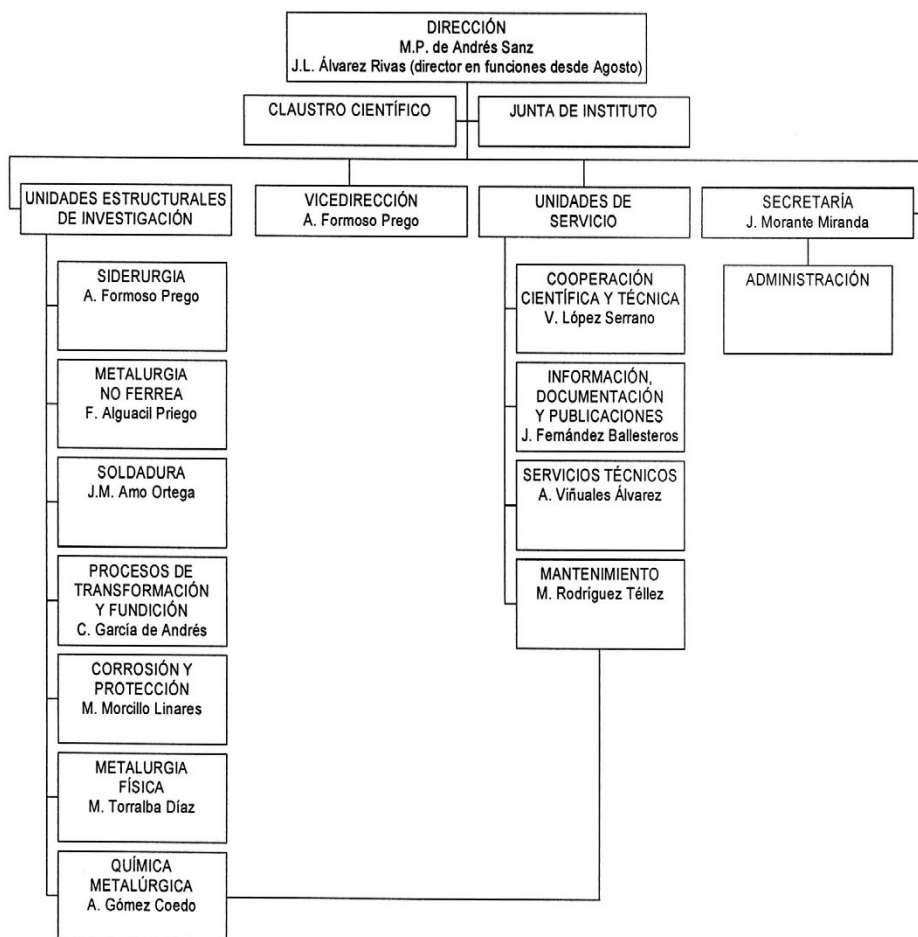
– Manuel Rodríguez Téllez

### Información, Documentación y Publicaciones

– Josefa Fernández Ballesteros

La plantilla, compuesta por 266 personas, se desglosaba de la siguiente forma:

– Personal investigador	53
– Personal técnico conexo	16
– Personal laboral científico	4
– Personal auxiliar	106
– Personal laboral	18
– Personal administrativo	16
– Becarios y contratados	33
– Otros	20



Organigrama correspondiente al año 1992.

En aquel año de 1992, se cumplían casi treinta años de la constitución del CENIM, que se había convertido en uno de los centros más veteranos entre los encuadrados en el CSIC dedicados a la investigación y el desarrollo en el campo de los materiales. Su actividad desde su fundación, por fusión de aquellos tres Institutos del ya desaparecido Patronato Juan de la Cierva, estaba dirigida principalmente al apoyo directo a la entonces naciente industria del país, que en aquella época no disponía de los medios necesarios para llevar a cabo una política propia de investigación y desarrollo.

Sin embargo, en los últimos años, la actividad dirigida a la industria había disminuido, debido, por una parte, a la mayor disponibilidad de servicios en el mundo de la empresa, y por otra a la política del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de dedicar mayores esfuerzos a la investigación básica.

Otro aspecto a destacar en este año de 1992 fue el aumento de la presencia en el CENIM de personal en formación, en especial de becarios procedentes de los países iberoamericanos, con estancias de duración superior a un año, y que tenían como meta la realización de sus tesis doctorales dirigidas por investigadores del Centro.

En lo que se refiere a las tesis doctorales realizadas en el CENIM, en el capítulo Tesis Doctorales se incluye amplia información sobre las mismas.

Por último, pero no menos importante, fue la organización, en Madrid, en septiembre de este año, de la 45 Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura, de cuyo éxito se da cuenta en el Anexo *Asambleas*.

Siguiendo con la serie de medidas tomadas para reorientar las actividades del CENIM, el año 1993 fue también testigo de grandes modificaciones de su estructura organizativa.

La reestructuración alcanzó a la organización de la actividad investigadora. Las siete Unidades Estructurales de Investigación, se transformaron en los tres Departamentos que se relacionan a continuación, así como los Jefes de los mismos,

Departamento de Corrosión y Protección  
– Manuel Morcillo Linares

Departamento de Metalurgia Física  
– Óscar Ruano Mariño y

Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales  
– Antonio Formoso Prego

En lo que respecta a la Dirección, a la cabeza de la misma continuó el Sr. Álvarez Rivas, también se mantuvo en su puesto el Secretario Sr. Morante. Además, se crearon dos Vicedirecciones: una de ellas, la de Vicedirector Científico fue ocupada por D. Marcelino Torralba Díaz; la otra, Vicedirector de Servicios Técnicos, por D. Víctor López Serrano.



La Junta de Instituto también experimentó cambios. Como Presidente y Secretario, continuaron siéndolo los del Centro, Sres. Álvarez Rivas y Morante Miranda, respectivamente, pero las Vocalías fueron ocupadas por:

- Marcelino Torralba Díaz  
Vicedirector Científico-Técnico
- Víctor López Serrano  
Vicedirector de Servicios Técnicos
- Antonio Formoso Prego  
Jefe del Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales
- Manuel Morcillo Linares  
Jefe del Departamento de Corrosión y Protección
- Óscar Ruano Mariño  
Jefe del Departamento de Metalurgia Física,



D. Víctor López Serrano.

y como representantes del personal

- José Antonio González Fernández
- Alejandro Pobes Conde y
- Damián Rodao Maganto.

Además, se creó el

- Grupo de Ingeniería de Procesos

y diez Unidades de Apoyo y Servicio, que se recogen a continuación con sus Jefes respectivos,

Biblioteca y Documentación

- Josefa Fernández Ballesteros

Mantenimiento

- Manuel Rodríguez Téllez

Análisis Químicos

- M<sup>a</sup> Angustias Palacios Vida

Delineación y Proyectos

- Francisco Fernández-Martínez Carrasco

Ensayos Mecánicos

– Isaac Blázquez Álvarez

Laboratorio de Electrónica

– Pedro Pablo Gómez Ibáñez

Metalografía y Fotografía

– M<sup>a</sup> del Carmen Martell Carroquino

– Cecilio Martínez Montero

Programación e Informática

– Francisco López Graciano

Soldadura y Ensayos no Destructivos

– Luis del Real Alarcón

– Jacinto García Solano

Taller Mecánico

– Antonio Viñuales Álvarez

Durante 1993, el Centro desarrolló una gran actividad en la realización de proyectos de investigación que se llevaron a cabo encuadrados en programas acogidos a contratos con la Unión Europea y desarrollados en colaboración con otros centros europeos y con empresas en el marco de los programas CECA, BRITE, EURAM, etc.

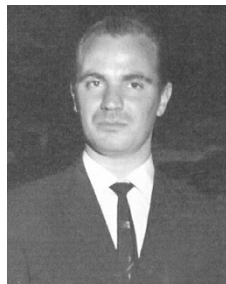
Otra serie de proyectos se incluían en programas financiados por la CICYT, dentro de los programas de Promoción General del Conocimiento y el de Nuevos Materiales. También se participó en otros programas patrocinados por el propio Consejo Superior de Investigaciones Científicas y por la Comunidad Autónoma de Madrid.

Asimismo, se llevaron a cabo trabajos bajo contrato con empresas y con organismos públicos.

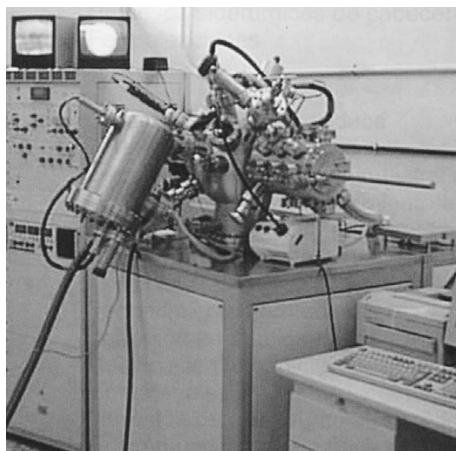
En el transcurso de 1994, se mantuvo el crecimiento de la actividad investigadora, lo que tuvo su reflejo en las contribuciones de los científicos del Centro incluidas en revistas internacionales bien acreditadas. No obstante, no fue posible mantener el ritmo de crecimiento conseguido el año anterior, que fue muy elevado.

También deben destacarse los ingresos obtenidos en ese año por la realización de proyectos de investigación subvencionados tanto con fondos públicos nacionales como de la Unión Europea y de contratos con empresas. Dichos ingresos duplicaron los conseguidos el año anterior.

En lo que se refiere a la adquisición de equipos, en este año de 1994, hay que señalar, por su importancia para la actividad investigadora, la de un espectrómetro fotoelectrónico de rayos X (XPS), cofinanciado por la Comunidad Autónoma de Madrid y por la CICYT.



D. José Antonio  
González Fernández.



Espectrómetro fotoelectrónico de rayos X (XPS).

En ese mismo año, comenzó a dedicarse alguna atención a la restauración de los edificios del Centro, que empezaban a mostrar las huellas del paso del tiempo.

En 1995, transcurridos ya cuatro años desde que la Comisión Evaluadora de la actividad científica en el CENIM emitiera su informe, la nueva estructuración ya estaba razonablemente asentada, dando muestra del esfuerzo realizado por el personal para adaptarse a las nuevas directrices.

En el curso del año, entró en servicio el equipo XPS adquirido el año anterior y se iniciaron las gestiones necesarias encaminadas a la adquisición de un microscopio electrónico de transmisión analítico (MET) de 200 keV con capacidad analítica. Era esta una vieja aspiración del CENIM y una de las recomendaciones recogidas en las conclusiones del informe que sobre el Centro emitió la Comisión Evaluadora.

En lo que se refiere a la estructura directiva, el Centro no experimentó grandes cambios. Solamente hubo una sustitución en la Vicedirección Científico-Técnica, el Sr. Torralba Díaz dejó su cargo, que fue ocupado por D. José Antonio González Fernández.

Como consecuencia del nombramiento del nuevo Vicedirector, la Junta de Gobierno también experimentó algunos cambios.

El Sr. González Fernández ocupó un puesto en la Junta en razón de su cargo, por lo que abandonó su condición de representante de personal; su puesto, en esta representación, lo ocupó D. Pedro Pablo Gómez Ibáñez. En representación del Grupo de Ingeniería de Procesos, D. Javier Mochón Muñoz fue incluido en la Junta.

Un aspecto preocupante que venía observándose desde hacía algunos años atrás y que en 1995 seguía agravándose era la alta tasa de personal que llegaba a la edad de jubilación, sin que se llegasen a cubrir los puestos que se quedaban vacantes, lo que dificultaba el poder seguir haciendo frente a las exigencias que imponían los compromisos adquiridos por el Centro.

El año 1996 estuvo marcado por la desaparición del Director, D. José Luis Álvarez Rivas, que falleció en el mes de mayo. Por este motivo, la organización del CENIM sufrió grandes cambios, que se consumaron en el mes de octubre.

Tras la pertinente apertura de presentación de candidatos y cumplidas todas las formalidades para la provisión del puesto de Director, los candidatos que optaron al mismo fueron:

- D. Antonio Formoso Prego y
- D. Manuel Morcillo Linares.

Resultó elegido el Sr. Formoso Prego y la Dirección quedó conformada del siguiente modo:

Director

- Antonio Formoso Prego

Vicedirector Científico-Técnico

- Óscar Antonio Ruano Mariño

Vicedirector de Servicios Técnicos

- Manuel Carsí Cebrián

Secretario:

- Joaquín Morante Miranda.



D. Antonio Formoso Prego.



D. Óscar Antonio Ruano  
Mariño.



D. Manuel Carsí Cebrián.

Como consecuencia de los cambios experimentados por la Dirección, la Junta de Instituto también resultó afectada y su composición quedó como sigue:

Presidente

- Antonio Formoso Prego

Vocales

- Óscar Antonio Ruano Mariño  
Vicedirector Científico-Técnico
- Manuel Carsí Cebrián  
Vicedirector de Servicios Técnicos
- Guillermo Caruana Velázquez  
Jefe del Departamento de Metalurgia Física
- Juan José de Damborenea González  
Jefe del Departamento de Corrosión y Protección
- Alberto Isidro Montes  
Jefe del Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales
- Javier Mochón Muñoz  
Representante del Grupo de Ingeniería de Procesos

y, en calidad de representantes del personal,

- Pedro Pablo Gómez Ibáñez
- Alejandro Pobes Conde y
- Damián Rodao Maganto

Secretario

- Joaquín Morante Miranda.



D. Guillermo Caruana  
Velázquez.



D. Juan José de  
Damborenea González.



D. Alberto Isidro Montes.

El Claustro Científico, del que era Presidente el Director del Centro, estaba compuesto por los cuarenta y dos investigadores del mismo.

En 1997, se mantuvieron tanto la composición de la Dirección como la de la Junta de Instituto.

Tras el gran aumento del rendimiento científico en los dos o tres años anteriores, medido por el número de artículos aparecidos en revistas incluidas en el *Science Citation Index*, en ese año de 1997, se observó una estabilización en la producción científica. Sin embargo, aumentó apreciablemente la realización de proyectos de investigación que implicaron transferencia de tecnología a las empresas, lo cual supuso un incremento notable de los ingresos del Centro y un éxito en términos de confianza en el ámbito industrial.

El año 1998 fue testigo de una nueva reestructuración del Centro. Para desarrollar sus actividades, el CENIM se organizó en cuatro Departamentos, quedando su estructura departamental configurada del siguiente modo:

Metalurgia Física

– Guillermo Caruana Velázquez

Ingeniería de Materiales, Degradación y Durabilidad

– Manuel Morcillo Linares

Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales

– Alberto Isidro Montes

Corrosión y Protección

– Juan José de Damborenea González.

También se llevó a cabo una redistribución de las tareas de apoyo a la investigación, que se organizó en siete Unidades de Apoyo:

Análisis Químico

– M<sup>a</sup> Angustias Palacios Vida

Delineación y Proyectos

– Francisco Fernández-Martínez Carrasco

Ensayos Mecánicos

Laboratorio de Electrónica

– Pedro Pablo Gómez Ibáñez

Informática

– Francisco López Graciani

Metalografía y Fotografía

– María del Carmen Martell Carroquino

– Cecilio Martínez Montero

Taller Mecánico

– Antonio Viñuales Álvarez

y dos Unidades de Servicio:

Biblioteca

– Josefa Fernández Ballesteros

Mantenimiento

– Manuel Rodríguez Téllez.

Por fin, como se ha dicho anteriormente, tras varios años intentándolo, en 1997, los esfuerzos del Centro tuvieron el fruto de ver la inclusión de *Revista de Metalurgia* en el *Science Citation Index (SCI)/Journal Citation Reports (JCR)*, lo que supuso un reconocimiento de la mejora experimentada por la revista oficial del Centro. En ello, también tuvo influencia el hecho de que, en los últimos años, el número de publicaciones científicas firmadas por investigadores del Centro siguió una tendencia ascendente y se había alcanzado la cifra de 146 publicaciones incluidas en el SCI.

Durante el año 1998, se llevaron a cabo una serie de actuaciones que vinieron a resaltar, una vez más, la capacidad del Centro para organizar actos con gran número de asistentes y para atraer a los más importantes especialistas en las distintas materias de que se ocupa. En primer lugar, en mayo de dicho año, entre los días 26 y 29, el CENIM organizó el 8º Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas. En este mismo marco, se incluyeron también la organización de TRATERMAT 98, evento que el Centro organizaba habitual y conjuntamente con INASMET y la ATEEM, como se da cuenta en el Anexo *Asambleas*, y la de la 1ª Reunión Iberoamericana de Síntesis y Procesamiento de Materiales por Láser. Asistieron a estas tres manifestaciones unas trescientas personas y el número de comunicaciones presentadas alcanzó la cifra de 200.

La estructura de la organización del Centro no sufrió cambio alguno en lo que respecta a la Dirección, ni a las dos Vicedirecciones ni a la Gerencia. Por el contrario, en la Junta de Instituto sí se produjeron algunos cambios. La composición de dicha Junta quedó así:

Presidente

– Antonio Formoso Prego  
Director del CENIM

Vocales:

– Óscar Antonio Ruano Mariño  
Vicedirector Científico

– Manuel Carsí Cebrián  
Vicedirector Técnico

– Guillermo Caruana Velázquez  
Jefe del Departamento de Metalurgia Física

- Juan José de Damborenea González  
Jefe del Departamento de Corrosión y Protección
- Alberto Isidro Montes  
Jefe del Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales
- Manuel Morcillo Linares  
Jefe del Departamento de Ingeniería de Materiales, Degradación y Durabilidad

Secretario

- Joaquín Morante  
Gerente

y los representantes del personal

- Ricardo Martínez de Madariaga (desde junio de 1998)
- María Lorenza Escudero Rincón (desde junio de 1998)
- Luis del Real Alarcón (desde junio de 1998)
- Manuel Alumbroeros Pérez (desde junio de 1998).

Durante los años 1999 y 2000, el Centro continuó de forma decidida con su política de adquisición de equipos que permitiesen sustituir o mejorar los existentes, lo que exigió un gran esfuerzo económico destinado a poner al día la infraestructura científica del Centro.

Asimismo, hay que reseñar las inversiones para la modernización de las instalaciones, que se realizaron con cargo al denominado Programa de Apoyo a la Infraestructura del Centro.

El Plan de Actuación del CSIC señalaba lo siguiente: «En los años 60 del siglo pasado, cuando prestigiosos arquitectos, como Ripollés, de la Sota y el ingeniero Eduardo Torroja, diseñaron los edificios del CENIM, se trataba de instalaciones vanguardistas para la época, pero que en el año 2000 no reunían las características de funcionalidad ni las condiciones de seguridad imprescindibles para el momento». En el mismo Plan se afirmaba que «los edificios del CENIM han quedado muy anticuados y no reúnen las características exigibles a un centro de metalurgia moderno y funcional, por lo que a corto plazo el CSIC deberá considerar la modernización de su infraestructura».

La actividad investigadora desarrollada durante el año 2000 fue muy intensa; se trabajó en 89 proyectos, lo que arroja una media de aproximadamente dos proyectos por investigador. Esta cifra fue la más elevada de todos los institutos integrados en el Área de Ciencia y Tecnología de los Materiales del CSIC. Buena parte de estos proyectos fue financiada por la Unión Europea.

Además, hay que considerar la labor de investigación llevada a cabo mediante contratos con las empresas. La amplia colaboración con la indus-



tría se plasmó tanto en la firma de 45 contratos de investigación sobre temas afines a la investigación del Centro, como en la resolución de problemas.

Los resultados de la investigación proporcionaron a sus autores la posibilidad de publicar 102 artículos de sus especialidades, 7 contribuciones a libros y obras colectivas y 8 patentes.

En lo que se refiere a artículos publicados en revistas incluidas en el *Scientific Citation Index*, durante el año 2000 se alcanzó la cifra de 86. Tras un aumento espectacular durante el período 1991-1996, en los años posteriores, la aportación de los autores del Centro se estabilizó en torno a una cifra anual de 90 publicaciones en revistas incluidas en el citado Índice. Además, en esos diez últimos años, la calidad de los artículos aumentó considerablemente.

Como siempre, el CENIM continuó organizando o colaborando en la organización de congresos. En junio, intervino en el VII Congreso Nacional de Propiedades Mecánicas en Sólidos, celebrado en Segovia; en TRA-TERMAT 2000, en Barcelona, y en IBEROMET, también en Barcelona.

También participó, y en algunos casos intervino en la organización, en 21 cursos de especialización, dos de ellos celebrados en las instalaciones del Centro en la Ciudad Universitaria:

- FOCCITCAM 2000 *Reciclado de materiales en procesos industriales*, dirigido por F. A. López Gómez, y
- *Soldadura eléctrica y oxiacetilénica* (CSIC, Formación Interna), dirigido por L. del Real Alarcón.

Tanto la estructura de la Dirección del Centro como la de la Junta de Instituto se mantuvieron inalteradas hasta los últimos meses del último año del siglo XX.



Equipo de Dirección en el año 2000 (de izq. a dcha.): D. Sebastián Medina Martín, Vicedirector Científico; D. Joaquín Morante Miranda, Gerente; D. Manuel Morcillo Linares, Director, y D. Félix Antonio López Gómez, Vicedirector Técnico.

En noviembre de 2000, la responsabilidad de dirigir al CENIM recayó en D. Manuel Morcillo Linares, a quien acompañaron como Vicedirector Científico y Vicedirector Técnico, respectivamente, D. Sebastián Medina Martín y D. Félix A. López Gómez. La Gerencia continuó bajo la responsabilidad de D. Joaquín Morante Miranda.

La Junta de Instituto también experimentó algunos cambios. Los cargos de Presidente y Secretario los ocuparon el Director y el Gerente del Centro. Las Vocalías recayeron, además de en los dos Vicedirectores, los ya citados Dres. Medina Martín y A. López Gómez, en

- José Luis González Carrasco,  
Jefe del Departamento de Metalurgia Física
- Juan José de Damborenea González  
Jefe del Departamento de Corrosión y Protección
- Fernando García Carcedo  
Jefe del Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales
- José María Bastidas Rull  
Jefe del Departamento de Ingeniería de Materiales, Degradación y Durabilidad,

y los representantes del personal

- Luis del Real Alarcón
- Ricardo Martínez de Madariaga
- María Lorenza Escudero Rincón
- Manuel Alumbroeros Pérez



D. José Luis González Carrasco.



D. Fernando García Carcedo.



D. José María Bastidas Rull.

Con la finalidad de apoyar la investigación, el CENIM contaba con ocho Unidades de Apoyo y Servicio. A continuación, se citan junto a los Jefes de las mismas.

Análisis Químicos

– M<sup>a</sup> Esther Escudero Baquero

Ensayos Mecánicos

– Jesús Chao Hermida

Laboratorio de Electrónica

– Pedro Pablo Gómez Ibáñez

Metalografía y Fotografía

– Víctor López Serrano

Comunicación e Informática

– Francisco López Graciano

– Carlos Cantera Fernández

Taller Mecánico

– Roberto Viñuales Álvarez

Biblioteca

– Josefa Fernández Ballesteros

– Ricardo Martínez de Madariaga

Mantenimiento

– Francisco Fernández-Martínez Carrasco



Doña María Esther  
Escudero Baquero.



D. Jesús Chao Hermida.



Doña María Lorenza  
Escudero Rincón.

Hasta el 2 de abril del año siguiente, 2001, no se celebraría el acto oficial de toma de posesión del nuevo Director, Sr. Morcillo. Para asistir a este acto, el CSIC envió una alta representación, encabezada por su Presidente, el Prof. Rolf Tarrach, a quien acompañaban el Prof. Lora-Tamayo, Vicepresidente de Investigación Científica y Técnica, el Prof. Pedro J. Aparicio, Coordinador Institucional del CSIC en la Comunidad Autónoma de Madrid, y el Prof. Agustín Rodríguez González-Elipe, Coordinador del Área de Ciencia y Tecnología de Materiales del CSIC.

Para este año 2001, el CSIC tenía previsto poner en marcha un programa, denominado Plan FEDER, que llevaría a efecto durante el bienio 2001-2002. Este Plan proporcionaría al Centro los recursos económicos necesarios para la adquisición de nuevos equipos y para la modernización y restauración de sus instalaciones.



D. Francisco López Graciani.

D. Carlos Cantera Fernández.

D. Roberto Viñuales Álvarez.



D. Manuel Morcillo durante la lectura de su discurso de toma de posesión del cargo de Director el 2 de abril de 2001.



D. Rolf Tarrach en el acto de toma de posesión del Sr. Morcillo.



Representación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas que asistió a la toma de posesión del Director Sr. Morcillo (de izq. a dcha.): D. Pedro Aparicio, Coordinador Institucional del CSIC en la Comunidad Autónoma de Madrid; D. Manuel Morcillo; D. Rolf Tarrach, Presidente del CSIC; D. Emilio Lora-Tamayo, Vicepresidente de Ciencia y Tecnología, y D. Agustín Rodríguez, Coordinador del Área de Ciencia y Tecnología de Materiales.

Respecto a la incorporación de nuevos equipos, según estaba previsto, en el año 2002 se adquirió un nuevo microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (MEB).

Por lo que se refiere a las obras de modernización y restauración de las instalaciones, deben mencionarse, por su importancia, la remodelación del comedor y la renovación de la instalación eléctrica, con la instalación de un nuevo centro de transformación.

El monto total del Plan FEDER ascendía a 122 millones de pesetas para cada uno de los dos años en que se ejecutaría el Plan mencionado.

Para seguir manteniendo el necesario contacto con representantes de la industria, en el mes de junio, el Director, Sr. Morcillo, y el Vicedirector Científico del Centro, Sr. Medina, acompañados por el Jefe del Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales, Sr. García Carcedo, viajaron a las localidades asturianas de Veriña y Avilés para visitar las instalaciones del CENIM en la factoría de ACERALIA y celebrar algunas reuniones con los directivos de esa compañía.

La conexión con los Institutos del Consejo en la Ciudad Universitaria y la proximidad de los mismos al CENIM aconsejaron la conveniencia de institucionalizar las reuniones de representantes del CENIM con los del Instituto del Frío y los del Centro de Investigaciones Biológicas para tratar de todos los asuntos comunes a los tres, como son el comedor, los accesos y aparcamientos, el anillo informático, etc.

## Grupos de Trabajo

En lo que se refiere a la organización interna, se crearon los Grupos de Trabajo que se reseñan a continuación, junto a sus coordinadores e integrantes.

### Informática

#### Coordinador

– Félix A. López Gómez

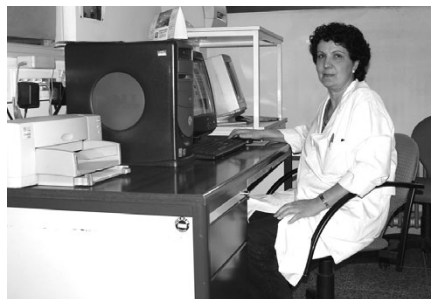
#### Miembros

- Carlos Cantera Fernández
- José Ignacio Robla Villalba
- Ricardo Martínez de Madariaga
- Pablo González
- Consuelo Jiménez Amores y
- Daniel de la Fuente García

### Seguridad e Higiene

#### Coordinadora

– M<sup>a</sup> Josefa Fernández González



Doña María Josefa Fernández González.

Miembros:

- M<sup>a</sup> Lorenza Escudero Rincón
- Aurora López Delgado
- Guillermo Caurana Velázquez
- Francisco Fernández Martínez-Carrasco
- Carlos Pérez Román
- Antonio Rafael Piedra Parra
- Javier Declara
- Joaquín Morante Miranda
- Félix A. López Gómez
- Soledad Fumanal

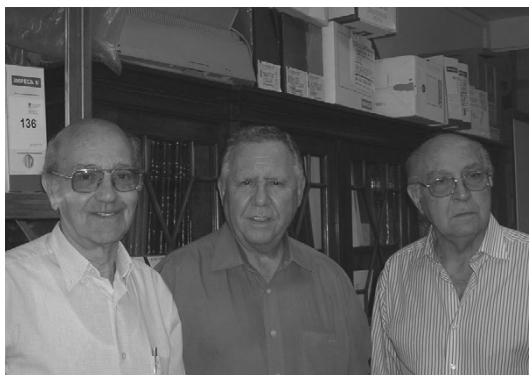
Archivo Histórico del Centro

Coordinador

- Prudencio Mateo Nieto

Miembros

- Narciso García Moráis
- Mariano Crespo García



De izq. a dcha.: D. Narciso García Moráis, D. Prudencio Mateo Nieto y D. Mariano Crespo García, integrantes del Grupo Recuerdos, autores del libro *Sesenta años de Investigación Metalúrgica en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas*.

Asuntos Sociales

Coordinador

- Tomás Rodao Maganto

Miembros

- Asunción García Escorial
- M<sup>a</sup> Pilar Echarri Montero
- José Antonio Santiago Pascual

Recuperación del Instrumental Científico-Histórico del CENIM

Coordinador

- Eduardo Otero Soria



D. Tomás Rodao Maganto.

**Miembros**

- Gaspar González Doncel
- Ricardo Martínez de Madariaga
- Francisco Fernández Martínez-Carrasco
- Jesús Merino Suances
- Miguel Ángel Castadot Pradera

También se creó la Comisión de Estudio siguiente:

Revisión de la normativa sobre productividad

**Coordinador**

- Félix A. López Gómez

**Miembros**

- Carlos García de Andrés
- Víctor López Serrano
- Joaquín Morante Miranda
- Luis del Real Alarcón
- Manuel Alumbrosos Pérez
- Carmen Espinosa de los Monteros Cernuda

Además, Félix A. López Gómez se encargó de la confección del Boletín Electrónico del Centro, mientras que de la Homologación de Calidad de Laboratorios y de la instalación radiactiva se responsabilizó José M<sup>a</sup> Amo Ortega, de la Coordinación de la Asistencia Técnica, Víctor López Serrano, y de la organización de visitas al Centro, Alejandro Cores Sánchez.

Asimismo, algunos investigadores del Centro fueron responsabilizados de cuidar las relaciones que éste mantenía con determinadas organizaciones internacionales.



D. Eduardo Otero Soria.

## **El CENIM por la ciencia... y por la cultura**

En el año 2001, la Comunidad de Madrid, a través de la Dirección General de Investigación de su Consejería de Educación, inició la organización de la Semana de la Ciencia. El proyecto tenía como finalidad acercar la Ciencia a los ciudadanos. El CSIC, mediante un contrato programa con la Comunidad de Madrid y con la ayuda de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT), comenzó la realización de una serie de actividades coordinadas por el Área de Cultura Científica (hoy Vicepresidencia Adjunta de Organización y Cultura Científica).

El contenido de la Semana de la Ciencia era muy variado. Desde visitas guiadas a los más importantes centros dedicados a las distintas disci-

plinas científicas y tecnológicas, hasta la celebración de Mesas Redondas en las que se discutían los temas más diversos, exposiciones de todo tipo, Premios, talleres, etc., etc.

Desde el mismo momento de su inauguración el año 2001, el CENIM participó en diversos de los actos programados por el CSIC.

Coincidiendo con la IV convocatoria de la Semana de la Ciencia, en el año 2004, el Centro decidió ampliar su participación y añadir a la misma un nuevo sentido que uniese al carácter científico propio de la Semana un carácter cultural y artístico, enfocado desde la perspectiva de la Ciencia. De este modo, nacieron dos ideas: una de ellas, propuesta y dirigida por la Dra. Marcela Lieblich Rodríguez, y a la que se bautizó con el nombre de *Ciencia y Sugerencia* ([www.cienciaysugerencia.es](http://www.cienciaysugerencia.es)) tenía como finalidad «dar a conocer una parte básica del trabajo científico a través de la interpretación de artistas plásticos y poetas». El proyecto estaría patrocinado por el Ministerio de Educación y Ciencia, FECYT, Ediciones Sins Entido, Scriptorium, CENIM-CSIC, Museu de la Tècnica de l'Empordà, Fundació INASMET, FEI Company, Monocomp y el Instituto Cervantes.



Doña Marcela Lieblich Rodríguez.



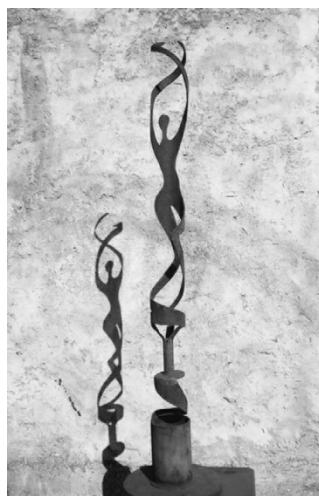
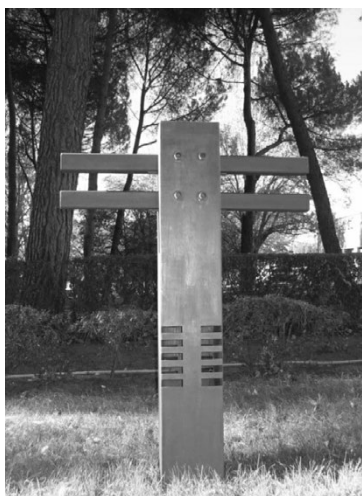
La Dra. Aurora López Delgado, que junto a D. Félix Antonio López Gómez forman el Grupo que propuso la participación del CENIM en la Semana de la Ciencia, organizada por la Comunidad Madrid, con la creación de un Premio de Escultura Metálica. En la imagen, la Dra. López Delgado (dcha.) y el Dr. López Gómez, junto a la Secretaria del Grupo, Doña María Luisa Téllez Martínez.

Otra de las ideas llevadas a cabo por el Centro fue la propuesta por los Drs. Félix A. López Gómez y Aurora López Delgado, consistente en la crea-



ción de un premio de escultura metálica cuyo objetivo era promover la aproximación de la sociedad a la Ciencia y Tecnología a través de la escultura, mejorando el conocimiento que las personas tienen sobre los metales, su fabricación, aplicaciones, desarrollos, técnicas de conservación y reciclado y en definitiva, utilizar la escultura metálica como vínculo de unión entre la expresión artística y la divulgación del desarrollo del conocimiento científico. El equipo organizador de este evento estaba formado por los mencionados Drs. López Gómez y López Delgado y la secretaria del equipo, D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Luisa Téllez Martínez.

De este modo nació el Premio de Escultura Metálica al Aire Libre, ESCULMETAL ([www.esculmetal.es](http://www.esculmetal.es)), organizado por el CENIM y patrocinado por el CSIC y las empresas Minas de Almadén y Arrayanes, Tubo Fábrega, Hierros Colmenar y Recuperación y Reciclajes Román. En el año 2008, ESCULMETAL celebró su V edición y en la actualidad se ha convertido en un Premio de escultura de carácter nacional al que concurren artistas consagrados y noveles. Del interés suscitado por el Premio da idea el hecho de que a su primera convocatoria, en el año 2004, se presentaron 30 obras y en el año 2008 optaron al mismo 57.



Dos de las obras galardonadas con el Premio de Escultura Metálica, Esculmetal, con el que el CENIM participa en la Semana de la Ciencia. La denominada *Tótem* (izq.), presentada por D. Roberto Candela Luengo, ganó el primer premio en la edición de 2008. La presentada por D. Joaquín Manzano Carrero, *Bailarina*, consiguió un accésit especial en la misma edición.

Volviendo de nuevo a la organización del Centro, en junio de 2002 se eligieron nuevos representantes de personal que pasarían a formar parte de la Junta de Instituto. Los elegidos se indican a continuación:

- M<sup>a</sup> Pilar Echarri Montero
- Manuel Carsí Cebrián
- Asunción García Escorial y
- Ricardo Martínez de Madariaga

Durante el año 2003, se mantuvo la organización directiva del Centro sin que se produjera cambio alguno.

En el mes de enero, se reunió el Consejo de Redacción de *Revista de Metalurgia* para buscar un sustituto de D. Óscar Ruano Mariño, que había finalizado su mandato de cuatro años como Director. El Consejo de Redacción agradeció al Sr. Ruano su dedicación al cargo y nombró para sucederle a D. Sebastián F. Medina Martín.



Doña María del Pilar Echarri Montero.

En noviembre, la Junta de Gobierno del Consejo aprobó la creación de una Unidad Asociada, el Grupo de Corrosión y Protección de la Universidad de Cádiz, asociada al Departamento de Corrosión y Protección del CENIM.

En este año, la Vicedirección Técnica del Centro puso en marcha un Plan de Prevención de Riesgos Laborales que llevó a cabo las acciones siguientes:

- Detección automática de incendios en la biblioteca-almacén y en el conjunto cocina-comedor-cafetería.
- Instalación de puertas cortafuegos en las naves de Radiología y Soldadura.
- Sistema de captación de humos y gases en el Laboratorio Láser.
- Contrato de mantenimiento de las instalaciones de gases.
- Instalación de duchas de seguridad en la UAS de Análisis.
- Manual de autoprotección.
- Instalación de hidrantes.
- Ampliación del contrato de desratización y desinsectación.
- Gestión de productos tóxicos y peligrosos.

Además, esta misma Vicedirección preparó una revisión de las tarifas de asistencia técnica y de servicios internos.

Uno de los hechos más destacados ocurrido durante 2003 fue la celebración del IX Congreso de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas (CTM 2003). De ello, se da cuenta más detallada en el capítulo dedicado a Asambleas.

En realidad este Congreso fue una continuación de la larga lista de reuniones, que con un nombre u otro, tanto el CENIM como los Institutos que le precedieron, han venido celebrando casi sin interrupción durante los años de su existencia.

Procedentes de 14 países participaron más de 200 especialistas encuadrados en todos los campos de la Metalurgia.

Del mismo modo, durante el año 2003, los investigadores del Centro también participaron en numerosos congresos, tanto nacionales como internacionales, presentando los resultados de sus trabajos de investigación.

En el curso del año, el Centro emprendió la construcción de un Laboratorio de Innovación en Reciclado de Materiales con equipamiento moderno. Su finalidad era desarrollar estudios en el campo del reciclado de los residuos de la industria metalúrgica. Su puesta en servicio supuso una referencia en esta línea de investigación. Para la instalación de este Laboratorio, el Centro contó con una importante subvención de la Comunidad Autónoma Madrid.

La Empresa Nacional de Acreditación (ENAC) concedió la acreditación correspondiente al Laboratorio de Ensayos de Materiales Galvanizados. Posteriormente también recibieron la misma acreditación los Laboratorios de Ensayos de Materiales Metálicos, los de Homologación de Soldadores y de Difracción de Rayos X. Todos ellos se encuadran en la Red de Laboratorios Madrid+d.

En el curso del año 2003, se instaló un sistema informático de control de accesos con circuitos cerrados de televisión y alarmas, común a los tres Institutos que ocupan el campus del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la Ciudad Universitaria de Madrid.

A título de curiosidad, se puede señalar que en ese año de 2003, una entonces poco conocida periodista de Televisión Española, Letizia Ortiz Rocasolano, visitó el Centro para entrevistar al Director en relación con la corrosión del pecio del *Prestige*. Poco más tarde, como todo el mundo sabe, la periodista se convirtió en la Princesa de Asturias.

En el año 2004 se cumplían cuatro años de permanencia de D. Manuel Morcillo Linares en la Dirección del Centro. Este hecho suponía que debía procederse a la renovación de dicho cargo. En el mes de noviembre se celebraron diversas reuniones de la Junta de Instituto y del Claustro Científico para, de acuerdo con el Estatuto del CSIC, proceder a la renovación del cargo de Director.

Cumplidos los trámites formales para la elección del nuevo Director, la única candidatura fue la presentada por el Sr. Morcillo.

El 27 de diciembre de 2004, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas dio luz verde a su nombramiento como Director del Centro, que de este modo prorrogó su permanencia en el puesto durante un nuevo período de cuatro años.

En el siguiente mes de enero, el día 14, se aprobaron los nombramientos de quienes acompañarían al Dr. Morcillo en esta nueva etapa.

La Vicedirección Científica estaría desempeñada por D<sup>a</sup> Asunción García Escorial y la Vicedirección Técnica, por D. Félix A. López Gómez. En enero de 2006, el Sr. López Gómez, sería sustituido por D. José M<sup>a</sup> Amo Ortega.

Como consecuencia de su nombramiento como Vicedirectora del Centro, la Dra. García Escorial fue sustituida en la Junta de Instituto por D. Manuel Alumbrosos Pérez.



Equipo de Dirección (2004-2008). De izq. a dcha.: D. Manuel Morcillo Linares, Director; Doña Asunción García Escorial, Vicepresidenta Científica; Doña Isabel Ocaña Fernández, Gerente, y D. José María Amo Ortega, Vicepresidente Técnico.

También se produjeron los siguientes nombramientos:

- José M<sup>a</sup> Bastidas Rull  
Jefe del Departamento de Ingeniería de Materiales, Degradación y Durabilidad
- Juan José de Damborenea González  
Jefe del Departamento de Corrosión y Protección
- José Luis González Carrasco  
Jefe del Departamento de Metalurgia Física
- Aurora López Delgado  
Jefa del Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales.



Doña Aurora López Delgado.

En otro orden de cosas, durante este año, se creó una nueva Unidad Asociada, la de Tecnología de Materiales, entre la Universidad Politécnica de Valencia y el Departamento de Metalurgia Física del CENIM.

El Centro, a través de sus expertos en la materia, participó en la organización de las 15as. Jornadas Técnicas de Soldadura, que se celebraron en Madrid entre los días 9 y 11 de marzo.

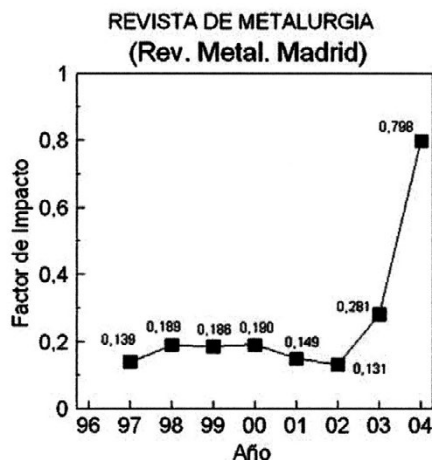
En el mismo mes de marzo, entre los días 27 y 30, el CENIM participó en la V Feria Madrid por la Ciencia y también estuvo representado en la Semana de la Ciencia.

También a principios de año, el Centro recibió una comunicación del CSIC en la que la organización central pedía a todos los centros e institutos la elaboración de los Planes Estratégicos para el período 2005-2009.

Tras un largo período de elaboración, en diciembre de este año 2005, el Centro envió al Consejo el Plan Estratégico Revisado del CENIM.

Con cargo al Plan FEDER, correspondiente al bienio 2005-2006, le fue concedida al Centro la financiación necesaria para la adquisición de un difractómetro de rayos X (DRX).

En otro ámbito, hay que destacar el notable incremento del factor de impacto de *Revista de Metalurgia*. En los años 2002 y 2003 había sido de 0,131 y 0,281, respectivamente, y en el año 2004 su factor de impacto alcanzó la cifra de 0,798, con lo que el aumento de la consideración de la revista había crecido de forma espectacular. La evolución del factor de impacto de *Revista de Metalurgia* en los últimos años, le permitió ocupar un puesto importante entre las revistas incluidas en el apartado *Metallurgy and Metallurgical Engineering* del SCI. En el año 2003, pasó a ocupar el puesto 39 entre 72 revistas dedicadas a esta especialidad, y en el 2004, el puesto 18 entre un total de 71 revistas, la primera, con referencia al factor de impacto, entre las editadas por el CSIC e incluidas en el JCR/SCI.



La gráfica muestra la evolución del impacto de *Revista de Metalurgia* en el período 1997-2004, según el *Science Citation Index (SCI)/Journal Citation Reports (JRC)*.

El 9 de febrero D. Víctor Orera Clemente, recientemente nombrado Vicepresidente de Organización y de Relaciones Internacionales del CSIC, visitó el Centro para entrevistarse con los Directores del Instituto del Frío, del Centro de Investigaciones Biológicas y del CENIM para exponerles sus planes de remodelación del campus y hacer frente a las necesidades de los tres Centros en esta cuestión. Acompañaron al Vicepresidente en su visita la Vocal Asesora de Presidencia, Dra. Rosario Martín Herranz, y la Subdirectora General de Obras e Infraestructura, Doña M<sup>a</sup> del Carmen González Peñalver.

Posteriormente, los Directores de los tres Institutos visitaron al nuevo Vicepresidente de Organización y de Relaciones Internacionales del CSIC, D. Rafael Rodrigo Montero, quien confirmó el compromiso del CSIC en relación con la remodelación del campus.

Durante los meses de enero y febrero de 2006, los Directores y los Vicedirectores Técnicos de los tres Centros celebraron varias reuniones a fin de realizar un estudio básico consensuado para identificar las necesidades del campus y qué servicios deberían centralizarse. A partir de este estudio, el CSIC elaboraría un proyecto técnico para comenzar las obras necesarias lo antes posible.

A este respecto, el CENIM elaboró un documento titulado *Remodelación de edificios del CENIM* que, junto a los elaborados por los otros dos Centros, fueron entregados por D. Vicente Larraga, Director del Centro de Investigaciones Biológicas, al Vicepresidente de Organización y Relaciones Internacionales del CSIC, D. Rodrigo Montero, quien asumió el compromiso de realización del proyecto y su coste quedó incluido en el presupuesto del organismo.

El proyecto se llevaría a cabo en varias fases de acuerdo con el programa siguiente:

#### Fase A

- Remodelación de las parcela del campus: viales, jardines, aparcamiento, iluminación
- Unificación de los Servicios de Informática del campus

#### Fase B

- Remodelación de las naves de Corrosión, Soldadura, Metalurgia Extractiva, Siderurgia, Fundición y Almacenes

#### Fase C

- Remodelación de los restantes edificios del CENIM

En el mes de junio se celebraron elecciones para la renovación de los representantes de personal en la Junta de Instituto, resultaron elegidos:

- Alejandro Pobes Conde
- Luis del Real Alarcón
- María del Pilar Echarri Montero y
- Ricardo Martínez de Madariaga.

Durante el año 2006, varios investigadores del Centro recibieron premios, algunos de ellos de carácter internacional, por la actividad desarrollada en su campo de actuación. Así, Óscar Ruano fue distinguido con el premio del Comité del THERMEC, durante el Congreso THERMEC'2006, *International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials*, celebrado en Vancouver, Canadá, los días 4-8 de julio. Asimismo, José Antonio González recibió el premio de la National Association of Corrosion Engineers (NACE).

La Obra Social Cajamadrid concedió un accésit a la actuación *Nuevos tratamientos para el reciclaje de componentes y herramientas metálicas en el sector de los recubrimientos PVD*, por Ana Belén Cristóbal, Juan José de Damborenea y Ana Conde.

Por último, la Asociación Iberoamericana de Corrosión y Protección concedió su Diploma al Mérito en Corrosión y Protección a D. Manuel Morcillo Linares, por su labor de investigación desarrollada en el campo de la corrosión y protección de materiales en la región iberoamericana.

El año 2007 fue declarado por el Ministerio de Educación y Ciencia Año de la Ciencia.

Este año sería crucial para la vida del CENIM, que al igual que los restantes Centros e Institutos del CSIC, así como este mismo, iban a ser convertidos en Agencia Estatal en cumplimiento con lo que establecía una ley promovida por el Ministerio de Administraciones Públicas y aprobada por el Congreso de los Diputados en noviembre de 2005.

Según establecía dicha ley, «... las Agencias Estatales tienen como objetivo ofrecer una gestión pública más acorde con la dimensión de la Administración del siglo XXI y en línea con los países más avanzados en materia de función pública», y añadía: «Estos nuevos organismos estarán dotados de un mayor nivel de autonomía y flexibilidad con respecto a las ofrecidas por la legislación vigente, al tiempo que refuerzan los mecanismos de control de la eficacia, promoviendo la cultura de la responsabilidad por los resultados».

Además, la Ley indicaba que inicialmente se crearían 10 nuevas Agencias, una de ellas sería la Agencia para la Investigación Científica y Técnica.

En el mes de febrero de este año 2007, se recibió la visita de D. Ángel Hernández Gutiérrez, de la Subdirección General de Obras e Infraestructura. Su visita tenía como misión inspeccionar las naves para conocer su situación con el fin de sacar a concurso, en el *Boletín Oficial del Estado*, la realización del proyecto de remodelación y mejora de las mismas.

La convocatoria para dicho concurso se publicó en el *BOE* el 19 de mayo, y en las condiciones establecidas se incluían, entre otros detalles, el proyecto, la dirección de obra (arquitecto) y un estudio sobre higiene y seguridad.

Es de destacar el interés que, a todos los niveles directivos, mostró el CSIC en lo referente a todas estas obras de remodelación, casi integral, del Centro. Por ello, es de justicia expresar el agradecimiento del Centro a la Vicesecretaria General Adjunta de Obras e Infraestructuras, Doña María del Carmen González Peñalver, y a todo el equipo involucrado en esta misión. A D. Alfonso López Marín, Jefe de la Oficina de Obras, y al responsable de las actuaciones en el CENIM, D. Ángel Hernández Gutiérrez, así como a los arquitectos D. José Manuel Corona Contreras y D. Luis Alfonso Corona Contreras.

El día 1 de junio, el Sr. De Damborenea asumió la dirección de *Revista de Metalurgia*. También fue renovado su Consejo Asesor.

Desde el mes de septiembre de 2007, *Revista de Metalurgia* se puede encontrar también en versión electrónica en la dirección:

<http://revistademetalurgia.revistas.csic.es>

Los contenidos de la versión electrónica son idénticos a los de la versión impresa y tras un período de embargo de seis meses, desde la fecha de la aparición de la versión impresa, puede accederse a ella a texto completo y sin restricciones.

Está previsto que en el futuro, la versión electrónica incluya la totalidad de la producción histórica desde el momento de la fundación de la revista.

El año 2008 se inició con la publicación en el *BOE*, el día 14 de enero, de la creación de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El Consejo Rector aprobó una norma que regularía la estructura y organización de institutos y centros y que contenía, entre sus aspectos más novedosos, la existencia de un Comité Externo de Asesoramiento Científico y un nuevo órgano colegiado, la Asamblea del Centro.

En el campo de las relaciones del Centro con otras instituciones, se aprueba la propuesta de reconocimiento de la Unidad Asociada de I+D entre el Grupo de Metalurgia Primaria e Ingeniería Metalúrgica de la Universidad de Oviedo y el grupo DIPROMESS, del Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales del CENIM, así como la prórroga como Unidad Asociada entre el CSIC y el Grupo de Tecnología de Materiales del Universidad Politécnica de Valencia.

A *Revista de Metalurgia* también le alcanzaron algunos cambios. La Dra. Asunción García Escorial, Vicedirectora Científica del Centro, fue nombrada Directora en sustitución del Sr. De Damborenea, que había sido destinado al CSIC en calidad de Vicepresidente Adjunto de Áreas Científico-Técnicas.



Banderola anunciadora de la celebración del 60 Aniversario de la Investigación Metalúrgica en el CSIC.



Doña Ana Conde del Campo.

También, y como consecuencia del traslado del Sr. De Damborenea al CSIC, fue nombrada Jefa del Departamento de Corrosión y Protección Doña Ana Conde del Campo.

Tras la jubilación anticipada voluntaria de D. Joaquín Morante Miranda, que durante 21 años, desde el 13 de octubre de 1987 hasta el 30 de abril de 2008, había desempeñado el cargo de Secretario, después Gerente, la Dirección del CENIM solicitó del Consejo su sustitución. El CSIC designó nueva Gerente del Centro a D<sup>a</sup> Isabel Ocaña Fernández.

En el mes de abril, el Laboratorio de Ensayos Mecánicos del CENIM recibió de AENOR el certificado del Sistema de Gestión de la Calidad.



También en el mes de abril, el Centro inició una serie de eventos encaminados a resaltar la actividad desarrollada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el campo de la investigación metalúrgica y que se extendieron a lo largo de todo el año 2008.

Con este motivo, se instituyó el *Premio Agustín Plana de Investigación Metalúrgica*, en memoria del director del Instituto del Hierro y del Acero.

Así, el día 23, en el Salón de Actos del CSIC, se celebró el acto inaugural para la conmemoración del *60 Aniversario de Investigación Metalúrgica en el CSIC*.



Mesa presidencial durante el acto inaugural para la conmemoración del *60 Aniversario de Investigación Metalúrgica en el CSIC*.

Presidió el acto D. Rafael Rodrigo Montero, Presidente en funciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en la actualidad Presidente de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Le acompañaban en la mesa presidencial D. Eusebio Jiménez Arroyo, Secretario General del CSIC, Doña Pilar Cano Dolado, Coordinadora Institucional del Consejo en la Comunidad de Madrid, Doña Carmen Mijangos Ugarte, Coordinadora del Área de Ciencia y Tecnología de Materiales del CSIC, y D. Manuel Morcillo Linares, Director del CENIM.

Tras unas palabras de la Sra. Mijangos, en las que resaltó la importancia de la labor científica que el CENIM realiza en el Área de Ciencia y Tecnología de Materiales del Consejo, el Presidente cedió la palabra al Director del CENIM, D. Manuel Morcillo Linares.

El Sr. Morcillo Linares recordó los sesenta años de investigación metalúrgica en el Consejo, desde la creación de los antiguos Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero y de Metales no Férricos, a mediados del siglo pasado, hasta la integración de los mismos, en 1963, en el actual Cen-

tro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, y hasta nuestros días. Finalizó su exposición detallando la situación actual del Centro y presentando el programa de actos organizado para conmemorar esta efeméride.

A continuación, el Presidente del Consejo invitó al Sr. Morcillo a leer el Acta de la I edición de los Premios *Agustín Plana* de Investigación Metalúrgica.

La institucionalización de estos premios se había acordado en la reunión ordinaria de la Junta de Instituto del CENIM celebrada el 4 de abril y tenía como finalidad honrar la memoria de D. Agustín Plana Sancho, fundador y primer Director del Instituto del Hierro y del Acero, uno de los Institutos que precedieron al actual CENIM y sobre cuyos terrenos se asentó nuestro Centro.

Los Premios *Agustín Plana* tienen como finalidad galardonar a las personas, instituciones y empresas que se hayan destacado por su labor científica y tecnológica en el campo de la metalurgia y por su apoyo al CENIM. El Premio se concede en tres modalidades: científica, instituciones y empresas.

En el año de su creación, los premios, en la modalidad científica reca-  
yeron en:

- Prof. Carlos Ranninger Rodríguez  
Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid  
Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Materiales
- Prof. Antonio Ballester Pérez  
Catedrático de la Universidad Complutense  
Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica

en la modalidad de instituciones en:

- UNESID (Unión de Empresas Siderúrgicas), representada por  
D. Juan Ignacio Bartolomé, Director General
- Asociación de la Industria Navarra, representada por  
D. José María Zarranz, Presidente

y en la de empresas:

- Patentes TALGO, representada por  
D. Carlos de Palacio Oriol, Presidente
- ACERINOX, representada por  
D. Rafael Naranjo, Consejero Delegado.

Finalizó el acto con unas palabras del Presidente del Consejo en funciones, Sr. Rodrigo Montero, en las que puso de manifiesto la importancia estratégica del CENIM en el campo científico y tecnológico metalúrgico español. También manifestó su deseo de que el Centro participase de forma activa en la nueva estructura jurídica del Consejo como Agencia Estatal.

Durante todo el año se celebraron manifestaciones encaminadas a destacar y difundir las actividades del CENIM como centro integrante del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el campo de la Ciencia y Técnica de los Materiales.

Bajo el lema *La investigación en el CENIM*, se organizó un *Ciclo de Sesiones Científicas*, cuya presentación, celebrada en el Salón de Actos del Centro de Investigaciones Biológicas el día 21 de mayo, corrió a cargo de Doña Rosa María Menéndez López, Vicepresidenta de Investigación Científica y Técnica del CSIC. En este ciclo participaron destacados científicos extranjeros y españoles que pronunciaron interesantes conferencias. Las dos primeras de estas conferencias se pronunciaron el mismo día 21 de mayo y fueron las siguientes:

Día 21 de mayo

*Potential of modern steel grades for lightweight car-body*, por

– Yvan Houbaert, y

*El acero, origen de la investigación en el CENIM*, por

– Carlos García de Andrés

Posteriormente, y con frecuencia mensual, se pronunciaron las siguientes:

Día 19 de septiembre

*European steel industry and the climate change*, por

– Jean Pierre Birat, y

*De la hidro y piro metalurgia a la investigación medioambiental*, por

– Aurora López Delgado

Día 2 de octubre

*Processing of ultra-grained materials using severe plastic deformation:*

*Potential for achieving exceptional properties*, por

– Terence G. Langdon y

*La investigación en metales no férreos en el CENIM*, por

– Óscar Ruano Mariño

Día 26 de noviembre

(Esta sesión se celebró en el Salón de Actos de la vecina Escuela de Organización Industrial)

*New fundamental and environmental aspects of atmospheric corrosion*, por

– Christofer Leygraf, y

*Contribuciones del CENIM al campo de la corrosión e ingeniería de superficies*, por

– Manuel Morcillo Linares

En el programa de actos, también se incluyó un *Ciclo de Seminarios*, cuyo primer acto fue presentado por D<sup>a</sup> Asunción García Escorial.

En el *Ciclo de Seminarios*, se presentaron los siguientes trabajos:

14 de mayo

*Termoelectricidad de películas delgadas semiconductoras: fenómenos y dispositivos*, por

– Carlos Sánchez López, Universidad Autónoma. Madrid

11 de junio

*Aleaciones intermetálicas ligeras basadas en magnesio para su uso como acumuladores de  $H_2$* , por

– José Francisco Fernández Ríos, Universidad Autónoma. Madrid

30 de septiembre

*Bioteología, Metalurgia, Energía y Cambio climático*, por

– Antonio Ballester Pérez. Universidad Complutense. Madrid

15 de octubre

*Seguimiento in situ de la evolución de las propiedades de transporte durante el proceso de sulfuración de películas delgadas metálicas*, por

– Isabel Jiménez Ferrer. Universidad Autónoma Madrid

25 de noviembre

*Investigación en materiales para supercondensadores y baterías de ion-litio*, por

– José María Rojo Martín, ICMC (CSIC). Madrid.

El 25 de noviembre, en el Salón de Actos del Centro de Investigaciones Biológicas, tuvo lugar la presentación del libro *Sesenta años de Investigación Metalúrgica en el CSIC*, a cargo de sus autores: D. Mariano Crespo García, D. Narciso García Moráis y D. Prudencio Mateo Nieto.



Presentación del libro *Sesenta años de Investigación Metalúrgica en el CSIC*.

La Sesión de Clausura de *Sesenta años de Investigación Metalúrgica en el CSIC* se celebró el 27 de noviembre y estuvo presidida por el Secretario General de Consejo, D. Eusebio Jiménez Arroyo. El acto comenzó con la conferencia *La siderurgia en un mercado global. Estrategias empresariales*, que pronunció D. Juan Ignacio Bartolomé, Director General de UNESID. Tras esta conferencia, el Sr. Jiménez Arroyo descubrió una placa conmemorativa dedicada a todo el personal que a lo largo de estos sesenta años ha trabajado en el CENIM.

En este acto a todos los Directores del CENIM se les ofreció una placa conmemorativa de su paso por la Dirección del Centro.

El Comité Organizador de este 60 aniversario estuvo presidido por D. Félix Antonio López Gómez, Investigador Científico del CENIM, y en él participaron Doña Pilar Tígeras Sánchez, Jefa del Área de Cultura Científica del CSIC, Doña Marisa Téllez Martínez y Doña María Fernanda Luque Priego, del CENIM, Doña Laura Ferrando González, del Área de Cultura Científica del CSIC, y Doña Elena López Sánchez, Jefa de Protocolo del CSIC.



D. Eusebio Jiménez Arroyo.



## LA EVOLUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN EL CENIM

Desde que el CENIM, en 1963, se hiciera cargo de las actividades que con anterioridad habían desarrollado los Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero y de Metales no Férreos, las circunstancias que rodean tanto a la investigación propiamente dicha como a las demás actividades que componen el conjunto del quehacer del Centro han experimentado innumerables cambios.

Algunas de las personas que han sido testigos directos de la evolución experimentada ofrecen su testimonio. A continuación, se incluye cómo vivieron esos cambios los siguientes investigadores:

- Francisco José Alguacil Priego
- José M<sup>a</sup> Amo Ortega
- Juan José de Damborenea González
- Carlos García de Andrés
- Asunción García Escorial
- Aurora Gómez Coedo
- José Antonio González Fernández
- Félix Antonio López Gómez.

**LA INVESTIGACIÓN EN METALURGIA EXTRACTIVA NO FÉRREA EN EL CENIM****F. J. ALGUACIL PRIEGO**

Una vez trasladado el personal del Instituto de Metales no Férreos, desde su sede en la calle Serrano, a las instalaciones del CENIM en la Ciudad Universitaria, y creado el Departamento de Metalurgia Extractiva no Férrea, las líneas maestras de la investigación en el Departamento se centran en el tratamiento de minerales complejos del suroeste de España y la metalurgia del mercurio.

Dichas líneas maestras se abordan mediante la utilización de operaciones hidrometalúrgicas (lixiviación y precipitación) y pirometalúrgicas (tostación). Ya entonces se empieza a estudiar la depuración de gases procedentes de plantas metalúrgicas, aunque en aquel momento parecían todavía muy lejos las preocupaciones medioambientales de reciente actualidad.

Asimismo, se investiga sobre el beneficio de minerales de níquel españoles.

A mediados de los 70, y con la incorporación de un nuevo investigador a la plantilla, D. Sebastián Amer Amezaga, se inician en el CENIM las líneas de investigación que incluyen procesos de separación y concentración mediante extracción con disolventes y cambio iónico.

A finales de la década de los 70 y teniendo en cuenta los problemas planteados en todo el mundo en lo que se refiere a la disponibilidad de aluminio, entonces considerado un metal estratégico, se inicia una línea de investigación sobre obtención de alúmina metalúrgica a partir de materias primas nacionales.

De forma paralela, se investiga sobre distintos procesos hidrometalúrgicos y la utilización de la extracción con disolventes en procesos de purificación de metales: zinc, indio, etc.

A mediados de la década de los 80 y con la entrada de España en la entonces denominada Comunidad Europea, se inicia un proyecto de investigación, que ya había tenido antecedentes en otras investigaciones realizadas en el CENIM, sobre el empleo de cloruro amónico como medio lixivante para la disolución de zinc, cobre y plomo de minerales complejos españoles y portugueses.

También, de forma paralela, se inicia una línea de investigación sobre hidrometalurgia del oro.

A principios de la década de los 90, comienza una relación de trabajo con el Departamento de Ingeniería Metalúrgica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago (Chile), a través de un convenio firmado por dicha institución y el CSIC. En esta colaboración, que ya dura 17 años consecutivos y con varios convenios firmados por ambas instituciones, se han abordado varias líneas de trabajo: lixiviación de minerales de cobre, extracción con disolventes del cobre, lixiviación de minerales auríferos, cementación de oro, procesos de cambio iónico y extracción con disolventes en la metalurgia del oro y, de forma más reciente, investigación de procedimientos hidrometalúrgicos para el tratamiento de efluentes líquidos que contienen metales contaminantes, por ejemplo, arsénico y cadmio.



A finales de la década de los 80 y principios de la década de los 90, teniendo en cuenta que las preocupaciones en relación con el medio ambiente ya eran de gran actualidad, se va haciendo un continuado esfuerzo por aplicar las operaciones hidrometalúrgicas tradicionales en el tratamiento de materiales y efluentes de carácter contaminante y también en el reciclado de materiales que pudieran contener algún valor metálico. Dentro de estas líneas, se investigó sobre óxidos Waelz, polvos de acería eléctrica, polvos de fundición de cobre, chatarras electrónicas, polvos de aluminio, aguas de lavado de procesos de decapado, empleo de residuos siderúrgicos como adsorbentes de metales contaminantes, etc.

En el año 2000 se publica el primer trabajo de una línea de investigación que se había iniciado el año anterior; esta nueva línea de investigación, que trataba sobre membranas líquidas soportadas, y que todavía se desarrolla en el CENIM, ha visto su continuidad en otros procesos o tecnologías más avanzadas, que utilizan membranas, como son los procesos de extracción no dispersiva y la más reciente de extracción no dispersiva con dispersión de la fase de reextracción. Todas estas líneas de investigación, que utilizan membranas, se están desarrollando básicamente para el tratamiento de efluentes líquidos que contienen metales tóxicos, aunque también, y como continuación de la ya anteriormente mencionada hidrometalurgia del oro, en el tratamiento de disoluciones residuales que contienen este metal precioso.

En algunas de las líneas de trabajo seguidas, los investigadores del Departamento han colaborado con otras empresas e instituciones tanto nacionales como extranjeras. Asimismo, la colaboración con otros grupos de investigación del CENIM ha permitido el desarrollo, si no total al menos parcial, de algunas de estas líneas; cabe mencionar la larga y fructífera relación profesional con las investigadoras D<sup>a</sup> Aurora Gómez Coedo y D<sup>a</sup> María Teresa Dorado López en el análisis de ciertos elementos y, a su vez, en la investigación sobre la utilización de operaciones hidrometalúrgicas para la preconcentración de algunos elementos antes de su análisis.

En cuanto a las publicaciones, y desde su fundación, era una norma no escrita en el CENIM, o al menos en lo que atañe a este Departamento, una cierta parquedad en cuanto a hacer públicos los resultados de las investigaciones. Estos resultados se plasmaron en informes de carácter confidencial y en patentes de invención, pero el número de publicaciones en las llamadas revistas internacionales con índice de impacto era anormalmente bajo. Con el paso de los años esta situación se regularizó, y en los años comprendidos entre 1996 y 2006, las publicaciones en esta área suponían una contribución de aproximadamente un 15% al total de las publicaciones del CENIM.

Obviamente toda esta labor de investigación no se ha podido llevar a cabo sin personas.

El Departamento, posteriormente Unidad Estructural de Investigación (UEI) de Metalurgia Extractiva no Férrea del CENIM, ha contado con cuatro jefes de Departamento: Antonio de la Cuadra Herrera (desde su creación hasta finales de la década de los 70), José Luis Limpo Gil

(1981-1986), Ángel Hernández Fernández (1986-1990) y Francisco José Alguacil Priego (1990-1994). Además y durante un período de tiempo de cerca de dos años (1979-1981), este Departamento aparentemente se integró con el de Siderurgia, actuando Fermín Juan Asensio Gonzalo, Jefe del Departamento de Siderurgia, como Jefe conjunto de ambos.

En 1994, y como consecuencia de la profunda remodelación llevada a cabo por el CSIC y del nombramiento de José Luis Álvarez Rivas como Director del Centro, tiene lugar el desmantelamiento de la UEI de Metalurgia Extractiva no Férrea, cabe decir que con la aquiescencia de parte del personal investigador del Centro, y la incorporación de todo el personal científico y parte del personal auxiliar al recién creado Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales. Situación que permanece en la actualidad.

Se han mencionado a personas y aparte de las señaladas unas líneas más arriba, otros científicos que han desarrollado su labor en este campo fueron: Ángel de Luis Martín, Sebastián Amer Amezcaga, Miguel Fernández López, Armando González-Posadas Sánchez, Antonio Anegón Rivera, Dionisio Siguín del Dedo, todos ellos pertenecientes en algún momento al Departamento o UEI de Metalurgia Extractiva no Férrea. También investigando, en algún momento, en estas líneas de metales no férricos se puede incluir a los científicos Antonio Formoso Prego, Aurora López Delgado, Félix Antonio López Gómez, Fernando García Carcedo, Alejandro Cores Sánchez y Miguel Fernández Tallante.

La nómina del personal auxiliar, tan necesario en algunos momentos del día a día, estaba compuesta por Manuel López Reyes, José Luis Bascones Casas, Celedonio Fernández Cuenca, Antonio Clara Nieves, Leandro Dámaso González Álvarez, Luis Enrique Casado Melguizo, Eduardo Martín Martín, José Gutiérrez Carabache, Alfonso Perdiguero Fernández, Pilar Santamaría Gómez y María Isabel Carvajal Gómez.

Esto es el pasado y el presente, ¿cuál es el futuro de la investigación en metalurgia extractiva no férrea en el CENIM? Francamente, muy incierto. Sin embargo, es de esperar que el futuro de esta línea de investigación genérica, gracias al relanzamiento mundial (incluida España) de la minería y de los procesos hidrometalúrgicos, sea más esperanzador.

## LA SOLDADURA EN EL CENIM

J. M. AMO ORTEGA

Tras su creación en 1963, el CENIM asumió todos los compromisos y actividades propios de los Institutos que se habían integrado en él. En lo que se refiere al Instituto de la Soldadura, la actividad se organizó en dos Departamentos; uno dedicado a la actividad científico-técnica, dirigido por D. Nazario Muñoz Pereira, y otro dedicado a la enseñanza, al frente del cual estaría D. Manuel de Miró Ramonacho. Más tarde, estos dos Departamentos quedaron unificados en uno solo.

El CENIM también asumió los compromisos del Instituto de la Soldadura relacionados con la información, por lo que se continuó publicando la revista *Ciencia y Técnica de la Soldadura*, hasta 1964, fecha en la que, junto a la revista *Instituto del Hierro y del Acero* y el *Boletín de Información Técnica del Instituto de Metales no Ferreos*, fue absorbida por *Revista de Metalurgia*, que quedaría como única revista oficial del Centro. Unos años más tarde, en 1971, bajo el espíritu creador de Dña. Josefa Fernández Ballesteros, encargada de las publicaciones del CENIM, la información sobre soldadura tendría su propio órgano de expresión: *Revista de Soldadura*, de carácter trimestral y cuyo primer número apareció en marzo de 1971. En 1997, *Revista de Soldadura* fue absorbida por *Revista de Metalurgia*, que quedaría como única revista oficial del CENIM.

La experiencia del Instituto de la Soldadura en la enseñanza de esta especialidad, con un elevado nivel de calidad, fue aprovechada por el CENIM, que siguió impartiendo los Cursos de Alta y Media Especialización en Soldadura. En relación con estos Cursos es preciso destacar el impagable esfuerzo de sus profesores, tanto los que eran personal del Centro como los procedentes de la industria, que formaron un magnífico grupo de especialistas.

Es de justicia dedicar un recuerdo de especial reconocimiento a los profesores de prácticas D. Miguel del Toro Polo, D. Enrique González Crippa, D. Sebastián Alarcón Jiménez y D. Miguel Bartolomé Sevillano, que ayudaron a los alumnos a salvar el vacío entre la teoría y la ejecución real de las soldaduras.

Los primeros trabajos de investigación y desarrollo tecnológico que se llevaron a cabo en el Departamento de Soldadura del CENIM fueron tres proyectos fundamentales:

- Efecto del hidrógeno en el metal depositado por soldadura
- Metalurgia de la soldadura en aceros
- Comportamiento a fatiga de la zona afectada térmicamente (ZAT).

Además, se mantuvo la importante actividad que anteriormente desarrollaba el Instituto de la Soldadura en lo que se refiere a la realización de informes técnicos sobre procesos de fabricación mediante soldadura y análisis de fallos a petición de la industria.

En 1966 el CENIM inicia la construcción de una nueva nave destinada al Departamento de Soldadura con el fin de que se puedan desarrollar

nuevas actividades en este campo. Disponer de una nueva nave supuso para el Departamento un importante aumento de su actividad y la llegada de numerosos becarios que pudieron desarrollar su trabajo con magníficos medios a su alcance.

La creación de Comisiones Técnicas de Trabajo para interrelacionar las actividades del CENIM con el sector industrial, dieron lugar a grupos de trabajo dedicados al estudio de temas relacionados con:

- Soldadura por arco eléctrico,
- Control y ensayo de soldaduras,
- Recipientes a presión, calderas y tuberías,
- Procedimientos especiales de soldadura y
- Proyectos y ejecución de construcciones soldadas, especialmente para el sector naval.

En los primeros años tras su creación, el CENIM desarrolló una gran actividad en el campo de la inspección y el control, mediante técnicas radiológicas y ultrasónicas, de las soldaduras realizadas en la construcción de las primeras centrales nucleares, centrales térmicas, oleoductos y gasoductos.

En este campo es preciso destacar la dedicación de los técnicos D. Alfonso Ruiz Rubio, en la inspección radiológica, y D. José Ors Martínez, en la inspección por ultrasonidos, cuya línea de actuación fue muy valorada por el sector industrial.

El Departamento de Investigación en Soldadura inicia estudios sobre:

- Soldadura de aceros en fuertes espesores para calderería
- Soldabilidad de aceros para cursos criogénicos
- Comparación de características operatorias y mecánicas entre diferentes tipos de revestimiento de electrodos
- Aplicación de la soldadura semiautomática bajo protección de CO<sub>2</sub>
- Relación entre microestructura y propiedades mecánicas en la soldadura de aceros de alto límite elástico.

Las relaciones del CENIM en el campo de la soldadura con los organismos extranjeros similares se desarrollaron básicamente a través del Instituto Internacional de la Soldadura, del que el Instituto de la Soldadura había sido uno de los socios fundadores. A la desaparición del Instituto de la Soldadura, el CENIM asumió la representación de España en dicho organismo y numerosos investigadores españoles, tanto pertenecientes al Centro como representantes de la industria, figuraron como expertos en diferentes Comisiones Técnicas del organismo internacional. El CENIM llegó a ocupar una de las Vicepresidencias del Instituto Internacional de la Soldadura y fue el organizador de su 45 Asamblea General, que se celebró en Madrid en 1992.

Bajo diferentes modalidades, se publicaron diversos estudios realizados sobre temas relacionados con:

- Las características de los electrodos básicos y de gran rendimiento
- La utilización de la soldadura semiautomática bajo CO<sub>2</sub> con transferencia por cortocircuito
- La soldadura semiautomática con alambres tubulares
- El comportamiento estático y dinámico de transformadores para soldadura.

Dada la importancia del sector naval en las actividades de soldadura, en los años setenta y ochenta, y a propuesta del Consejo Técnico Asesor del CENIM fueron nombrados expertos en construcción naval para dirigir las actividades en soldadura.

También se desarrollaron programas de investigación sobre metalurgia de la soldadura para estudiar el comportamiento frente a la corrosión producida por diversos agentes químicos sobre diferentes tipos de aceros inoxidables, con consideración especial a la disminución del contenido de níquel de los materiales de aporte, sustituyendo como elemento austenitizante el incremento en N<sub>2</sub> del gas de protección.

Con respecto a los procedimientos de soldadura se investigó sobre las características mecánicas y su relación con la microestructura de la zona fundida y de la ZAT (zona afectada térmicamente) de la soldadura por arco sumergido con fuertes espesores y con aportación de material por una sola cara, lo que supuso un gran impacto en la construcción naval al eliminarse el volteo de grandes paneles para posicionado de la soldadura.

En procedimientos especiales de soldeo, se creó una línea de trabajo sobre automatización de procesos mediante el empleo de robots de soldadura.

Partiendo de una serie de trabajos previos relacionados con el comportamiento de los materiales de aportación frente a la propagación de grietas bajo impacto, se iniciaron en el CENIM los estudios sobre mecánica de la fractura aplicados a las uniones soldadas, desarrollándose los ensayos K<sub>IC</sub> y CTOD con entallas practicadas en material de aportación y ZAT, para aceros de alto límite elástico utilizados en plataformas marinas *off-shore*, lo que permitió el ensayo a baja temperatura de probetas CTOD de 800 mm de longitud.

De esta forma se abrió una línea de trabajo sobre el comportamiento de las uniones soldadas frente al crecimiento de grieta y desarrollar sistemas de evaluación de defectos, según las tensiones aplicadas, basados en los parámetros de mecánica de fractura aplicados a uniones soldadas.

En otra aplicación de los estudios sobre mecánica de la fractura se investigó la tenacidad de las uniones soldadas circunferenciales en tuberías de 650 mm de diámetro en aceros tipo X-80 para su aplicación en el transporte de gas natural, determinándose tanto la influencia de la aportación térmica del proceso de soldadura utilizando electrodos de los tipos celulósico y básico con diferentes sistemas multiarco (varios soldadores trabajando simultáneamente) como los parámetros críticos de fractura para obtener los valores de defectos estimados como críticos según los esfuerzos de sollicitación reales considerados en proyecto.

En el campo de la metalurgia de la soldadura se investigó, para aplicaciones estructurales y de calderería de fuerte espesor, la influencia de los contenidos de los microaleantes niobio y vanadio y su comportamiento mecánico de tenacidad frente a los diferentes tratamientos térmicos post-soldadura que pudiesen realizarse, según diferentes códigos de proyecto, estudiando como variables temperatura y tiempo y relacionando propiedades mecánicas con microestructura y la formación y recuento de diferentes precipitados.

En el mismo sentido se investigó la influencia de pequeñas adiciones de molibdeno en aceros de alto límite elástico y su comportamiento frente a procesos de soldadura realizados con alta aportación térmica.

Con respecto a la soldadura de aleaciones ligeras deben destacarse las investigaciones sobre soldadura en aleaciones tipo Al-Mg, Al-Mg-Si y Al-Zn-Mg. Las primeras, para aplicaciones en el sector del transporte ferroviario y la última para el sector de la construcción metálica. En todos los casos, los estudios tanto sobre las relaciones entre propiedades mecánicas y metalúrgicas, según el proceso de soldadura utilizado, como sobre sus posibilidades de envejecimiento térmico y natural permitieron evaluar la posible aparición de defectos con el fin de lograr un mejor conocimiento de su comportamiento en servicio, en relación con su crecimiento bajo condiciones de fatiga, lo que ha permitido una mejora en los diseños estructurales.

El Departamento de Soldadura del CENIM también llevó a cabo una serie de investigaciones encaminadas a conocer las posibilidades de aplicación de la soldadura láser. Recientemente se han realizado estudios sobre la unión de materiales metálicos mediante adhesivos o uniones mixtas mecánico-adhesivas, que complementan, sin ánimo de ser exhaustivos una labor investigadora que tiene a la soldadura como su principal exponente.

En este breve resumen de la actividad desarrollada en el CENIM en el campo de la soldadura debe mencionarse la gran cantidad y variedad de trabajos de apoyo tecnológico, que a solicitud de la industria o a petición de autoridades judiciales han sido desarrollados. Es fácil prever que desde el diseño estructural hasta el control final y el comportamiento en servicio posterior, sectores industriales dinámicos relacionados con la soldadura pueden demandar estudios específicos, tanto en asesoramiento como en dictámenes técnicos. Por la confidencialidad de los mismos dejaremos sin particularizar este tipo de trabajos.

La Enseñanza, impartida por expertos en soldadura a diferentes niveles, tanto en el propio CSIC como a solicitud de los sectores industrial o académico, constituye un tema al que el CENIM ha dedicado y dedica una acción preferente. Desde cursos impartidos para el perfeccionamiento de soldados, de diferentes procesos y materiales o para la formación de inspectores en construcciones soldadas, mandos intermedios, supervisores, especialistas y técnicos superiores, la labor de desarrollo y extensión de la soldadura es una actividad que el CENIM considera de especial importancia.

Para terminar, deseamos expresar nuestro agradecimiento a todos los que en el transcurso de los años han contribuido al perfeccionamiento de la soldadura y sus técnicas conexas.

**CORROSIÓN Y PROTECCIÓN DE MATERIALES METÁLICOS**

J. J. DE DAMBORENEA GONZÁLEZ

Desde 1996, el Departamento de Corrosión y Protección del CENIM ha venido articulando su actividad investigadora en dos grupos con orientaciones diferentes, pero con líneas troncales: Corrosión y Protección de Materiales Metálicos en Ambientes Agresivos (COPROMAT) y Metodologías Analíticas.

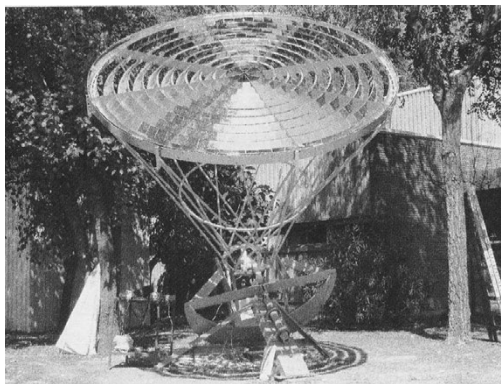
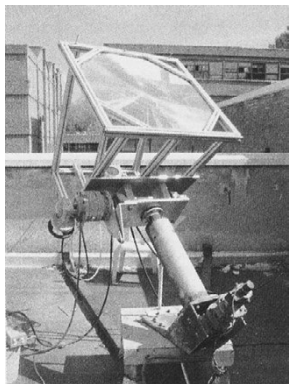
Las líneas de investigación fundamentales seguidas por el grupo COPROMAT se comienzan a fraguar en el seno del Departamento de Corrosión y Protección durante los años 80. Junto a las líneas desarrolladas en dicho departamento, centradas principalmente en la realización de estudios básicos de los fenómenos de corrosión mediante la aplicación de las técnicas electroquímicas, se comienzan a explorar nuevos métodos de protección frente a la corrosión basados en la modificación superficial.

Dado que los procesos de corrosión son fenómenos de superficie, la aplicación de técnicas de modificación superficial parece una herramienta óptima para mejorar la resistencia de metales y aleaciones frente a la corrosión. Por ello, inicialmente, se planteó la utilización de láseres de alta potencia para producir cambios microestructurales y de composición en aleaciones metálicas de bajo costo con el fin de aumentar sus propiedades de resistencia tanto en medios acuosos (corrosión electroquímica) como a alta temperatura (también conocida como oxidación).

En esta línea de investigación, se iniciaron los contactos con el Imperial College London, que continuaron años después con otras técnicas de modificación superficial, como la implantación iónica y el láser. En este período, el Grupo realizó las primeras publicaciones importantes en la temática mencionada, entre las que cabe destacar el trabajo titulado *Elimination of intergranular corrosion susceptibility of a sensitized 304 stainless steel by subsequent laser surface treatment*, J.J. de Damborenea, A.J. Vázquez, J.A. González y D.R.F. West [*Surface Engineering* 5(3), 1989: 235-238]. Además, también en los años 80, se elaboraron los primeros proyectos que financiaron la investigación sobre la utilización del láser y la energía solar para la modificación superficial de materiales: *Obtención de nuevos materiales metálicos preparados por aleación superficial mediante láseres de alta potencia* (Plan Nacional de I+D, MAT88-0144), realizado en colaboración con la Asociación de la Industria Navarra (AIN) y con el Centro Tecnológico de Navarra S.A. (CETENASA). Posteriormente, se elaboró un segundo proyecto, también incluido en el Plan Nacional de I+D, titulado *Obtención de capas duras y resistentes a la corrosión mediante láser y lámpara de descarga* (MAT93-0630-C02-01, 1993-1996). La financiación conseguida permitió asentar estas dos líneas de investigación en el Grupo, cuyo desarrollo se ha realizado de forma estable en años posteriores.

Paralelamente, los investigadores del Departamento entran a formar parte de un proyecto europeo de Acceso a Grandes Instalaciones para la utilización de la energía solar concentrada en el tratamiento de materiales. Surge así, de forma pionera en España y puntera a nivel mundial, la utili-

zación de la energía solar como método de modificación superficial. Primero se demostró su capacidad para realizar tratamientos térmicos y, más adelante, la posibilidad de su utilización como alternativa económica para la obtención de diferentes tratamientos superficiales entre los que se incluyen la formación de capas nitruradas y la obtención de recubrimientos. Uno de los primeros trabajos publicados en este campo de investigación es el aparecido en el año 1991 en la revista *Solar Energy Materials, Surface treatment of steels by solar energy*, firmado por los investigadores A.J. Vázquez, G.P. Rodríguez y J.J. de Damborenea [*Solar Energy Materials*, 24 (1991): 751-759].



Instalaciones solares en el CENIM. Izq., lente. Dcha., doble reflector de Fresnel.

De forma natural, los investigadores e investigadoras del Grupo han incorporado otras técnicas para la mejora de las propiedades anticorrosivas, como la implantación iónica o los recubrimientos obtenidos mediante técnicas de fase vapor (PVD principalmente). Estos nuevos estudios han dado lugar a numerosas colaboraciones con empresas, centros tecnológicos y universidades tanto europeas como españolas. Uno de los trabajos más recientes y de mayor repercusión mediática ha sido el titulado *Electrochemical stripping of hard ceramic coatings*, A. B. Cristóbal, A. Conde, J. Housden, T. Tate, R. Rodríguez, F. Montalá, y J. J. de Damborenea [*Thin Solid Films*, 484 (2005): 238-244] en el que se estudia la eliminación de los recubrimientos duros de CrN, lo que posibilita la recuperación de herramientas de alto valor añadido.

La obtención de superficies duras, resistentes al desgaste y a la corrosión, hizo que el Grupo empezara a investigar la sinergia entre los aspectos mecánicos de la degradación de materiales (el desgaste) y su comportamiento en medios agresivos, lo que en la literatura se conoce como tribo corrosión. Estos aspectos no habían sido tratados, hasta entonces, por ningún otro grupo de investigación [*Corrosion-erosion of TiN-PVD coatings in collagen and cellulose meat casing*, J. J. de Damborenea, C. Navas, J. A. García, M. A. Arenas y A. Conde (*Surface and Coatings Technology*, 201 (2007): 5751-5757)].



A finales de los 90, el Grupo entra en contacto con la industria aeroespacial a través de diferentes proyectos de investigación financiados dentro de los sucesivos programas marco de la Unión Europea. Esto supone una revitalización de las actividades realizadas hasta esa fecha, además de la incorporación de nuevas líneas de investigación. Más concretamente, los estudios sobre corrosión y protección de aleaciones ligeras de base aluminio. En este campo, el Grupo ha desarrollado una intensa actividad en la caracterización de los mecanismos de corrosión de aleaciones de aluminio de las series 2XXX, 5XXX, 7XXX y 8XXX en diferentes medios agresivos, empleando técnicas electroquímicas, como la espectroscopía de impedancia electroquímica o el ruido electroquímico. Del mismo modo, se han caracterizado los fenómenos de corrosión bajo tensión en este tipo de aleaciones, proponiéndose modelos que permiten explicar cómo se produce este tipo de roturas en materiales con una alta direccionalidad de grano [*Stress corrosion cracking behaviour of 8090 Al-Li alloy at 313K: The effect of grain structure*, A. Conde y J. J. de Damborenea [*Corrosion Science*, 41 (1999): 1079-1088].

Pero, además, la necesidad de proteger las estructuras aeronáuticas, en consonancia con las nuevas directrices medioambientales europeas, ha constituido otro importante eje de actividad del Grupo. Sus estudios sobre inhibidores de corrosión y capas de conversión ambientalmente aceptables han dado lugar a excelentes publicaciones y han despertado un gran interés dentro del sector aeronáutico. Igualmente, la aplicación de recubrimientos por el método sol-gel ha proporcionado resultados esperanzadores [*Polymeric sol-gel coatings as protective layers of aluminium alloys*, A. Conde, A. Durán y J. J. de Damborenea (*Progress in Organic Coatings*, 46 (2003): 288-296)]. Y, por supuesto, la necesidad de contar con alternativas no contaminantes ha impulsado los estudios centrados en el desarrollo de nuevos métodos de anodización basados en mezclas de ácidos orgánico/inorgánico, así como en la importancia de las capas de enriquecimiento generadas durante las etapas de limpieza y preparación superficial previas. Estos estudios han permitido al grupo acercarse a técnicas no habituales en los estudios de corrosión, como el MEIS o el RBS. [*Influence of pre-treatments in cerium conversion treatment of AA2024-T3 and 7075-T6 alloys*, A. de Frutos, M. A. Arenas, P. Skeldon, Y. Liu, J.J. de Damborenea y A. Conde (*Surface and Coatings Technology*, 202 (2008): 3797-3807)].

¿Y el futuro? El dinamismo, la capacidad de adaptación, las relaciones establecidas con diferentes grupos y las ansias de conocimiento del Grupo hacen prever un futuro esperanzador en el que se plantean nuevos retos relacionados con los materiales para la salud y para el trabajo en condiciones extremas. Esta investigación se pretende continuar con la financiación de proyectos actualmente en curso como el denominado CENIT, todavía vigente, *Avances en recubrimientos tecnológicos para aplicaciones decorativas (ART-DECO)*, y con la solicitada recientemente al programa CONSOLIDER-INGENIO 2010: *Funcionalización superficial de materiales para aplicaciones de alto valor añadido*, y en la convocatoria de Proyectos Científico-Tecnológicos Singulares y de Carácter Estratégico titulada *Aumento del valor añadido en componentes de automoción mediante la integración de funcionalidades obtenida de la interconexión de procesos innovadores (IntegrAuto)*.

## **DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y FUNDICIÓN DEL CENIM. NACIMIENTO Y EVOLUCIÓN**

C. GARCÍA DE ANDRÉS

Desde su ubicación en la Ciudad Universitaria en 1959, los Departamentos del Instituto del Hierro y del Acero (IHA) no estuvieron estructurados por campos o líneas de investigación consideradas a nivel temático, sino por el tipo de actividad que se desarrollaba en ellos. Así, en el organigrama del IHA correspondiente a ese año, se muestra que este Instituto estaba dividido en los departamentos de Información Técnica, Investigación Básica y Aplicaciones e Investigación Industrial. Desde un punto de vista genérico, las investigaciones sobre el hierro y el acero, así como su procesado, estaban asignadas tanto al Departamento de Investigación Básica y Aplicaciones, donde se enmarcaban los temas de investigación científico tecnológica, como al de Investigación Industrial, cuyas actividades estaban específicamente dirigidas a las aplicaciones puramente industriales.

Es indudable que el proyecto de fusión de los tres Institutos, el del Hierro y del Acero, el de Soldadura y el de Metales no Férreos, exigía establecer una profunda reestructuración en la organización funcional del nuevo centro que se formaba a partir de ellos. De esta forma, el organigrama con el que nació en 1963 este nuevo centro, el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM), recogía ya una estructura de investigación departamental, claramente temática, en la que nacía el entonces denominado Departamento de Procesos y Fundición, que recogía todo lo relacionado con la investigación del hierro y del acero.

En este punto es importante señalar que en 1964 se inició la construcción del edificio que se destinaría al Departamento de Procesos y Fundición, cuya finalización se demoró hasta principios de 1966. El primer Jefe de este Departamento fue el Prof. M.P. de Andrés Sanz.

En los primeros quince años (1963-1979) de existencia del Departamento, las actividades de investigación que se realizaban en el campo del hierro, del acero y de sus procesos de transformación y conformación se centraron en los siguientes temas:

- Estudios de caracterización, propiedades y aplicaciones de las arenas y tierras de moldeo españolas y de sus componentes. Caracterización de propiedades de arenas tipo.
- Procesos de refusión y afino de aceros bajo electroescoria. Estudio de los parámetros eléctricos implicados en el proceso. Sistemas de escorias.
- Estudio y modelización de los procesos de solidificación de aceros en moldes de arena. Tratamientos térmicos, transformaciones de fase, caracterización microestructural y propiedades físico-mecánicas de aceros moldeados C-Mn y Cr-Mo.
- Caracterización metalúrgica de materiales tratados y procesados por láser.

- Aceros microaleados. Procesos termomecánicos.
- Nuevos aceros de sustitución de gran resistencia con volframio.
- Estudios metalúrgicos de los defectos de forja.
- Procesos de fusión y solidificación de piezas inyectadas de aleaciones de zinc. Estudios de refino de matas de zinc. Fundición a presión del zinc y sus aleaciones.
- Estudios de fases e inclusiones en aleaciones de aluminio. Embutición de chapa de aluminio.
- Estudios sobre galvanización. Efectos de la adición de aleantes al baño metálico. Influencia de los tratamientos térmicos sobre el comportamiento de los aceros galvanizados.
- Estudios sobre el proceso de fusión y solidificación de fundiciones de hierro. Procesos de inoculación en fundición nodular.

La entrada en vigor del Reglamento Orgánico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, promulgado por el Real Decreto 3450/1977, obligó a realizar un profundo y largo proceso de reestructuración que finalizó en septiembre de 1979 con una división de la actividad de investigación en las tres siguientes Unidades Estructurales de Investigación (UEI), que pasaron a sustituir a los anteriores departamentos:

- La UEI de Metalurgia Extractiva, dirigida por Fermín Juan Asensio Gonzalo,
- La UEI de Metalurgia de Transformación y Soldadura, dirigida por Alfonso Ruiz Rubio, y
- La UEI de Ciencia y Técnica de los Materiales y de Corrosión, dirigida por Ramón Suárez Acosta.

Dentro de esta nueva estructura, la investigación sobre el hierro y el acero se realizaba en el seno de la UEI de Metalurgia de Transformación y Soldadura.

Después de la puesta en marcha de la estructura nacida de la aplicación en el CENIM del Reglamento Orgánico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, tras un largo período de debates internos en el Centro, en diciembre de 1982, se aprobó la creación de las siete Unidades Estructurales siguientes, cuyos jefes se indican a continuación:

UEI de Química Metalúrgica,  
– Ramón Suárez Acosta

UEI de Metalurgia Física,  
– Francisco Muñoz del Corral

UEI de Corrosión y Protección,  
– Sebastián Feliu Matas

UEI de Metalurgia Extractiva no Férrea,  
– José Luis Limpo Gil

UEI de Siderurgia,  
– Antonio Formoso Prego

UEI Procesos de Transformación y Fundición,  
– José Ruiz Fernández

UEI Soldadura,  
– Juan Fernández de Palencia

En este nuevo organigrama del Centro, surgido de la anteriormente citada remodelación, las labores de investigación sobre el hierro y el acero se separaron de las que se ocupaban de la soldadura y se integró en una Unidad Estructural con una denominación similar a la original (Procesos y Fundición), pero ampliada (Procesos de Transformación y Fundición). Denominación esta que se conservará hasta su definitiva desaparición en 1994.

En 1986 se produjo un hecho de gran trascendencia para la investigación en el CENIM: la incorporación de España a la entonces denominada Comunidad Económica Europea. Esta incorporación tuvo un claro reflejo en la aprobación de los proyectos de investigación incluidos en el Programa CECA, que colocó al CENIM en la vanguardia de los centros de investigación españoles que obtuvieron financiación por parte de la CEE. Otro hecho de gran trascendencia en ese momento fue la promulgación de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, que cambiaría el marco nacional en el que se encuadraba la actividad de investigación científica.

La estructura de la investigación sobre el hierro y el acero en el CENIM permaneció inalterada hasta finales de 1986, fecha en la que, para cumplir lo que establecía el Reglamento del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se renovaron tanto las jefaturas de las UEI como la Dirección del Centro. Desde finales de 1986 hasta mayo de 1994, el nuevo jefe de la UEI de Procesos de Transformación y Fundición fue D. Carlos García de Andrés.

Desde 1980 hasta su desaparición en 1994, las investigaciones que se realizaban en la UEI de Procesos de Transformación y Fundición se centraron fundamentalmente en los siguientes temas:

- Empleo del ordenador para la selección de aceros de temple y revenido y para el control de las curvas de cementación.
- Estudios de aceros microaleados para automóvil. Influencia de los elementos microaleantes V y Ti y análisis y optimización de los procesos térmicos y termomecánicos.
- Estudio de los aglutinantes arcillosos y bentonitas para arenas de moldeo.

- Empleo de las teorías de difusión en sólidos al estudio de los tratamientos térmicos de aceros.
- Optimización de los tratamientos térmicos de aceros inoxidables martensíticos.
- Materiales compuestos de base metálica reforzados con fibra de carbono.
- Estudios sobre las transformaciones de fase en estado sólido de aceros de baja y media aleación.
- Estudios metalúrgicos de aceros de altas prestaciones. Aceros microaleados de tercera generación. Estructuras bainíticas.
- Modelización de la laminación en caliente. Evolución microestructural de la austenita en aceros C-Mn, C-Si, C-Mo y microaleados Nb, Ti y V.
- Estudio de las condiciones termodinámicas en la fabricación de aceros microaleados por el proceso ESR.
- Modelo matemático de la carbonitruración.
- Tratamientos superficiales por láser. Temple y fusión superficial.

En 1979, la investigación relacionada con la galvanización, que siempre se habían realizado en la UEI de Procesos de Transformación y Fundición, pasaron a formar parte de la UEI de Corrosión y Protección.

Asimismo, durante los primeros años del decenio de los años noventa, las investigaciones sobre fundición de hierro y sobre arenas de moldeo disminuyen considerablemente su actividad debido al cambio de destino de puestos de trabajo y a la jubilación de los responsables de estas líneas.

En 1994, desaparece definitivamente la UEI de Procesos de Transformación y Fundición. Los grupos de investigación dedicados a la investigación científico-tecnológica sobre el acero y el grupo de materiales compuestos base metálica, núcleos fundamentales de trabajo que quedaban en esa UEI, pasaron a formar parte del nuevo Departamento de Metalurgia Física.

## LA METALURGIA FÍSICA EN EL CENIM

A. GARCÍA ESCORIAL

### Antecedentes

En el siglo XVIII se empieza a aplicar en Europa el «Método científico» para establecer las leyes que rigen la Naturaleza. Este método está basado en la observación y la cuantificación de los fenómenos naturales, el establecimiento de una regla matemática que relacione las variables medidas y la búsqueda de un principio desde el cual la regla experimental resulte evidente.

Como Miguel Catalán<sup>1</sup> afirma: «Hasta comenzar el siglo 18, sólo se conocían 14 elementos químicos, que fueron encontrados de modo casi fortuito; pero, a partir de esa fecha, los trabajos se realizaron de un modo tan sistemático que la lista engrosó rápidamente descubriéndose 11 elementos nuevos a lo largo de ese siglo. Y a España, que por esta vez no se halló alejada de las tareas internacionales científicas, le cupo la gloria de descubrir tres elementos químicos: el platino, que descubrió Antonio de Ulloa en 1748, el wolframio, que en 1783 aislaron los hermanos Juan José y Fausto Elhuyar, y si añadimos el vanadio, que Andrés del Río descubrió en 1801, podríamos decir que, en aquel periodo, de doce elementos nuevos una cuarta parte se debió al ingenio español. Estos descubrimientos, junto a las aportaciones de científicos extranjeros que enseñaron y trabajaron en España, como Proust, en la Academia de Artillería de Segovia, y Chabaneau, fueron una consecuencia del gran empuje que en España se dio en aquel tiempo a los estudios científicos».<sup>2</sup>

Además, este interés por la química de los ilustrados españoles se explica por constituir esta disciplina un auxiliar poderoso de la naciente metalurgia en un país muy rico en recursos minerales como es España.

Posteriormente, el apasionante siglo XIX español nos mantuvo alejados de las tareas científicas.

En 1907 se crea la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) bajo la Presidencia de Santiago Ramón y Cajal, uno de los más grandes científicos de todos los tiempos. Este nuevo empuje de la ciencia española posibilitó la aparición de científicos de la talla de Blas Cabrera y Miguel Catalán.

En 1939 se funda el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que hereda tanto las instalaciones como todo el material de la JAE, aunque la integración fue poco amable. La Ley Fundacional del CSIC recogía «la voluntad de renovar la gloriosa tradición científica española asentándola sobre la clásica y cristiana unidad de las ciencias destruida en el siglo XVIII».

---

<sup>1</sup> Miguel Antonio Catalán Sañudo (Zaragoza, 1894-1957) se dedicó al estudio de la espectroscopia. Descubrió los multiplotos en 1921, lo que constituyó un paso importante en el nacimiento de la Mecánica Cuántica. Como reconocimiento a su labor, la Unión Astronómica Internacional dio su nombre a uno de los cráteres de la Luna.

<sup>2</sup> José Manuel Sánchez Ron, *Miguel Catalán. Su obra y su mundo*. ISBN: 84-00-07418-1. 550 págs. Col. Estudios sobre la Ciencia. Fundación Ramón Menéndez Pidal. CSIC. 1994.

En 1940 se crea el Patronato Juan de la Cierva y Codorníu de Investigación Técnico-Industrial que agrupaba a los Institutos y Laboratorios establecidos para fomentar el desarrollo de la industria nacional.

En 1946-1947 se fundan el Instituto de la Soldadura y el Instituto del Hierro y del Acero dentro del Patronato Juan de la Cierva, con el objetivo de asesorar a la incipiente industria metalúrgica española, en plena posguerra europea, época de penuria económica y aislamiento, en el que había que acometer la industrialización de España.

En 1957 se crea el Departamento de Metales no Férreos dependiente del Patronato Juan de la Cierva. Entonces, la situación en España era mucho más abierta, ya estábamos en la ONU, se había firmado el Pacto de Madrid con los Estados Unidos y acababan de ser nombrados ministros los primeros «tecnócratas». En este ambiente, el principal objetivo del nuevo Departamento era la ayuda a las industrias del sector, especialmente plomo, cinc y aluminio, e incluía labores normativas, informes técnicos, traducciones de artículos relevantes de la literatura y resúmenes de trabajos realizados en el área. Simultáneamente, el Departamento de Metales no Férreos tenía también como objetivo abordar con un criterio científico el estudio de los metales y sus aleaciones. Así, por iniciativa de D. Manuel Lora Tamayo, Secretario General del Patronato Juan de la Cierva, el personal investigador que formó el nuevo Departamento disfrutó de una amplia política de becas en el extranjero, principalmente a Estados Unidos, Inglaterra y Alemania, y además se impartió un Curso de Introducción a la Investigación Metalúrgica, que fue desarrollado por el Battelle Memorial Institute, de Columbus (Ohio, EE. UU.).

En 1962, el Departamento pasa a denominarse Instituto de Metales no Férreos, y en 1963 pasó a formar parte del CENIM junto con el Instituto del Hierro y del Acero y el Instituto de la Soldadura.

Desde el momento de su creación, el Departamento de Metales no Férreos incluyó en su organigrama la Sección de Metalurgia Física, disciplina cuyo objetivo es el estudio y desarrollo con criterios físicos de materiales metálicos estructurales, con especial atención a la relación entre microestructura y propiedades mecánicas. Pero dejemos que sea uno de los testigos de esa primera época, Marcelino Torralba Díaz, el que nos cuente cómo era la Sección del Departamento de Metales no Férreos: «En 1960, entre los Centros dependientes del Patronato Juan de la Cierva se encontraba el Departamento de Metales no Férreos (que poco después pasó a ser Instituto). Su Director era José María Sistiaga Aguirre. Una de las Secciones del Departamento era la Sección de Metalurgia Física, cuyo Jefe era Joaquín Hernández Marín a quien acompañaba Juan José Regidor Arribas. Posteriormente entré yo, aparte de otros, por ejemplo, Rivoir. En ella preparamos nuestras tesis, tanto Regidor como yo, empleando fundamentalmente una máquina de tracción construida en nuestro taller por Lendínez y Torrubiano y un equipo de difracción de rayos X Philips 1008 recién adquirido, utilizando técnicas metalográficas de las que la Sección estaba bien equipada».

Entonces, las principales líneas de investigación en metalurgia física eran: la recristalización de metales no férreos (cobre, cinc) deformados en frío; el estudio de las propiedades mecánicas de aleaciones comerciales de plomo, de metales de transición de red cúbica y de materiales anodizados y oxidados; las transformaciones martensíticas en bronce de aluminio; y los defectos puntuales en aluminio. En estas investigaciones se simultaneaban las aplicaciones concretas con estudios fundamentales, con un ritmo de una publicación al año entre los dos o tres investigadores que constituían el grupo.

En 1965, ya en el CENIM, Regidor presentó su tesis, titulada *Propiedades de tracción de niobio policristalino* dirigida por J. Hernáez. Un año más tarde, en 1966, Torralba presentaba la suya, *La influencia de pequeñas adiciones de mercurio sobre la recristalización del plomo*, cuyo director había sido Sistiaga. En 1965, ambos fueron becados para ampliar estudios en Alemania, Regidor a Stuttgart, con el Prof. Gerold, y Torralba a Clausthal, con el Prof. Wassermann. Tras presentar su tesis, Torralba prolongó su estancia en Alemania, con una beca de la Max Planck Gesellschaft.

Una charla del Prof. Wassermann sobre microscopía electrónica de barrido y microsonda causó una profunda impresión a Torralba e influyó en la línea de trabajo posterior adoptada por su grupo. A su vuelta, su actividad se vio dirigida por tres ideas básicas que había madurado en Alemania: la importancia del desarrollo de nuevos materiales, la formación de nuevo personal investigador y la necesidad de disponer de un laboratorio equipado con técnicas capaces de establecer las propiedades de estos materiales y su microestructura, para poder relacionarlas entre sí.

A su regreso al CENIM, y en colaboración con Regidor, Torralba centró sus esfuerzos en la adquisición de equipos y en la formación de nuevo personal. Fruto de ello fueron el microscopio electrónico de barrido equipado con microsonda, el difractómetro de rayos X equipado con goniómetro de texturas y una máquina Instron de ensayos de tracción. Este equipamiento permitió, en la década de los 70, además, realizar numerosos estudios para la industria y otros departamentos del CENIM, para los cuales estas técnicas son ahora completamente imprescindibles. Posteriormente, en la década de los 80, se acometió el estudio de nuevos materiales, como los solidificados rápidamente, que nos permitió ser pioneros en la participación en proyectos del Programa Marco de la Unión Europea en 1987 y pioneros también en coordinarlos en 1997. En 1992, la unión con el Departamento de Fundición, con un potente grupo en el campo de los aceros creado por Miguel Pedro de Andrés Sanz, fortaleció notablemente la metalurgia física.

Actualmente, el Departamento de Metalurgia Física está constituido por siete Grupos, cuyas principales líneas de investigación son:

- Desarrollo de nuevas aleaciones ligeras cristalinas, nanocristalinas y amorfas
- Materiales compuestos de matriz metálica
- Diseño y desarrollo de aceros avanzados



- Recristalización, precipitación y tratamientos termomecánicos
- Intermetálicos y superaleaciones para aplicaciones a alta temperatura
- Desarrollo de biomateriales metálicos.

En 2008, el de Metalurgia Física es un potente Departamento en el campo de los nuevos materiales metálicos, con 27 investigadores, con una media de edad en torno a los 45 años, abierto, con científicos procedentes de otros centros de investigación nacionales e internacionales, y una considerable producción que se resume en dos publicaciones por investigador y año. En una etapa de globalización muy distinta de la época de ostracismo que vio nacer al Instituto del Hierro y del Acero, su plantilla joven y dinámica será capaz de afrontar el reto de contribuir como Agencia CSIC del Ministerio de Ciencia e Innovación a la transformación del país en una sociedad de conocimiento. Como ejemplo, baste decir que nuestros jóvenes investigadores son solicitados por los ingenieros de la Toyota japonesa atraídos por los resultados de su investigación. Junto con ello, la solidez científica queda de manifiesto en los seis artículos aparecidos en 2007 en *Acta Materialia*, una de las revistas más importantes de nuestro campo:

«Atomic scale observations of bainite transformation in a high carbon high silicon steel». F.G. Caballero, M.K. Miller, S.S. Babu y C. García Mateo, *Acta Mater*, 55 (2007): 381.

«Separate contributions of texture and grain size on the creep mechanisms in a fine-grained magnesium alloy». J.A. del Valle y O.A. Ruano. *Acta Mater*, 55 (2007): 455.

«The dependence of the Eshelby model predictions on the microstructure of metal matrix composites». G. Bruno y R. Fernández. *Acta Mater*, 55 (2007): 1267.

«Contribution of microstructural parameters to strengthening in an ultrafine-grained Al-7%Si alloy processed by severe deformation». I. Gutiérrez-Urrutia, M.A. Muñoz-Morris y D.G. Morris. *Acta Mater*, 55 (2007): 1319.

«A comparison of annealing behavior between cold and warm rolled ELC steels by thermoelectric power measurements». J.P. Ferrer, T. de Cock, C. Capdevila, F.G. Caballero y C. García de Andrés. *Acta Mater*, 55 (2007): 2075.

«Load transfer in short fiber metal matrix composites». G. Garcés, G. Bruno y A. Wanner. *Acta Mater*, 55 (2007): 5389.

Agradezco a la Dirección del CENIM su invitación para escribir esta reseña y la oportunidad que me da para homenajear, en nombre de los investigadores del Departamento de Metalurgia Física, la labor de nuestros predecesores por su contribución a esta gran obra de arte colectiva que es el conocimiento científico, y especialmente a Marcelino Torralba por sus afanes y desvelos, que han posibilitado la creación de un potente Grupo de Investigación, abierto, moderno, dinámico y competitivo. También quiero expresar mi agradecimiento a los jóvenes investigadores que están contribuyendo tan magníficamente a continuar esta tarea.

## SÍNTESIS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN EL CAMPO DE LA QUÍMICA ANALÍTICA

### A. GÓMEZ COEDO

En el año 1950, en el seno del Instituto del Hierro y del Acero, se creó la Comisión de Unificación de Métodos de Análisis Químicos. Fruto de la labor realizada por esta Comisión fueron las partes I y II de los *Métodos de Análisis Químicos Unificados*, publicados en 1950 y 1951, y que establecen la unificación de los diversos métodos de análisis empleados en las determinaciones referentes a hierro, acero, fundiciones y ferroaleaciones, por los distintos laboratorios siderúrgicos nacionales. Posteriormente, en 1955, se publicó la III parte, dedicada a minerales y escorias.

En lo referente a los aceros al carbono y a las fundiciones, y aplicando los Métodos Unificados, se prepararon y analizaron una amplia serie de Muestras Patrón del Instituto del Hierro y del Acero, presentadas en forma de viruta, que han sido utilizadas por los distintos laboratorios siderúrgicos nacionales, con el fin de obtener resultados fiables y comparativos. Con la creación del CENIM, en 1964, se integraron los laboratorios del Instituto del Hierro y del Acero y los del Instituto de Metales no Férreos. El resultado fue el nuevo Grupo de Análisis Químico Metalúrgico.

Los objetivos científicos perseguidos por el mencionado Grupo han estado siempre centrados en el estudio y desarrollo de nuevas metodologías y técnicas analíticas para la caracterización de los variados materiales involucrados en los procesos metalúrgicos, desde las materias primas hasta los productos finales. En todo momento, el fin perseguido por el Grupo ha consistido tanto en la mejora de los métodos disponibles, en cuanto a precisión, exactitud, rapidez y simplicidad, como en el desarrollo de nuevas metodologías basadas en las técnicas de vanguardia. Estos objetivos estaban claramente marcados y respaldados por el Patronato Juan de la Cierva, organismo superior del cual dependía directamente el CENIM.

En aquellos años, la industria del sector era deficitaria tanto en laboratorios de análisis químico como en metodologías y procedimientos analíticos actualizados. Al objeto de colaborar en su desarrollo, la labor del Grupo continuó con la elaboración de métodos analíticos con sistemáticas unificadas para el análisis de diversos productos metalúrgicos, introduciendo métodos basados en técnicas instrumentales (espectrometría de absorción molecular, espectrometría de absorción atómica de llama y electrotérmica, espectrometría de emisión de lectura directa de chispa, espectrometría de emisión de plasma, fluorescencia de rayos X de dispersión de longitudes de onda y de energías...).

La aplicación de estas técnicas al desarrollo de métodos encaminados a la resolución de problemas reales, a la normalización analítica y a la divulgación de los logros alcanzados, mediante publicaciones, conferencias, ponencias o cursos, ha sido el fin último de dicha labor. Los objetivos se han ido acondicionando en cada momento, tanto en función de los avances científicos y tecnológicos (empleo de nuevos materiales con mayor

impacto e interés industrial, control de nuevos elementos y en diferentes niveles) como en función de las nuevas tecnologías analíticas (desarrollo de las posibilidades de las técnicas emergentes).

Uno de los primeros logros fue la creación, en 1967, de las Comisiones de Análisis Químicos, de ámbito nacional, en las que participaban la mayoría de los laboratorios analíticos del país. Los trabajos realizados por el Grupo de Laboratorios Siderúrgicos de esta Comisión permitieron la preparación y disponibilidad de una serie de materiales de referencia relativos tanto a aceros al carbono, como a aceros de alta y media aleación, en forma de discos aptos para el análisis instrumental directo de muestras sólidas. Dichos materiales permitieron a los laboratorios del sector calibrar sus equipos de espectrometría de chispa y de fluorescencia de rayos X, y verificar los métodos aplicados.

Aportaciones de interés de esta época fueron los estudios y metodologías difundidos utilizando las páginas de *Revista de Metalurgia*, y especialmente las siete monografías publicadas, incluidas en la serie: *Manuales y Especificaciones del CENIM*. Una de las siete estaba dedicada al análisis de aceros; dos, al de aluminio; otros dos al análisis de cobres y sus aleaciones, uno al análisis de cinc y una recopilación de los métodos desarrollados mediante absorción atómica para el análisis de metales y minerales. Todos estos trabajos se divulgaron en las publicaciones del CENIM por tener éstas una gran difusión en la industria del sector, lo cual permitía cubrir nuestro objetivo fundamental de apoyo al desarrollo tecnológico nacional.

Fue, sin duda, relevante la aportación al desarrollo de la técnica de absorción atómica. En 1964, se dispuso del primer equipo de absorción atómica que se instaló en nuestro país en un laboratorio de investigación metalúrgico, lo que permitió realizar toda una serie de nuevos estudios (plasmados tanto en publicaciones como en conferencias y comunicaciones presentadas en congresos y reuniones). Sobre la base de todos estos trabajos, se colaboró estrechamente con la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), elaborando, tanto en lo referente a los ensayos necesarios como en la redacción de las mismas, muchas de las normas UNE actualmente existentes en el campo analítico metalúrgico.

Así mismo, se enviaron, a distintos Subcomités de Análisis de la International Standards Organization (ISO), determinados documentos que fueron tomados en consideración para la elaboración de las correspondientes normas de dicho organismo.

En 1974, la importancia de la labor realizada a escala internacional, mereció el reconocimiento de la Organización Central de la ISO, que propuso para nuestro Grupo la titularidad del Secretariado del Subcomité Analítico del Aluminio y del Magnesio (ISO/TC79/SC 1).

A partir de ese año y hasta 1980, fecha en la que por razones de organización interna del CENIM hubo de ser suspendida dicha colaboración, el número de documentos elaborados, estudiados y coordinados ha sido del orden de doscientos y siete el número de normas transformadas en definitivas ISO. Así mismo, se organizaron, presidieron y moderaron dos reuniones internacionales al respecto, que se celebraron una en Madrid (1977) y otra en Budapest (1979).

Otro de los campos sobre el que se han centrado los estudios es el de los metales de alta pureza (99,999 %), debido a la dificultad que presenta su control analítico (en función de la necesidad de determinar con alto grado de precisión y exactitud todas las impurezas existentes, para poder así establecer la riqueza de los mismos). Los estudios realizados sobre los aluminios y los plomos, mediante métodos de absorción atómica con procedimientos de separaciones, extracciones y enriquecimientos previos, permiten alcanzar la correcta determinación de dichas impurezas en los niveles de las ppm. En este terreno, se han creado también grupos de trabajo especializados dentro de los correspondientes Subcomités de la ISO y del European Lead Development Committee (ELDC)

A mediados de la década de los 70 aparece una nueva técnica analítica, con perspectivas muy prometedoras para el campo de los materiales metálicos. Se trata de la técnica de espectrometría de emisión con fuente de plasma acoplado por inducción (ICP). Conscientes desde un principio de las grandes posibilidades de esta nueva técnica analítica y de las aportaciones que podía proporcionar, el Grupo se centró en su desarrollo.

En 1978 se dispuso del primer equipo de estas características instalado en nuestro país en un laboratorio de investigación. Debido a la laguna existente en lo referente a conceptos y principios básicos de la técnica, se dieron numerosas conferencias sobre el tema y se impartieron cursos y seminarios; así mismo, se han realizado numerosas publicaciones relativas a aplicaciones concretas. Durante este período, han sido numerosísimos los trabajos realizados para la industria del sector, con la que se ha mantenido una colaboración continua.

A partir de 1979, después de la desaparición del Patronato Juan de la Cierva y con la nueva organización de programación de la investigación científica del CSIC, el Grupo ha participado en diversos programas de investigación (en unos, como Grupo independiente y en otros, colaborando en las correspondientes partes analíticas).

En 1988, el Grupo se integró en los proyectos de la Unión Europea, dentro del Comité Analítico de la DG XII de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA), en la que el análisis químico se contempla como área temática independiente. Se coordinó un primer proyecto entre la Siderúrgica Nacional de Portugal y el CENIM y se participó en diversos otros.

Como consecuencia de esta actividad, en 1990, el Comité Analítico de la CECA, y a propuesta de la DG XII de la CECA, otorgó al Grupo la Presidencia del Comité Ejecutivo E.2. Análisis Químico. Al amparo de dicho cargo se han organizado y moderado las más de 25 reuniones de expertos y beneficiarios que, desde entonces han tenido lugar en distintas ciudades europeas. Así mismo, se han elaborado los correspondientes informes anuales del Comité que se han presentado ante la Unión Europea con los resúmenes de los logros obtenidos y las orientaciones futuras del Comité.

A partir de 1992 y con la nueva reestructuración del CENIM, desapareció la Unidad de Investigación de Química Metalúrgica, quedando la parte del Grupo analítico encargada de nuevos desarrollos, englobada en el nuevo Departamento de Materias Primas y Reciclado de Materiales.

A partir de 1993, y dentro de la dinámica de colaborar en el desarrollo de las técnicas analíticas de vanguardia, la labor investigadora del Grupo se ha centrado en la técnica de espectrometría de masas con fuente de plasma (ICP-MS). Como consecuencia de los primeros estudios, se ha colaborado en diversos Proyectos CECA, pudiendo así disponer de la instrumentación adecuada. Como consecuencia de la actividad realizada en los primeros proyectos y de las publicaciones relativas a la técnica ICP-MS, en 1997 la Comisión de la DG XII de la CECA solicitó la realización de un trabajo de síntesis en el que se recogiera la situación actual y las perspectivas de la técnica de ICP-MS. Dicho trabajo, se ha realizado bajo contrato y ha sido publicado por la Unión Europea.

Debido a la integración en la labor analítica de la Unión Europea, se colabora en la elaboración de las normas europeas (EN) en el campo siderúrgico. Así mismo, e integrado también en la organización comunitaria del CRM (Materiales de Referencia Comunitarios), el CENIM actúa como Coordinador Nacional de los laboratorios que participan en el control de estos materiales en el campo siderúrgico, imprescindibles a la hora de valorar métodos y técnicas analíticas.

**LOS ESTUDIOS DE CORROSIÓN METÁLICA EN EL CENIM**

J. A. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ

**A modo de Prehistoria: Pasos previos a la constitución del CENIM**

Antes de la constitución del CENIM en el año 1963, por fusión de los Institutos del Hierro y del Acero, de Metales no Férreos y de la Soldadura, los dos primeros centros desarrollaban ya estudios de corrosión. En el Instituto del Hierro y del Acero se cultivaban esencialmente los ensayos en medios naturales, de metales sumergidos y expuestos a la atmósfera, programados y dirigidos por D. Lamberto Rubio Felipe y D. Miguel Ángel Guillén Rodrigo. El Departamento de Metales no Férreos diversificaba sus esfuerzos en el análisis de la corrosividad de las aguas y los terrenos; en la corrosión química y electroquímica de las aleaciones de plomo; y en los tratamientos superficiales de las aleaciones de aluminio, la anodización y sellado sobre todos, con la dedicación preferente de D. Juan José Royuela Arce y D. Rafael Lizarbe, quienes contaban con el apoyo y la dirección de D. Sebastián Feliu Matas.

La fusión de los tres Institutos tuvo como consecuencia la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM), que fue puesto bajo la dirección de D. José María Sistiaga Aguirre, a quien corresponde el acierto de designar a Sebastián Feliu Jefe del Departamento de Corrosión y Protección del mismo. Acierto indudable, porque contadísimas personas en España podrían aportar unos conocimientos metalúrgicos comparables a los del Sr. Feliu. Su formación en la ciencia de las superficies metálicas comenzó durante la realización de su Tesis Doctoral, titulada *Contribución al pulido electrolítico de los aceros*.

En 1952, en unión de D. Manuel Serra Ribera, superó el concurso de méritos para proveer plazas de Colaboradores científico-técnicos al Instituto del Hierro y Acero. El Director de este Instituto, D. Agustín Plana Sancho, encargó a ambos la formación de un equipo que, prácticamente en los albores de dichos estudios en España, se dedicaría a estudiar los fenómenos de corrosión metálica.

La formación metalúrgica de Sebastián Feliu se diversificó a través de su participación en un Curso de Metalurgia no Férrea impartido en 1956 por técnicos del Batelle Memorial Institute de Columbus (Ohio, EE.UU.), continuando con su estancia en el Massachusetts Institute of Technology para formarse en fundición no férrea, y devenir, posteriormente, cabeza de tal Departamento en el recién creado Instituto de Metales no Férreos.

Todavía antes de volcarse en los estudios de corrosión compartió su experiencia en fundición investigando e impartiendo docencia como Profesor de la Universidad Central de Venezuela, en Caracas. A su regreso aceptó la responsabilidad de dirigir el Departamento de Corrosión en sustitución de Manuel Serra quien, poco tiempo antes, había aceptado una oferta de empleo en la industria privada. Un año después se constituía el CENIM, y el Sr. Feliu fue encargado de la jefatura de la Sección de Corrosión y Electroquímica, que en 1965 se transformaría en el Departamento de Corrosión y Protección.

Se hace camino al andar

Por las fechas del nacimiento del CENIM, la corrosión estaba pasando de ser objeto de estudio de unos pocos «alquimistas románticos», provistos de la observación visual y la balanza como mejores armas, a ser en pocos años objeto de la atención de centenares de científicos y técnicos, asistidos de un verdadero arsenal de sofisticado instrumental electrónico y con el apoyo de la artillería pesada de costosísimas técnicas de análisis de superficies.

La apertura del camino estaba prácticamente en sus comienzos, y los comienzos son difíciles, pero tremendamente sugestivos si prende en uno el afán de aventura, la vocación hacía la labor investigadora, esa inquietud o curiosidad que obliga a ir un poco más allá en todo lo que se vislumbra. En buena parte, el éxito depende del guía, y nadie mejor que Sebastián Feliu para sugerir metas, él iba por delante en conocimientos, dominaba todos los aspectos de la incipiente ciencia, disfrutaba imaginando los paisajes aún ocultos y te impregnaba de su vocación exploradora, sin imponerla. Semanalmente, durante los casi 30 años que transcurrieron hasta su jubilación, se reunían todos los técnicos del Departamento, se analizaban los trabajos en equipo o individuales, los hallazgos se compartían, se mostraban las limitaciones y obstáculos, y casi siempre alguien imaginaba una forma de salvarlos por un sendero más corto y menos inclinado que el investigador abrumado por el problema. Cada uno disponía del saber de todos.

Se contaba, fundamentalmente, con las estaciones de ensayos naturales de exposición a la atmósfera y por inmersión, aportadas por el Instituto del Hierro y del Acero, las cubas electrolíticas para la aplicación de recubrimientos protectores metálicos y las instalaciones de anodización y sellado aportadas por el Instituto de Metales no Ferreos; se montaron 40 instalaciones de captación de contaminantes atmosféricos en Madrid, y se iniciaba, con la ayuda de unos acumuladores eléctricos, resistencias y amperímetros rudimentarios, el camino hacía el país de la utopía, la exploración electroquímica de la corrosión. Pero las principales armas seguían siendo los ensayos de larga duración, la observación visual y las gravimetrías. Perdon, no es cierto, el arma principal era la ilusión de los investigadores por recorrer camino y ensanchar fronteras, empeño en el que, justo es reconocerlo, siempre contaron con el apoyo, la entrega, y también la ilusión del personal perteneciente a las escalas auxiliares de investigación.

¿Por qué recorrer ese camino?

*Importancia de la corrosión*

Si fuera posible, uno elegiría siempre recorrer un camino que llevase a metas importantes, de manera que la primera cuestión que se nos plantea es conocer la importancia de la corrosión.

*La corrosión es el proceso inverso de la metalurgia extractiva, en virtud del cual los materiales metálicos tienden a volver al estado combinado, en el que se encuentran en la naturaleza como minerales.*

Esto supone la pérdida del esfuerzo y dinero dedicado a la obtención de los materiales metálicos. ¿A qué cantidad ascienden tales pérdidas?

Evaluaciones llevadas a cabo por comités de expertos en corrosión y protección contra la corrosión fijan las pérdidas anuales causadas por la corrosión en torno al 3,5 % del producto interior bruto (PIB) de un país. Por otra parte, su crecimiento con el transcurso del tiempo es preocupante, por ejemplo, los costes totales de la corrosión en los Estados Unidos han pasado de  $5,5 \cdot 10^9$  \$ en 1949 a  $2,76 \cdot 10^{11}$  \$ en 2002.

Las consecuencias inmediatas son, pues, de tipo esencialmente económico y se encuentran repetidamente descritas en la bibliografía. La relación entre la Ciencia de la Corrosión y la Economía ya fue destacada por Vernon y Uhlig hace más de medio siglo, en 1947, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Conservación de Recursos Naturales, y ha facilitado la transición de la Corrosión desde el estado de Arte al estado de Ciencia.

Pero, quizás en un futuro no lejano, sobre los criterios económicos, que han impulsado hasta ahora el desarrollo de la ciencia y de la técnica de la corrosión, prevalezcan otros más trascendentes, como la lucha por la conservación de recursos escasos y no renovables o del hábitat humano, de la herencia recibida de generaciones anteriores. Detengámonos en estos daños, que vamos a calificar de «segunda generación». En un futuro próximo, se volverán tan importantes como las derivaciones económicas de la corrosión. Si el impuesto del 25-30 % sobre la producción mundial de acero, que representa la corrosión, se redujese sustancialmente, se reduciría proporcionalmente la enorme cuantía de residuos sólidos procedentes de la minería y la siderurgia, y se gastaría también proporcionalmente menos energía en la industria siderúrgica. Y, como de todos es sabido, la producción de energía a través de combustibles fósiles afecta al medio ambiente por el efecto invernadero, por las lluvias ácidas, por la repercusión en afecciones respiratorias, etc. Aparte, claro está, de otro aspecto desfavorable complementario, el agotamiento de recursos energéticos y minerales no renovables. Resulta, pues, patente que la incidencia de la corrosión sobre el medio ambiente, quizás indirecta a simple vista, puede ser muy significativa, en un mundo donde los desafíos energéticos y de calidad de vida, evidentemente ligados entre sí, requieren cada vez más atención.

El camino que estamos recorriendo, avanzando en la Ciencia de la Corrosión, resulta, en consecuencia, imperativo recorrerlo.

## La corrosión y el CENIM

### *La labor de difusión del CENIM en los estudios de corrosión*

A los investigadores ya citados habría que añadir la incorporación de José A. González Fernández, que inició su formación en el Instituto de



Metales no Férreos y, en cierto sentido, es un nexo de unión de los pioneros con la primera generación de corrosionistas discípulos de Feliu, alumnos de la asignatura que impartía, como precursor de los estudios de corrosión en el ámbito universitario español, en la Facultad de Química de la Universidad Complutense de Madrid. De esta primera generación, continúan en el CENIM, hasta el momento presente, Manuel Morcillo Linares y Eduardo Otero quienes, al igual que González, realizaron sus tesis doctorales bajo la dirección de Feliu.

Sin abandonar las reuniones semanales del Departamento, la siembra de vocaciones se extendió a través de frecuentes cursos de divulgación promovidos por la Asociación Nacional de Químicos de España (ANQUE) y diversas universidades, encontrando eco la labor realizada en otros grupos de investigación del país y traspasando nuestras fronteras. Así, grupos prestigiosos de investigación de Cataluña, Galicia, el País Vasco, o Andalucía, dedican sus esfuerzos a los estudios de corrosión, después de haberse formado y orientado, inicialmente, en nuestro grupo. Esta labor también ha dado sus frutos en la génesis de estudios de corrosión en México, Perú, Colombia, Cuba y Ecuador, si bien la colaboración se ha extendido a otros muchos países del Nuevo Continente.

### *La corrosión atmosférica*

La principal línea de investigación ha sido tradicionalmente la corrosión atmosférica del hierro, el acero y los metales no férreos, lo cual puede, en principio, parecer sorprendente, pues casi todos los ambientes industriales y otros muchos medios naturales son más corrosivos que la atmósfera. Sin embargo, la dedicación preferente al estudio de la corrosión en las más variadas atmósferas queda justificada al tener en cuenta que, aproximadamente, el 80 % de los materiales metálicos queda expuesto a la atmósfera y que el 50 % de las pérdidas atribuibles al deterioro de los materiales metálicos son debidas a la corrosión atmosférica.

A Manuel Morcillo se debe la trascendental iniciativa, aceptada en el II Congreso Iberoamericano de Corrosión y Protección, celebrado en 1986 en Maracaibo (Venezuela), de proponer la integración de los distintos grupos de trabajo con la finalidad común de estudiar la corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica, idea que los distintos países presentes acogieron con entusiasmo y que, con el auspicio de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y de la Agencia Española de Cooperación Internacional, con ocasión del V Centenario del Descubrimiento de América, desembocó, con la participación activa de 14 países, en la publicación de dos libros de gran mérito: *Mapas de Iberoamérica de corrosividad atmosférica (Proyecto MICAT, XV.1/CYTED)* (1999), y *Protección anticorrosiva de metales en las atmósferas de Iberoamérica (Red Temática PATINA, XV.D/CYTED)* (2002).

Quizás sea la labor acabada de describir, junto con la organización del 15<sup>th</sup> International Corrosion Congress, celebrado en Granada (2002), las

dos manifestaciones que, desde una panorámica internacional, más han contribuido al reconocimiento y difusión de la labor que viene realizando el CENIM en la Ciencia de la Corrosión.

En conexión íntima con el medio ambiente atmosférico está el análisis del deterioro del patrimonio histórico artístico y la lucha para conservarlo mediante el desarrollo de métodos de protección adecuados. Se han realizado esfuerzos importantes, principalmente por parte de los Sres. Otero y Bastidas, en conexión con la Dirección General de Bellas Artes y la Real Academia de San Fernando, en la reproducción de las pátinas protectoras que se desarrollan sobre las estatuas y en la limpieza, conservación y recuperación de placas calcográficas.

### Extracto de actividades

No es posible efectuar en unas pocas páginas un análisis de la variada labor realizada por el Departamento de Corrosión y Protección del CENIM y por el Departamento de Ingeniería de Materiales Degradación y Durabilidad, ni tiene tampoco objeto pues, más que de rendir cuentas, se trata de echar una mirada panorámica que no puede penetrar en los detalles de las actividades desarrolladas en investigación científica, apoyo tecnológico y formación de personal de la propia institución, de las industrias más diversas, o de aspirantes a científicos de universidades y escuelas técnicas de España e Iberoamérica.

### *Corrosión anódica de las aleaciones de base plomo*

De antiguo viene la labor investigadora sobre la corrosión de las aleaciones de base plomo, iniciada en el Instituto de Metales no Férreos, apoyada en una base contractual con la Internacional Lead Zinc Research Organization (ILZRO) y continuada durante años en el CENIM. Las Tesis Doctorales de José A. González, Luciano Galán, Miguel Martín y Eduardo Otero Soria fueron realizadas gracias a dichos contratos. En sucesivos programas se analizó el comportamiento de más de 100 materiales de base plomo diferentes expuestos al ácido sulfúrico de baterías, cómo y en qué medida los efectos de la estructura de colada condicionaban su comportamiento, y la magnitud y dirección de los efectos introducidos por la precipitación de segundas fases y el fenómeno del envejecimiento en la respuesta frente a la corrosión en medio sulfúrico.

### *Anodización y sellado de las aleaciones de aluminio*

Durante muchos años, el CENIM dedicó continuada y profunda atención a los tratamientos superficiales del aluminio, en concreto a la anodización y al desarrollo de nuevos procedimientos de sellado más rápidos y de menor consumo energético que el procedimiento hidrotérmico tradi-

cional, así como al control de la calidad de los anodizados para otorgar la marca de calidad EWAA-EURAS a los distintos productores industriales, sin la cual era imposible la penetración en el mercado. Aparte de la continua colaboración con fabricantes y transformadores, Rafael Lizarbe Ruiz legó al sector el *ensayo de la gota de colorante*, sobre la calidad de sellado, modelo de sencillez y eficacia, que justifica una trayectoria investigadora.

### *Recubrimientos protectores*

La lucha contra la corrosión mediante recubrimientos orgánicos (pinturas, lacas y barnices) es el método de protección más difundido a nivel mundial. El CENIM tiene una larga tradición en este campo, coordinando proyectos multinacionales, como ya se ha hecho constar (Red Temática PATINA) y formando personal docente e investigador español y extranjero. La contribución es igualmente extensa en la protección mediante recubrimientos metálicos, esencialmente la galvanización por inmersión, con valiosas contribuciones de D. Alfonso J. Vázquez Vaamonde, compañero durante muchos años en el Departamento.

### *Aplicación de las técnicas electroquímicas al estudio de la corrosión*

En cuanto a la aplicación de las técnicas electroquímicas al estudio y control de la corrosión metálica, el CENIM ha sido pionero, al menos en España, en muchos aspectos. Sin medios, al comienzo de los 60, pero con la convicción de que todos los fenómenos de corrosión, a excepción de los que tienen lugar a temperaturas elevadas, son de naturaleza electroquímica, parecía un cuento de hadas llegar a medir instantáneamente la corrosión atmosférica, por ejemplo, cuando en las estaciones de ensayos naturales se requieren períodos de ensayo de meses, años, o decenios, para llegar a resultados que permitiesen realizar predicciones de comportamiento fiables. Pues bien, con la ayuda de sensores electroquímicos de diseño especial, se llegó a la medida cuantitativa y fiable de la corrosión atmosférica en el comienzo de los años 80 (Tesis Doctoral de J. M. Bastidas Rull).

Desde entonces, las técnicas electroquímicas se han aplicado a los más variados sistemas metal/medio, como por ejemplo: al desarrollo de biomateriales y a su caracterización mediante ensayos *in vitro* e *in vivo*, al desarrollo de materiales nanocompuestos multifuncionales para sensores electroquímicos y recubrimientos anticorrosivos, al estudio de inhibidores de decapado, de inhibidores de corrosión naturales para la protección del patrimonio metalúrgico, al desarrollo de aleaciones Al-Li de alta resistencia, al estudio de los mecanismos de actuación de los agentes anticorrosivos en la hojalata, al desarrollo de aceros inoxidables de bajo coste y alto rendimiento como armaduras de las estructuras de hormigón, etc., etc. La labor ya acumulada es tan amplia que renunciamos a enumerarla, quedando sin citar decenas de proyectos por cada uno de los mencionados.

Hoy en día, el CENIM dispone de las más avanzadas técnicas electroquímicas, de corriente continua y alterna, que se han revelado como

imprescindibles para la interpretación de los mecanismos de reacción, así como para la determinación rápida, precisa y extremadamente sensible de la velocidad de corrosión, aún en las más difíciles circunstancias experimentales. Las técnicas electroquímicas han supuesto un punto de inflexión en la ciencia de la corrosión, que separa dos períodos bien definidos, de avance lento el anterior y de rápidos progresos el posterior. Se pueden determinar hasta las velocidades características del estado pasivo, en torno a centésimas de  $\text{mg/cm}^2$  año, que requerirían años o decenios para una estimación aproximada en ensayos de exposición naturales. El impulso principal en estas nuevas orientaciones se debe ya a la segunda generación de corrosionistas del Departamento, D. José María Bastidas Rull, D<sup>a</sup> María Lorenza Escudero Rincón, D. Juan José de Damborenea González, D. José Ruiz Fernández y D. Juan Carlos Galván Sierra, apoyados en el saber de Feliu y la ilusión de González por estas técnicas.

### *Corrosión en las estructuras de hormigón armado*

Otra línea de investigación que se ha mantenido activa en el CENIM, desde el comienzo de los años 70, ha sido el estudio de la corrosión de las armaduras en el hormigón, en la que, en colaboración con el IETcc, ha sido pionero en muchos aspectos, desarrollando metodologías de estudio que han permitido precisar cómo, cuándo y cuánto se corroen las armaduras, y a proponer métodos de prevención, control y estimación de la vida residual de las estructuras dañadas por la corrosión. Feliu y González han sido los impulsores fundamentales de esta labor, que ha sido reconocida internacionalmente con un premio de la National Association of Corrosion Engineering (NACE).

### *Impacto ambiental*

Ya se ha mencionado la trascendencia que tendrían en el ahorro de energía y en el impacto ambiental los progresos para reducir significativamente el 30% de la producción mundial de acero que se pierde por efecto de la corrosión. La preocupación del CENIM por esta vertiente viene de antiguo, cuando la contaminación no estaba de moda como ahora, nosotros la estudiábamos con el apoyo de los datos que proporcionaban 40 estaciones de captación de anhídrido sulfuroso distribuidas en Madrid, y de las captaciones de anhídrido sulfuroso y cloruros llevadas a cabo en las estaciones de ensayos naturales situadas en diversos puntos de la península. Y la preocupación por analizar en detalle los efectos y tendencias de los multicontaminantes atmosféricos sobre los materiales metálicos, incluidos los monumentos históricos y culturales, sigue vigente.

### *Corrosión en soldaduras*

De pocos años a esta parte, el Grupo cuenta con la incorporación de dos nuevos investigadores, José María Amo Ortega y Ramón Santos

Rodríguez, expertos en uniones soldadas, de enorme importancia práctica en la mayoría de las construcciones metálicas. Es lógico, pues, que se preste especial atención a los problemas de corrosión que puedan surgir en las uniones soldadas, que generan toda una serie de diferencias estructurales que se extienden desde los cordones de soldadura hasta el metal base a través de una zona afectada térmicamente pudiendo originar problemas de corrosión por pilas de concentración y de aireación diferencial, de corrosión selectiva, como lo es el caso de la sensibilización de ciertos aceros inoxidable a la corrosión intergranular, o de corrosión bajo tensiones, aspectos todos ellos, y otros muchos, a tener en cuenta en el futuro del Departamento.

### *Perspectivas actuales*

Actualmente, los mayores progresos son resultado de la combinación entre los tradicionales ensayos naturales y las técnicas electroquímicas, las de microscopía electrónica de barrido y transmisión y las técnicas espectroscópicas de análisis de superficies (ESCA/AUGER), que permiten complementar la cinética de las reacciones de electrodo con el conocimiento de la topografía y la fisicoquímica de la superficie metálica y de las capas formadas sobre ella. El principal impulso innovador con el concurso de las nuevas técnicas instrumentales lo aportan quienes constituyen lo que podríamos denominar tercera generación de corrosionistas del CENIM, D. Sebastián Feliu, Jr, D. Joaquín Simancas Peco, D<sup>a</sup> Cristina García Alonso, D. Emilio Cano Díaz, D<sup>a</sup> Belén Chico González y D. Daniel de la Fuente García. Esto sin olvidar a los numerosos becarios nacionales y extranjeros que compartieron su tiempo, trabajo e ilusiones con nosotros, desde Luciano Galán Casado, María Ángeles de la Orden Mozo, o Juan Armada de Sarriá, por ejemplo, hasta los actuales, Violeta Barranco Asensio y David Martínez Bastidas, quienes atesoran sobrados méritos para incorporarse definitivamente al Departamento.

En estrecha relación con estas tendencias, la aplicación de haces de alta densidad energética, mediante láser y lámparas de descarga, así como la concentración de la energía solar para el tratamiento de materiales, han sido sugestivas líneas de una nueva disciplina científica, la Ingeniería de Superficies, cultivadas por los Sres. Vázquez Vaamonde y de Damborenea González, mientras formaban parte del Grupo inicial de Corrosión y, luego, al pasar a constituir otro Departamento.

### *Trabajos de apoyo tecnológico*

No sería justo silenciar la participación en distintos grupos de trabajo de ámbito nacional e internacional y, sobre todo, la labor de asistencia técnica a la industria, ya como asesoramiento, ya como dictamen sobre muchos centenares de casos prácticos de corrosión que se habían planteado. En esta labor de amplitud y diversidad extraordinarias, realizaron

valiosísimas aportaciones D. Juan Miguel Martín Espinosa y D. Eduardo Otero Soria, contribuyendo a fluidificar el siempre deficiente diálogo entre los centros de investigación y la industria, pero debido quizás al carácter confidencial de los resultados y hallazgos, que impedía su publicación, dificultando la promoción profesional de los investigadores volcados en este tipo de trabajos, es una orientación relegada a un segundo plano desde hace años en el CSIC.

## Apéndice

Permítaseme omitir la relación de proyectos y contratos de investigación desarrollados, de los centenares de casos prácticos de corrosión resueltos, o de las numerosísimas, más de mil, publicaciones en revistas científicas, pues se haría interminable, pero permítaseme, no obstante, incluir una relación que recoge los libros editados sobre la especialidad, en los que los investigadores del Grupo han tenido participación destacada.

### **Libros y monografías sobre corrosión y su prevención en los que ha participado activamente el personal científico del Departamento**

Varios

*Corrosión y tratamiento de agua en instalaciones de fontanería, calefacción y aire acondicionado.* Coordinador: J. A. González. INDEX. Madrid-Barcelona (1980).

S. Feliu y M. Morcillo

*La corrosión y protección de metales en la atmósfera.* Bellaterra. Barcelona (1982).

Varios

*Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión.* Coordinador: J. A. González. CSIC. Madrid (1984).

J. A. González

*Control de la Corrosión. Estudio y medida por técnicas electroquímicas.* CSIC. Madrid (1989).

Varios

*Manual de inspección de obras dañadas por corrosión de armaduras.* Coordinadores: M. C. Andrade y S. Feliu. ACOR. Madrid (1989).

Varios

*Retrospectiva de los estudios de corrosión en España en el período 1990-1960.* UEI de Corrosión y Protección del CENIM. Madrid (1990).

Varios

*Corrosión y protección metálicas*. Coordinadores: S. Feliu y M. C. Andrade. CSIC. Colección Nuevas Tendencias. Madrid (1991).

Varios

*Mapas de España de corrosividad atmosférica*. Coordinadores: M. Morcillo y S. Feliu. CYTED. Distribuidor: Ediciones Surfas. Barcelona (1993).

Varios

*Corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica. Parte I: Mapas de Iberoamérica de corrosividad atmosférica*. Eds.: M. Morcillo, E. Almeida, B. Rosales, J. Uruchurtu y M. Marrocos. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Subprograma XV: Corrosión/Impacto Ambiental sobre Materiales. Proyecto XV.I: Mapa Iberoamericano de Corrosividad Atmosférica (MICAT). Obra colectiva. Madrid (1999).

Varios

*Corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica. Parte II: Protección anticorrosiva de metales en las atmósferas de Iberoamérica*. Eds.: M. Morcillo, E. Almeida, F. Fragata y Z. Panossian. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Red Temática PATINA, XV:D/CYTED. Subprograma XV: Corrosión/Impacto Ambiental sobre Materiales. Obra colectiva. Madrid (2002).

José Antonio González y Juana Miranda

*Corrosión de las estructuras de hormigón armado: Fundamentos, medida, diagnóstico y prevención*. CSIC. Colección Biblioteca de Ciencias. Madrid (2007).

## LA INVESTIGACIÓN SIDERÚRGICA EN EL CENIM

F. A. LÓPEZ GÓMEZ

### 1. Introducción

La industria siderúrgica española en los años de la creación del Instituto del Hierro y el Acero, se caracterizaba por un importante atraso técnico, combustibles caros o de mala calidad y un mercado de dimensiones reducidas. Estas características hicieron que la siderurgia española no pudiera competir con productos ingleses, belgas o alemanes. Las investigaciones realizadas por el IHA y posteriormente por el CENIM, dentro aún del Patronato Juan de la Cierva, tuvieron un marcado carácter de aplicación industrial. La principal fuente de financiación hasta bien entrados los años 70 fueron las Tasas y Exacciones Parafiscales que aportadas por las empresas metalúrgicas del país, fijaban los temas de interés tecnológico. La desaparición de esta fuente de financiación y la escasa consideración que la investigación siderúrgica tuvo en los primeros Programas Nacionales de Investigación hicieron que durante años la investigación siderúrgica en el CENIM se orientara a la resolución de problemas concretos a través de financiación del sector productivo privado o de empresas públicas.

La incorporación de España al mercado común, en 1986, propició la obtención de financiación dentro del Tratado CECA. La importancia estratégica del acero en los años 50 motivó a los seis países fundadores de la CECA (Francia, Alemania, Italia, Holanda, Bélgica y Luxemburgo) a crear dicho programa como una necesidad prioritaria en el contexto industrial de la nueva Europa. Con la ayuda del sector siderúrgico, que intentaba obtener el «justo retorno» de las cuotas que abonaba al Tratado, se desarrollaron importantes proyectos de investigación que sirvieron además para que el CENIM modernizara sus instalaciones y equipamientos, favoreciera la incorporación de personal técnico y científico, aumentara su producción científica y mejorara su visibilidad internacional. La desaparición en 2002 del Tratado CECA supuso un hito negativo en la financiación de una parte importante de diversas líneas de investigación del CENIM, que desde la incorporación de España a la Comunidad Europea, habían experimentado un gran desarrollo.

El Programa CECA de investigación ayudó y facilitó la reestructuración industrial de los países europeos en la década de los 80. Hoy la industria siderúrgica europea es reconocida como la más moderna y competitiva del mundo.

Posteriormente (2003-2007), el CENIM, dentro del VI Programa Marco, siguió realizando importantes proyectos de investigación con los fondos remanentes del Tratado CECA, así como de otros programas nacionales y europeos, principalmente de los Planes Nacionales de I+D+i.



## 2. La siderurgia en España desde su creación a la reconversión industrial

Los primeros altos hornos privados surgieron en Lugo (Galicia). Concretamente en 1794 y en Sargadelos. Con anterioridad, la Monarquía, para sus necesidades de armamento, había instalado algunos altos hornos. La primera fábrica de hornos altos de España con coque fue la instalada en Sabero en 1840 por la Sociedad Palentina-Leonesa. La fábrica contaba con cinco hornos (cuatro para fundir lingotes y uno para bronce).

Más tarde, la siderurgia pasó a Andalucía. Siguiendo el modelo europeo de altos hornos al carbón vegetal y afinación y laminación a la hulla, se instalaron plantas en Marbella (Málaga) y en Cazalla de la Sierra (Sevilla). Pero la hegemonía de la siderurgia andaluza no pudo prolongarse más allá de 1863, cuando las fábricas asturianas de Mieres (desde 1852) y La Felguera (desde 1859) empezaron a trabajar a pleno rendimiento.

La primacía de Asturias se debió a la abundancia de hulla y de minerales de hierro en su territorio. Pero esta primacía, después de la irrupción del convertidor Bessemer, pasó a Vizcaya. Al terminar en 1876 la Segunda Guerra Carlista, algunos empresarios europeos, con el fin de conseguir mineral barato para sus altos hornos, comenzaron a instalarse en la ría del Nervión. La oferta aparecía así dividida entre los productores asturianos y vascos. Empezó una gradual sustitución de los convertidores Bessemer por otros sistemas de fabricación, difundidos en Europa y EE. UU. Apareció así el «horno abierto» Martin-Siemens que mejoraba el método Bessemer.

La siderurgia española atravesó por etapas de diferente esplendor, llegando a alcanzarse en 1929 la producción de un millón de toneladas de acero, que disminuyeron a la mitad en 1940 tras la Guerra Civil. En este período, se acentuó la hegemonía vizcaína al frente de la siderurgia española y se concentró toda la producción en el norte. Durante los años 1940-1950 la minería encuentra un entorno favorable. En la época de la II Guerra Mundial, el primer productor siderúrgico de España era Vizcaya, seguida de Asturias y después Santander, Álava, Guipúzcoa y Navarra.

Las fábricas andaluzas habían dejado de producir. Altos Hornos de Vizcaya, empresa creada en 1902, a partir de la fusión de otras dos sociedades, se convirtió en la dominante en la siderurgia española.

El 15 de junio de 1950 el Estado español dictó un decreto encargando al Instituto Nacional de Industria (INI) la construcción de la Empresa Nacional Siderúrgica S.A. (ENSIDESA) de capital totalmente público, en Avilés (Asturias), que arrancó su primer horno en 1957, pasando a ser la siderurgia española líder del mercado, inicialmente basada en los recursos de minerales de hierro de Wagner y Vivaldi.

La década de los 60 del pasado siglo marca el inicio del proceso de reestructuración minera e industrial. En 1961 se crea la Unión de Siderúrgicas Asturianas (UNINSA), formada por Duro Felguera, Fábrica de Mieres y la Fábrica de la Sociedad Industrial Asturiana. Respecto del carbón, en 1967 muchas empresas mineras transfieren su patrimonio a la empresa pública Hulleras del Norte, S.A. (HUNOSA).

El florecimiento de nuevos sectores demandantes de acero en el mercado español propició también el desarrollo de otras acerías en la zona mediterránea, con la constitución a principios de los 70 de la tercera planta integral de capital netamente español, los Altos Hornos del Mediterráneo (AHM).

La red productora siderúrgica española, en los años 80, previamente a la reconversión del sector, estaba concentrada en cuatro polos: Vizcaya, con altos hornos (Sestao y Baracaldo), fábricas de acero y laminadores (Sestao, Baracaldo, Basauri, Recalde, etc.); Asturias, con altos hornos (Mieres, La Felguera, Avilés, Gijón), fábricas de acero y laminadores; Santander, con altos hornos; Sagunto (reconvertido) y la siderurgia catalana dedicada principalmente a la producción de aceros especiales. Años más tarde surgiría, en la bahía de Cádiz, ACERINOX.

El ajuste-reconversión de la industria básica (construcción naval, subsectores siderúrgicos, bienes de equipo y minería), que tuvo lugar en Europa entre los años 70 y 90, fue un proceso gestionado políticamente en todos los países europeos, con una fuerte intervención de las diversas Administraciones. Las soluciones debían tener en cuenta la eficiencia económica, pero también el impacto social y territorial. La reducción de empleo realizada y el costo de renovación de las instalaciones originaron una sangría de fondos públicos sin parangón en la industria europea. El que la siderurgia integral estuviera muy imbricada en la económica de las comunidades circundantes supuso que la dimensión territorial tuviera que ser tenida en cuenta. En siderurgia integral el enfrentamiento entre empresas o plantas reproducía los conflictos inter-regionales: Asturias frente al País Vasco.<sup>1</sup>

La gestión del carbón y el acero dio lugar a la primera institución supranacional europea de la posguerra, la CECA (1951). Pero fue a partir de los 80 cuando Bruselas adoptó un papel crucial, de tal forma que el siderúrgico ha constituido el primer caso de ajuste coordinado a nivel de la Unión. La reconversión española siguió caracterizada por su politización, las prácticas gradualistas y el equilibrio entre los principios de rigor y de solidaridad social/territorial.

La crisis de mediados de los 70, y la posterior incorporación española a la Comunidad Económica Europea en 1986 pusieron de manifiesto las deficiencias estructurales que el aislamiento de la industria siderúrgica española había provocado. Así, se produjo una situación crítica que hacía muy difícil el mantenimiento de la siderurgia como hasta entonces, produciéndose la necesidad de adaptar la siderurgia integral para competir en un entorno internacional y de relaciones y actividades transnacionales.<sup>2</sup> En un proceso de racionalización y reorganización corporativa e industrial intenso, aunque de corta duración, la siderurgia integral española reconvirtió sus tradicionales activos de las compañías públicas AHV y ENSIDESA, con la aplicación del plan de competitividad, en una nueva empresa por

<sup>1</sup> Gabriel Saro Jáuregui. Tesis Doctoral. Universidad de Deusto. 2000.

<sup>2</sup> Informe Mc Kynsey sobre la siderurgia en España.

aquel entonces pública, llamada CSI (Corporación Siderúrgica), que libre de deudas, se puso en funcionamiento en 1995. Posteriormente en 1997 se inició su proceso de privatización que culminaría con el establecimiento de una alianza estratégica con un grupo siderúrgico luxemburgués, ARBED, y la posterior entrada de otros grupos siderúrgicos españoles más pequeños creándose el grupo ACERALIA. Con la alianza estratégica planteada entre ARBED y ACERALIA, la siderurgia integral española inició una nueva andadura ampliando su óptica productiva y comercial más allá del tradicional mercado nacional. Además, la adquisición de grupos siderúrgicos españoles de menor tamaño aportaron instalaciones productivas y comercializadoras que le han permitido ampliar sus redes empresariales a los países comunitarios vecinos. Esta internacionalización se convirtió en un objetivo básico con el acuerdo de integración con USINOR y ARBED,<sup>3</sup> que permitió a la siderurgia integral española, desahuciada hace apenas dos décadas por muchos, integrarse en la siderurgia líder del acero mundial, ARCELOR.<sup>4,5,6</sup>

El Tratado CECA expiró el 23 de julio de 2002. En esta fecha dejó de aplicarse el trato especial a los sectores del carbón y del acero, que pasaron a integrarse plenamente en el Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea.

### 3. La Investigación siderúrgica en el Instituto del Hierro y del Acero (IHA) (1947-1963)

Las investigaciones sobre beneficio y sinterización de minerales<sup>7</sup> para el horno alto, constituyeron las líneas de investigación siderúrgicas más importantes del IHA, líneas que continuaron en el CENIM a partir de 1963 y que se potenciaron entre 1986 y 2002 a través de proyectos de investigación dentro del Tratado CECA.

En los primeros años del IHA, al igual que sucedió con otros Institutos del Patronato Juan de la Cierva (PJC), su labor se basó, ante la falta de equipamiento científico propio, en la realización de estudios de interés industrial basados en experiencias existentes en países más desarrollados, es decir, en informar sobre el estado del arte en tecnologías que se necesitaba conocer para la instalación de nuevas empresas por parte del Instituto Nacional de Industria (INI). La política del INI en los años 50 estaba

<sup>3</sup> Acuerdo de integración-*Amalgamation Agreement*-ACERALIA-ARBED-USINOR de 7 de junio de 2001.

<sup>4</sup> *Breve historia de la siderurgia integral española*. Ramón Laso. CEIS. 2002. 33 pp.

<sup>5</sup> *Reconversión e internacionalización de la siderurgia integral española*. M. P. Sierra Fernández. Economía Española, 333 (11). 2000. 101-114

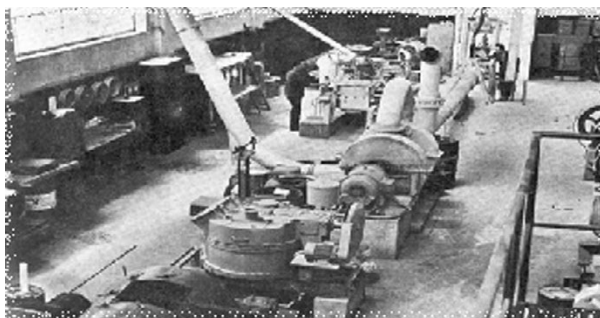
<sup>6</sup> *ARCELOR, el final de la reconversión siderúrgica en España*. José Emilio Navas López, Luis Ángel Guerras Martín. Casos de dirección estratégica de la empresa 2003, ISBN 84-470-2072-X, págs. 143-156.

<sup>7</sup> La sinterización es un proceso de aglomeración en caliente por el cual los finos de mineral de hierro, coque y fundente, se transforman, mediante un proceso de fusión, en un material poroso, resistente y de alta concentración en hierro.

basada, en lo que al Patronato Juan de la Cierva se refiere, en la «revalorización»<sup>8</sup> de los recursos nacionales, principalmente carbón, residuos agrícolas, pizarras bituminosas, piritas y cenizas de pirita y minerales de hierro principalmente.

La investigación siderúrgica en el IHA se llevó a cabo en el Departamento de Investigación Industrial, a través de sus Secciones de Hierro y Acero.

En 1947, las sociedades que formaban parte del Consejo de Administración del Instituto propusieron como de interés primordial «montar instalaciones de preparación y sinterización para abordar la investigación sobre sinterización de diversos minerales españoles, a fin de concretar su mejor utilización en los hornos altos, procediendo, si es preciso, al montaje de una instalación piloto».<sup>9</sup> En 1948, el Consejo de Administración aprueba la construcción de una planta piloto de sinterización, siguiendo un modelo inglés. La construcción se realiza en los talleres de la sociedad ADASA (Pinto, Madrid) y se instala en 1949 en la sede del IHA en la madrileña calle de Tomás Bretón, 51. Diez años más tarde, en 1959, se proyecta y construye una nueva planta de sinterización por aspiración.



Planta piloto de sinterización (1965).

En la «paila» comienzan ambiciosas campañas de ensayos de minerales de hierro y carbonatos cálcicos cuyos objetivos son determinar la capacidad de uso siderúrgico de los minerales procedentes de diversas cuencas españolas así como la utilización de carbonatos crudos (sideritas). Los ensayos comprenden la determinación de las curvas de temperatura y presión, tiempo de proceso, influencia del tamaño y proporción del combustible (coque). Los resultados se optimizan mediante análisis químico, granulométricos, mineralógicos, de permeabilidad, porosidad, reductibilidad y fusión.

Las investigaciones sobre sinterización de minerales se extendieron hasta el año 1999 y los resultados obtenidos fueron comprobados en

<sup>8</sup> «El Patronato Juan de la Cierva (1939-1960). III Parte: La Investigación Científica y Tecnológica». S. López García. *Arbor* CLXII, 637 (1999). 1-32.

<sup>9</sup> Memoria del Patronato Juan de la Cierva. Instituto del Hierro y del Acero. 1947.

diversas instalaciones siderúrgicas en los hornos altos de Asturias y del País Vasco. En 1950, se realizan los primeros ensayos a escala industrial en la Sociedad Duro-Felguera, que sirvieron para comprobar los resultados obtenidos en las campañas de sinterización que se realizaron en el IHA entre 1949 y 1950. Los ensayos se extendieron posteriormente a Altos Hornos de Vizcaya. Durante los años posteriores a su puesta en funcionamiento, la «paila» se complementó con diverso equipamiento. En 1951 se instalan equipos para la determinación de la resistencia mecánica de los sinterizados (*British Standard Shatter Test* y *Siemerbch*).

A mediados de 1952, la planta de sinterización se traslada a la sede del IHA en la calle del Plomo (Legazpi, Madrid). En 1954, un informe de la Comisión de Sinterización del IHA concluye, después de ensayos de comprobación industrial, que es posible lograr sinterizados de excelente calidad partiendo de carbonatos crudos, que son calcinados durante el proceso de sinterización, en vez de utilizar carbonatos previamente calcinados. Este resultado supuso un avance importante y una reducción de los costes del proceso siderúrgico.

En 1953, se inicia el estudio de la aglomeración de minerales de hierro mediante peletización,<sup>10</sup> estudiándose el comportamiento de los minerales de Sierra Menera.<sup>11</sup> Dos de los premios del IHA de 1954, fueron otorgados a trabajos publicados sobre caracterización y aglomeración de minerales.<sup>12,13</sup> El estudio de procesos de aglomeración por peletización, se aplicó a partir de 1986 a residuos siderúrgicos, posibilitando así su reciclado.

En 1952, el IHA inicia un importante proyecto sobre la utilización siderúrgica de piritas de hierro que, años más tarde, se centraría en el uso siderúrgico de cenizas de pirita. Los primeros resultados obtenidos en esta importante línea de investigación se presentaron en la V Reunión de la Sección de Hierro.<sup>14</sup>

La utilización siderúrgica de cenizas de pirita fue un encargo que recibió el IHA de las denominadas Comisión Gestora de Piritas Españolas y Comisión Gestora de Pequeña Siderurgia, ambas integradas en el INI y que constituyó un importante proyecto de investigación que se extendió hasta 1960. En un informe preliminar hecho público en 1954, se concluyó que las cenizas de pirita eran capaces de ser sinterizadas en mezcla con

---

<sup>10</sup> La peletización es un proceso de aglomeración del mineral finamente molido o un concentrado por la adición de aglomerantes y agua para darle forma de partículas esféricas las cuales son posteriormente endurecidas por calentamiento.

<sup>11</sup> «Ensayos de aglomeración de mineral de Sierra Menera. Ensayos de sinterización y peletización». VI Reunión de la Sección de Hierro, 1953.

<sup>12</sup> «Estudio mineralógico de algunas menas de hierro españolas» J.M. Fúster Casas y J.A. Boned Sopena.

<sup>13</sup> «Ensayos de aglomeración del mineral de Sierra Menera. Ensayos de sinterización y ensayos de peletización» VI Reunión de la Sección de Hierro. 1953. E. Charro Sánchez y J.A. Boned Sopena.

<sup>14</sup> «Ensayos de sinterización de residuos de piritas, solas y en mezcla con carbonatos crudos y calcinados con minerales siliciosos». V Reunión de la Sección de Hierro. 1952.

otros minerales o solas y que en la sinterización se lograban índices de desulfuración magníficos. Sin embargo, el sinterizado no era apto para su uso siderúrgico a causa de la permanencia en él de elementos metálicos como el cobre, cinc y plomo. A partir de 1955, se realizan investigaciones encaminadas a la eliminación y recuperación de los elementos no férreos. Las primeras investigaciones se centran en la sinterización de las cenizas con o sin adición de elementos clorurantes, investigaciones que no proporcionan resultados satisfactorios. Posteriormente, se investiga la sinterización de las cenizas en mezclas con otros materiales, sobre todo, minerales siliciosos. En 1957 se comprueba que una mezcla de cenizas de pirita, minerales de silicio y  $\text{NaCl}$  o  $\text{CaCl}_2$  permite obtener sinterizados aptos para su uso industrial, con bajos contenidos de azufre y elementos no férreos. La influencia de la sílice<sup>15</sup> en el proceso de sinterización de las cenizas de pirita tostadas tuvo una gran relevancia ya que abría las posibilidades de utilización siderúrgicas de las mismas. En 1959, se proyecta y construye una nueva planta de sinterización por aspiración que permite avanzar en el estudio de la utilización de las cenizas de pirita. Los resultados de todos estos trabajos se publicaron en el XXXII Congreso Internacional de Química Industrial (1960).<sup>16</sup>

A partir de 1960, se inician investigaciones para la obtención de sinterizados autofundentes, con índices de basicidad ( $\text{CaO/SiO}_2$ ) de 1,2 a 1,4, esclareciendo la influencia de algunos factores fundamentales en la sinterización por aspiración. En 1961, la Fundación Juan March, otorgó una beca<sup>17</sup> para el estudio de «la influencia de la altura de la carga en los principales parámetros de la operación de sinterización por aspiración». Los resultados de estas investigaciones consiguieron explicar que las diferencias entre la reductibilidad de los sinterizados autofundentes dependen de las diferentes proporciones y características de los óxidos de hierro y ferritos de cal formados en el proceso. Los resultados de estas investigaciones sobre sinterizados autofundentes, recibieron en 1964 el Premio Francisco Franco.<sup>18</sup> A partir de las cenizas de pirita, el CENIM desarrolló un derivado mineral denominado «mineral púrpura» que fue utilizado por la empresa Metalquímica del Nervión para la recuperación de los contenidos de Zn y Cu. El «mineral púrpura», se utilizó también como *sinter feed*.

Las investigaciones en el beneficio de minerales de interés siderúrgico, comenzaron en 1947. El Departamento de Investigación Industrial del IHA inició ese año un estudio sobre «La investigación de la cuenca minera Vizcaya-Santander» de gran relevancia y que se extendería a lo largo de varios años, en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de Espa-

<sup>15</sup> La adición de sílice, en proporciones entre un 5 a un 9% a la mezcla de piritas a sinterizar, aumenta la intensidad de la sinterización, mejora la resistencia mecánica y rendimiento de la sinterización con un menor consumo de combustible.

<sup>16</sup> «Ensayos de reductibilidad de los sinterizados de cenizas de piritas solas y con adiciones. Influencia del encendido y de la proporción de finos de retorno de las cargas» J.A. Boned Sopena. XXXII Congreso Internacional de Química Industrial. 1960.

<sup>17</sup> Beca al Licenciado Antonio Fillol Cíorroga. 1961-1967.

<sup>18</sup> «Estudio de la producción de sinterizados autofundentes, de sus balances térmicos y posibles medidas para mejorarlos». J.A. Boned Sopena. Premio «Francisco Franco» 1964.

ña. En 1954, se publica en la revista del Instituto el informe final con los resultados de los trabajos realizados en el estudio geológico-minero.<sup>19</sup> A finales de 1958, se inician estudios sobre el aprovechamiento de minerales de hierro y titanio del Sahara español, investigaciones que se prolongarán hasta finales de 1963.

En 1948 el problema de la escasez de chatarra había hecho variar la opinión de los técnicos e industriales españoles a favor de experimentar con procedimientos que evitasen la dependencia de la importación de chatarra. Por ese motivo, el IHA inicia investigaciones sobre los procesos Renn-Krupp y Wasset y en la fabricación de esponja de hierro Höganäs y Wiber. El interés por el proceso Renn-Krupp era tal que en la II Asamblea General del IHA, Mr. F. Johannsen del Institut für Metallhüttenwesen und Elektrometallurgie de Alemania, impartió una conferencia magistral.<sup>20</sup>

Los primeros ensayos de obtención de esponja de hierro se realizaron en un horno de fabricación de ladrillos en la Sociedad CELSA de Madrid y en la Escuela Municipal de Cerámica, ensayándose finos de mineral de Sierra Menera y magnetitas de Marbella. Los primeros resultados no fueron satisfactorios debido a las restricciones eléctricas que soportaba la capital y en 1949 se decide contactar con el Ontario Research Foundation de Toronto (Canadá) para la realización de ensayos en un horno túnel. Ese año, se embarcan hacia Canadá 1000 kg de mineral de Sierra Menera (Teruel). No se tienen datos documentados sobre el resultado de estos estudios ni tampoco que las investigaciones sobre la obtención de esponja de hierro prosiguieran una vez que el Instituto dispuso de instalaciones propias. No obstante, la producción de esponja de hierro era un tema de gran relevancia y muchos años después, SKF Steel Engineering Aktiebolag patentó en 1981 un procedimiento para la fabricación de esponja de hierro en horno de cuba.

En 1955 se pone en marcha en Avilés la Sociedad Siderúrgica Asturiana (SIASA) dedicada a la fabricación de nódulos de hierro por el proceso Renn-Krupp, que se beneficia de los informes técnicos que el IHA había realizado años antes.

SIASA centró su actividad en una producción de bajos costes y altos rendimientos inmediatos propiciados por la política de sustitución de importaciones: la chatarra sintética. Con este nombre se designa a los nódulos de hierro obtenidos a partir de minerales muy siliciosos de baja ley de hierro como eran los asturianos (inapropiados para el beneficio en alto horno), según el procedimiento alemán Renn-Krupp. Para la reducción del mineral se empleaban finos de antracita y hulla, materia de escasa aplicación en la siderurgia. El sistema aplicado permitía, de un lado,

<sup>19</sup> «Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro Vizcaya-Santander». *Revista del IHA*. Núm. 4 (1954)

<sup>20</sup> «La preparación de minerales de hierro ricos en SiO<sub>2</sub>, por el proceso Renn-Krupp», Prof. Dr. Ing. F. Johannsen, del Institut für Metallhüttenwesen und Elektrometallurgie, Bergakademie, Clausthal (Alemania). II Asamblea General del IHA. Madrid, 10-15 de diciembre de 1951.

revalorizar un mineral carente de interés industrial por resultar antieconómico su beneficio; de otro lado, prescindir de combustible de calidad (minerales de baja ley), dando como resultando un producto final (nódulos Renn-Krupp) apto para el horno alto en sustitución de la chatarra o para el horno eléctrico para la fabricación de acero.

SIASA encarga entonces al IHA un amplio proyecto de investigación basado en la mejora de la calidad de los nódulos. El Instituto aborda el afino de los nódulos mediante soplado con oxígeno, después de su fusión en un horno eléctrico que había sido instalado unos años atrás. Los primeros estudios indican que la eliminación del azufre durante el proceso de fusión de los nódulos se efectúa con facilidad y bastan pequeñas adiciones de caliza y coque para obtener una escoria reductora. Se logran excelentes eliminaciones de carbono y se presentan problemas en la eliminación del fósforo que no se consigue descender de 0,3-0,4%. No es hasta 1958 cuando los científicos del IHA consiguen la desfosforación de los nódulos hasta límites de P comprendidos entre 0,02 y 0,06%. El método desarrollado por el IHA permitía afinar toda clase de hierro con independencia de sus contenidos en carbono, fósforo, silicio, azufre... y en muchos casos, el proceso desarrollado tenía ventajas sobre los procesos clásicos de conversión neumática y del horno Siemens.<sup>21</sup> Este proceso supuso un avance importante, que años más tarde se aplicaría en los convertidores LD al oxígeno. Los resultados de estas investigaciones se dieron a conocer en el transcurso de la IV Asamblea General del IHA.<sup>22</sup>

El IHA prosiguió sus investigaciones sobre los nódulos (carburización, utilización de mezclas de nódulos y cenizas de pirita) y sobre todo, la obtención de acero en horno eléctrico de arco. En 1962 los científicos del IHA logran obtener acero en horno eléctrico de arco empleando una carga 100% de nódulos Renn-Krupp. Las investigaciones en este campo, prosiguieron hasta 1963, fecha en la cual, la crisis de SIASA hace inviable el mantenimiento de esta línea de investigación que proporcionó importantes avances tecnológicos. Si hasta 1961 la chatarra sintética salida de SIASA no tuvo dificultades para ser absorbida por el necesitado mercado siderúrgico nacional, a partir de ese año el INI decide orientar la política acerera nacional hacia el consumo de mineral de hierro, tanto español como extranjero. Tal determinación, sumada a la política de precios (caída progresiva del precio de la chatarra sintética y aumento paralelo del correspondiente a los factores de producción) y la apertura del mercado español, desencadenó la crisis irreversible de SIASA<sup>23</sup> (que en 1972 fue adquirida y achatarrada por ENSIDESA).

<sup>21</sup> El proceso desarrollado por el IHA consistía en soplar con una lanza de oxígeno muy próxima al baño fundido de los nódulos, durante un tiempo determinado para lograr la formación de una escoria fluida, oxidante y básica. Finalmente, se soplaba por encima de la capa de escoria, oxidándola, y esta capacidad de oxidación de la escoria era la que favorecía la eliminación del fósforo.

<sup>22</sup> «Algunos aspectos relativos a los ensayos para el afino de los nódulos obtenidos en las instalaciones Renn-Krupp de Avilés». IV Asamblea General del IHA. Madrid, 1959.

<sup>23</sup> «El primer fracaso del INI en Asturias: SIASA (1942-1971)». Paz Benito del Pozo. *Revista de Historia Económica*. 3 (1991): 533-540.

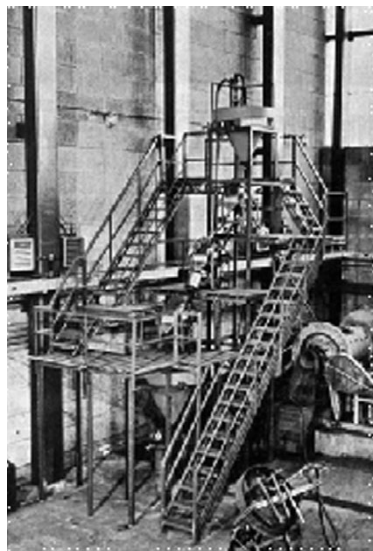


En el año 1962, las empresas siderúrgicas, previendo el interés que en aquel momento había en el mundo sobre las técnicas de enriquecimiento de minerales de hierro, desde el punto de vista técnico y económico, y en la previsión de una posible escasez de coque metalúrgico y menores contenidos de hierro en los minerales nacionales, solicitaron al IHA la elaboración de un programa ambicioso sobre este tema.

#### 4. La Investigación siderúrgica en el CENIM (1964-2007)

Con la creación del CENIM se lleva a cabo una reestructuración de las actividades científicas, creándose, en 1964, dentro del Departamento de Investigación, la Unidad de Siderurgia que a partir de entonces desarrollaría la labor que había venido realizando la Sección de Hierro del IHA. La labor investigadora realizada por el CENIM en los 60 «fue orientada, en lo posible, de acuerdo con las conveniencias o requerimientos de la industria metalúrgica española», por lo que se constituyeron en el Centro diversas Comisiones de Programación integradas por miembros del mismo y de la industria.<sup>24</sup>

A partir de ese momento, se desarrollan con mayor intensidad proyectos de enriquecimiento de minerales de hierro y de preparación de los mismos para su beneficio en el horno alto, que contemplaban la utilización de nuevas técnicas basadas en la separación magnética de minerales (Tubo Davis, Separador Isodinámico Frantz) y aglomeración mediante peletización y equipos para determinar el contenido en magnetita equivalente (Forrer). También se inician en esa época estudios sobre concentración de minerales mediante flotación por espumas. El objetivo de todos estos estudios y técnicas era lograr un concentrado de mineral de hierro de la mayor pureza posible. Los concentrados eran transformados posteriormente mediante sinterización y peletización, estudiándose los consumos específicos de coque, propiedades físico-químicas de los sinterizados y balances energéticos del proceso. Al mismo tiempo, esta línea de sinterización se completaba con estudios de reductibilidad de minerales de hierro, de sus concentrados y aglomerados por los métodos de Krupp y Linder,<sup>25</sup>



Planta piloto de tratamiento de minerales de hierro (1967).

<sup>24</sup> *Memoria General de las Actividades del CENIM*. Madrid, Enero 1965.

<sup>25</sup> Una prueba del carácter industrial de estas investigaciones fue el abaratamiento del coste de producción del arrabio, logrado mediante los estudios de sinterización. En 1967, se hacen públicas las conclusiones de un informe en el que se da cuenta de una reducción de 128 PTA en la producción del arrabio.

desarrollo de sinterizados autofundentes de alta basicidad, estudio de la reductibilidad de lechos de fusión y aumento de los rendimientos del horno alto.

Se trabajó en la concentración por separación magnética a baja intensidad en húmedo (SMBIH) de los minerales del Noroeste español, obteniéndose concentrados con contenidos en hierro superiores al 62% en peso y posteriormente, con los minerales del Suroeste, con los que se obtuvieron concentrados de hierro con más del 68%. Estos concentrados se aglomeraban posteriormente en forma de *pellets*. ENSIDESA, incorporó este tipo de concentrados a sus bandas de sinterización.

Estas líneas de investigación, de interés para el sector siderúrgico nacional, se continuaron hasta bien entrada la década de los 80. Los proyectos en esta línea fueron llevadas a cabo, en algunos casos, de manera coordinada con el Departamento de Metalurgia no Férrea.

Las investigaciones en el beneficio de minerales de hierro, se vieron impulsadas en los años 60 con la adquisición de una instalación piloto de concentración magnética, compuesta por un separador de alta intensidad en húmedo, un molino de bolas, un clasificador Wemco y una caja separadora Wemco-Remer. La planta, tenía una producción aproximada de 300 kg/h por lo que en muchos proyectos se llegaban a tratar 20 t o más de minerales. También en ese año, se instala en el CENIM el primer disco peletizador discontinuo de 1,25 m de diámetro. Este equipamiento permitió abordar a mucha mayor escala los proyectos de investigación que se realizaron a partir de entonces en el Departamento de Siderurgia. En años posteriores se adquirieron una mesa de sacudidas Wilfley y una criba de pistón Wedal. En estas instalaciones, se estudió el aprovechamiento de minerales de empresas como Andaluza de Minas S.A. y Agruminsa, obteniéndose *sinter feed* a partir de la concentración mediante técnicas de separación magnética de alta intensidad en húmedo (SMAIH).

En abril del año 1964, se constituye la Comisión Técnica de Ingenieros de Horno Alto, que más tarde se llamaría Comisión Técnica de Horno Alto, que se reunió por vez primera en Madrid y que tendría posteriormente un carácter itinerante en las diversas instalaciones siderúrgicas del país. Esta Comisión, germen de otras que vendrían después,<sup>26</sup> supuso para el CENIM el conocimiento concreto de las necesidades del sector industrial, que de este modo planificaba y planteaba el desarrollo de sus investigaciones. En las reuniones de la Comisión, se discutían resultados de las marchas industriales de los hornos altos y se presentaban informes sobre reuniones habidas en otros países. La preocupación de la Comisión, en los primeros años de su existencia, era fundamentalmente la disminución del consumo de coque en el horno alto y el establecimiento de criterios unificados para su determinación.<sup>27</sup> Era importante en la época,

<sup>26</sup> En 1965, existían ya creadas, entre otras, las Comisiones Técnicas de Enriquecimiento de Minerales de Hierro, de Nódulos Renn-Krupp y de acerías.

<sup>27</sup> En aquella época, se utilizaban las fórmulas de Flint, Wiberg y Thibaut para calcular el consumo específico de coque en el lecho de fusión del horno alto. La Comisión, en su reunión del 20 de noviembre de 1965 en Avilés (Asturias), decidió adoptar el criterio de Flint simplificado para el cálculo de los «consumos corregidos de coque específicos».

poder disponer de una fórmula que permitiera predecir el consumo de coque para los distintos tipos de arrabio. A partir de 1967, el CENIM se encarga de la recogida mensual, estudio y propuesta de mejora, de «datos de marcha» y «censo de los hornos». La Comisión Técnica de Acerías, se encargaría de la toma de datos de los hornos eléctricos de arco del país. Esta labor continuaría a nivel europeo después de la entrada de España en la Comunidad.

En 1968, se lleva a cabo una reestructuración interna del Centro y el Departamento de Siderurgia se organiza en Secciones: Enriquecimiento de Minerales, Sinterización de Minerales, Hierro y Acero.<sup>28</sup>

En el inicio de los años 70, la labor científica del CENIM comenzó a concretarse en líneas de investigación que pudieran tener un impacto más o menos inmediato en aquellos campos de la tecnología metalúrgica que estaban más necesitados de desarrollo y para los cuales la investigación nacional era un factor decisivo. Para ello, el Centro abandonó algunas líneas de investigación que había cultivado anteriormente, potenció aquellas de mayor interés industrial y abrió nuevas líneas que respondían a esos sectores estratégicos. Esas líneas quedaron expuestas en el informe que el Patronato Juan de la Cierva publicó en 1970 como Proyecto de Plan de Actuación Quinquenal.



Disco peletizador (1968).



Instalación para la utilización de prerreducidos en la factoría de Reinoso (1974).

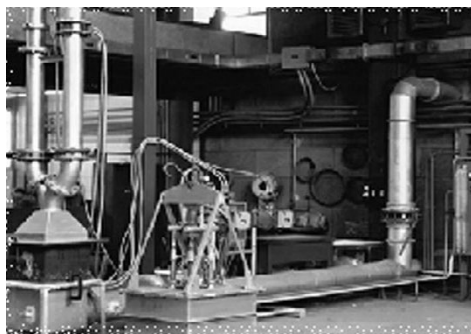
Uno de los ejes fundamentales de este Plan era la obtención de prerreducidos. La escasez de chatarras por el auge de la industria siderúrgica española hace necesaria la investigación en la obtención de materiales altamente metalizados obtenidos mediante reducción en estado sólido de minerales de hierro. El Plan incluía tres líneas fundamentales de actuación: materias primas, procesos de producción de prerreducidos y utili-

<sup>28</sup> Jefe del Departamento: J.A.Boned Sopena; Sección de Enriquecimiento de Minerales: Jefe de Sección J.J. Niño de Oláiz, Colaboradores: R. Martín Moyano y F. García Carcedo; Sección de Sinterización: A. Fillol Ciórraga; Hierro: Jefe de Sección: F. Juan Asensio González, Colaborador: A. Formoso Prego; Acero: L. de Dompablo y G. Albizuri Higuera (Colaboradores).

zación en las acerías. Durante años, esta fue una de las investigaciones fundamentales del CENIM, que concluyeron años más tarde sin que los resultados se transfirieran a la industria, a pesar de que se consideró durante algún tiempo la construcción de las dos plantas de prerreducidos con gas natural. El proceso desarrollado en el CENIM consistía en la prerreducción de minerales de hierro en hornos de cuba alimentados con gas natural.

La utilización de prerreducidos en hornos de arco sustituyendo parcialmente a la chatarra, permitía mejorar la productividad del horno con respecto a la marcha convencional así como disminuir elementos perniciosos para el acero procedentes de la chatarra.<sup>29</sup> El proceso desarrollado en el CENIM se llevó a la práctica industrial en las factorías de Unión Cerrajera (hoy Altos Hornos de Vergara, S.A.) y en la Naval de Reinosa. Estas investigaciones, se extendieron años más tarde a los procesos de fundición.<sup>30</sup> El CENIM desarrolló un proyecto de planta industrial para el aprovechamiento del calor de los humos de los hornos eléctricos de arco para fabricación de acero, cuyo prototipo se patentó<sup>31</sup> en 1979. El sistema permitía alcanzar un ahorro energético comprendido entre 40 y 50 kWh/t de acero con un aumento de la productividad comprendida entre un 4 y un 8%. Las investigaciones en esta línea, se extendieron hasta 1983.

En 1971 se firma un convenio de colaboración a través del Instituto Nacional de Industria (INI) entre ENSIDESA y el CENIM para la realización de trabajos de I+D en el sector siderúrgico. Fruto de esta colaboración fue la instalación en Avilés de una planta de sinterización que estuvo en funcionamiento hasta finales del año 2001, año en el que se realizó el último de los trabajos en dicha planta.



Planta de sinterización instalada en el CENIM (1979).



Planta de desulfuración de arrabio desarrollada por el CENIM.

<sup>29</sup> *Estudio de la marcha metalúrgica y de los parámetros que determinan el coste de fabricación de acero con prerreducidos en horno de arco*. Tesis Doctoral. Miguel Fernández López. 1982. Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>30</sup> «Fabricación de fundición a partir de prerreducidos». J.L.Enríquez, *Colada*, 1982, 15: 12-15.

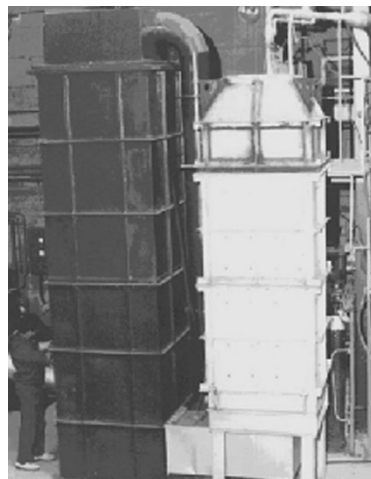
<sup>31</sup> Procedimiento e instalación de depuración de humos para hornos de fabricación de acero con aprovechamiento del calor de aquéllos para calentar sus materias primas. M. Fernández López. Patente ES480010. 1979.

Con el tiempo, la colaboración con ENSIDESA se amplió a otras líneas de investigación, como el control de la marcha del horno alto, la desulfuración del arrabio, la disminución del contenido de álcalis en los minerales de hierro, la determinación del grado de asimilación de la cal contenida en los sinterizados, entre otras. Este convenio de cooperación tuvo, durante los años de su vigencia, una gran productividad tecnológica, fruto de la cual fueron un gran número de patentes registradas conjuntamente, y dio lugar a una importante producción científica y tesis doctorales.

Junto a estas productivas líneas de investigación, el CENIM avanzó en el estudio del control de marcha del horno alto, disminuyendo el consumo energético y aumentando la productividad; en el control del estado térmico del horno alto y acondicionamiento del viento, mediante la disminución del consumo específico de coque y utilizando otras fuentes de energía y en la desulfuración del arrabio fuera del horno alto. En este sentido, en aquellos años, se registraba un importante consumo de minerales de alto contenido en álcalis, lo que obligaba a limitar la basicidad de la escoria del horno alto y consecuentemente su capacidad de eliminar azufre. El elevado coste de eliminación y las exigencias cada vez mayores de fabricar aceros con bajos contenidos en azufre, abrieron nuevas líneas de investigación

basadas en el desarrollo de procesos de eliminación de este elemento fuera del horno alto. En esta línea, una de las más importantes aportaciones del CENIM fue la patente ES456547 *Lanza de inyección de sólidos granulados y pulverulentos en el hierro fundido* de D. Fermín Juan Asensio Gonzalo y D. Antonio Gutiérrez Gracia.<sup>32</sup> La lanza de inyección, recubierta interiormente por un refractario especial, permitía la inyección e inmersión en la masa fundida de hierro de cualquier producto o productos utilizados en la desulfuración del arrabio, evitando pérdidas y contaminaciones. Este desarrollo se implantó a nivel industrial en la factoría de Altos Hornos del Mediterráneo en Sagunto.

La crisis del petróleo, iniciada en 1973 cuadruplicó el precio del crudo y unido a la gran dependencia que tenía el mundo industrializado del petróleo de la OPEP, provocó un fuerte efecto inflacionista y una reducción de la actividad económica en los países afectados. La industria side-



Planta de precalentamiento de chatarras (1982).

<sup>32</sup> Esta Patente mereció, en 1977, el Premio «García Cabrerizo» a la Innovación. Puede consultarse en: [https://digital.csic.es/bitstream/10261/6537/1/0456547\\_A1.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/6537/1/0456547_A1.pdf).

rúrgica no fue ajena a este efecto reductor de la actividad y atravesó momentos difíciles, que en algunos casos, llevó consigo ajustes de plantillas y planes de reestructuración. La industria siderúrgica intenta conseguir un mayor ahorro energético. Este objetivo, en los años 80, alcanza al CENIM implantando nuevas líneas de investigación, como el aprovechamiento de la energía de los humos de los hornos de arco para el precalentamiento de las chatarras; estudio sobre la utilización como combustibles de coque, antracita y carbón vegetal en procesos de sinterización, ahorro energético y optimización de los procesos siderúrgicos de fabricación de arrabio.

En 1982, ENSIDESA, PRESUR (ambas empresas estatales) y la sociedad alemana LURGI, constructora de HISPANOGRAS, llegaron a un acuerdo, según el cual, LURGI se comprometía a facilitar a ENSIDESA *pellets* de Fregenal de la Sierra de la misma calidad que los brasileños. La empresa siderúrgica asturiana compraría 800.000 t. de *pellets* a PRESUR al precio internacional y la propia LURGI vendería en el mercado exterior el resto de la producción de Fregenal de la Sierra, aproximadamente 325.000 t.

El inicio de actividades de PRESUR (Prerreducidos Integrados del Suroeste de España) permite al CENIM firmar un Plan Concertado con dicha empresa para el estudio de un «proceso de beneficio de minerales de hierro con carbón y plasma térmico». Los minerales de hierro a estudiar, eran concentrados de magnetita de Fregenal de la Sierra (Huelva). El Plan, supuso una importante inversión en equipamiento para el Centro y permitió la adquisición e instalación de una planta piloto de plasma térmico de arco no transferido que sirvió para alcanzar los objetivos de dicho Plan. La instalación se ha venido utilizando a partir de entonces en diversos proyectos de investigación, entre los que cabe destacar los que se desarrollaron entre 1983 y 1994 en el marco de cooperación entre el CENIM y diversos centros de investigación de Cuba, financiados por diversos programas de ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial). Los proyectos desarrollados en este fructífero período de cooperación bilateral, incluyeron el beneficio de escombros lateríticos y su aprovechamiento metalúrgico y la obtención de aceros y ferroaleaciones de alto valor añadido. Posteriormente (1988), la instalación de plasma sirvió para la realización de un proyecto de investigación financiado por la UE sobre recuperación de metales contenidos en catalizadores agotados.<sup>33</sup>



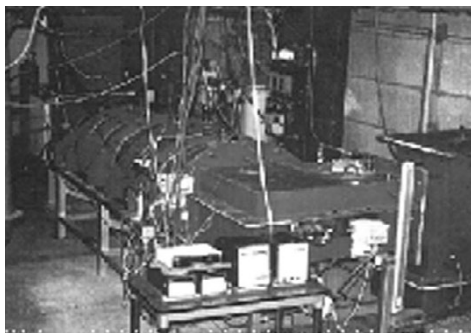
Planta de plasma de 150 kW (1984).

<sup>33</sup> Recovery of metals from residues using a pyrometallurgical plasma system (MAIR-001C) (1988-1989). Part a) Spent catalyst from oil refine industry.

A partir de 1986, fecha en la que España se incorpora a la Comunidad Económica Europea, se comienza a participar activamente en los programas comunitarios de Investigación y Desarrollo, especialmente, las englobadas en el Tratado de CECA. En 1986, el CENIM consigue su primer proyecto de investigación europea titulado *Reutilización de subproductos minerometalúrgicos mediante tratamientos mineralúrgicos y posterior aglomeración*.<sup>34</sup>

Durante la vigencia del Tratado, el CENIM participó en 48 proyectos de investigación, 21 de ellos han tenido relación con la metalurgia primaria y el reciclado de materiales siderúrgicos. Dichos proyectos se realizaron en colaboración con empresas e instituciones europeas y han contribuido al incremento del prestigio del CENIM.

Si bien todos los proyectos realizados han tenido importante impacto industrial y científico, caben destacar, por sus aplicaciones industriales, las investigaciones realizadas en la caracterización de carbones para la inyección en el horno alto y las mejoras tecnológicas en los procesos de inyección de carbones. El primero de estos proyectos desarrollados,<sup>35</sup> se realizó en 1993 utilizándose la planta piloto de inyección de carbones que había sido construida en 1990 dentro de un contrato de investigación con Altos Hornos de Vizcaya.<sup>36</sup> Esta planta se utilizó posteriormente en el estudio del reciclado de aceites residuales siderúrgicos.<sup>37</sup>



Planta piloto de inyección de carbones (1994).



Planta piloto de fabricación de fertilizantes NPK (1993).

<sup>34</sup> Reutilización de subproductos minerometalúrgicos mediante tratamientos mineralúrgicos y posterior aglomeración. ECSC 7210-AB/931. Investigador responsable: D. Fernando García Carcedo (1986-1989).

<sup>35</sup> Further developments in blast furnace injection technology. Investigadores responsables: A. Formoso y A. Isidro (1993-1996).

<sup>36</sup> Preselección de carbones para inyección en hornos altos. CT.1990. Investigador responsable: M. Fernández.

<sup>37</sup> A. Cores, A. Formoso, J.L. Verduras y S. Ferreira. «Reciclado de aceites residuales siderúrgicos por inyección en toberas del horno alto». *Rev. Metal.* Madrid 34 (1998).

En 1989, el CENIM consigue el primer proyecto sobre utilización agrícola de escorias LD,<sup>38</sup> proyecto al que seguirían otros dos más en este campo y que permitieron el desarrollo de tecnología para la transformación de la escoria en fertilizantes NPK, llevándose a cabo la construcción de una planta de demostración en la factoría de Avilés.<sup>39</sup> Las investigaciones en esta área permitieron, además, obtener una patente sobre el uso de escorias siderúrgicas para combatir los efectos de la lluvia ácida.<sup>40</sup> El último de los proyectos sobre aplicaciones agrícolas de escorias siderúrgicas, finalizó en el año 2004 junto con otro de los proyectos realizados en el CENIM sobre aplicaciones de las escorias de la metalurgia secundaria.<sup>41</sup>

En los años 90, cuando la UEI de Siderurgia pasa a denominarse Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado, como consecuencia de la reestructuración habida en el Centro, el CENIM inicia proyectos de investigación que introducen tecnologías de simulación y modelización y control en el horno alto y en diversas operaciones siderúrgicas, proyectos que continúan en estos momentos. El primero de ellos<sup>42</sup> se inició en 1993, y en 1995 comienzan los primeros estudios sobre el *raceway*,<sup>43</sup> que tuvieron una gran trascendencia para la industria siderúrgica.<sup>44</sup> El CENIM diseñó una cámara de combustión que simuló las condiciones del *raceway* en la mayor extensión posible. La cámara se instaló en Avilés (Asturias) y sirvió para la realización de varios proyectos de investigación, como el iniciado en 2004, denominado MEMORACE,<sup>45</sup> en el que se estudió la optimización de la inyección de tasas elevadas de carbón pulverizado en los hornos altos, en sustitución de coque y la modelización matemática de los intercambios de calor y de los fenómenos de combustión en el *raceway*.

La mejora de la producción de la banda de sinter y de la regularidad del sinter producido controlando la producción y la propagación del frente de llama<sup>46</sup> o el estudio de la influencia de los materiales de la mezcla de

<sup>38</sup> Utilización agrícola de escorias LD. (ECSC 7210-XA/931) (1989-1992). Investigadores responsables: A. Formoso y F.A. López.

<sup>39</sup> Production of NPK fertilizers from steel manufacturing by-products & improved fertilization through computerized techniques. (ECSC 7210-CB/935). Investigador responsable: F.A. López (1993-1996).

<sup>40</sup> Procedimiento para la fabricación de nuevos productos para su uso en la lucha contra la acidificación de suelos agrícolas y forestales. ES8903185. F.A. López, A. Formoso y J. Medina (1989).

<sup>41</sup> Efficient utilisation of raw materials used in secondary metallurgy as flux in the electric arc furnace. ECSC (7210-PR-203) (2001-2004). Investigadores responsables: A. Formoso y A. Cores.

<sup>42</sup> Advanced modellization for blast furnace control. Investigadores responsable: J. Mochón y A. Formoso (1993-1996).

<sup>43</sup> Cavidad formada enfrente de cada tobera del horno alto. La temperatura en esa zona está comprendida entre 1400-1900°C. Rodeando al *raceway*, hay coque incandescente.

<sup>44</sup> Modelling of gas and char flows at high PCI thorough experimental and theoretical studies of the *raceway* and the dead man. A. Formoso y A. Isidro (1995-1998).

<sup>45</sup> Improvement of the *raceway* monitoring under modern blast furnace operating conditions. RFS-CR-04001. (MEMORACE). Investigador responsable: A. Isidro.

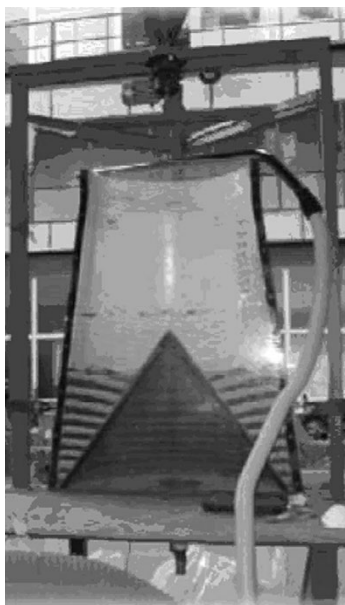
<sup>46</sup> Improvement of the yield of strand and the regularity of sinter by control of charging conditions and monitoring of flame from propagation. RFSR- 7210/PR003. (1997-2000). Investigador responsable: J. Mochón.



sinterización de minerales de hierro de alta productividad sobre el impacto ambiental y el estudio de las emisiones gaseosas (principalmente  $\text{CO}_2$ ) en los procesos de sinterización, fueron otros de los importantes proyectos de investigación que el CENIM realizó en el ámbito de la investigación siderúrgica CECA.

En el año 2001 se encontraban en curso de realización 23 proyectos de investigación subvencionados por la Unión Europea, de los cuales 17 (74%) correspondían al Programa CECA.<sup>47</sup>

El 26 de junio de 2002 tuvo lugar en Luxemburgo el acto oficial de clausura del Programa de Investigación Científica y Técnica de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA). Después de 50 años de incentivar y potenciar la investigación siderúrgica en Europa, CECA desaparecía habiendo cumplido satisfactoriamente, en opinión de todos los países europeos, con la misión y objetivos que se habían trazado: aumentar la competitividad de la industria siderúrgica europea a través de la fabricación de mejores aceros, de la reducción de costes y de la reducción del impacto medioambiental.



Instalación piloto para el estudio y modelización de la circulación de gases en el horno alto (Zona cohesiva)(2003).



Cámara de combustión instalada en Avilés para el estudio del *raceway* (2002).

<sup>47</sup> La investigación siderúrgica en el CENIM. Medina, S.F.; López, F y Morcillo, M. *Revista de Metalurgia*. 2003 (3): 193-204 (en este trabajo, puede encontrarse una descripción de todos los proyectos CECA en vigor en el año 2001; disponible en: <https://intranet.cenim.csic.es/revista/may-jun-2003.pdf>).

Como ejemplo de lo que ha representado CECA, cabe citar que el primer proyecto financiado por este programa fue sobre el horno alto y el objetivo era el empleo de carbón pulverizado como agente reductor. Su aplicación industrial ha ahorrado más dinero que toda la inversión hecha en el programa de investigación durante los 50 años de su existencia. Otro logro importante ha sido el aumento de la colada continua sin perder calidad. Se han producido avances en la galvanización, en la protección del medio ambiente (destrucción de dioxinas, depuración de humos.....). Se han obtenido muchas mejoras en la fabricación de productos largos y planos, en el desarrollo de nuevos aceros (alta resistencia) para la industria de la automoción, para la fabricación de tubos, etc. El desarrollo del sínter fue muy importante para reducir la emisión de los gases de combustión. Las emisiones de CO<sub>2</sub> pasaron de 2.996 kg/t en 1950 a 1.553 kg/t en el año 2000. La utilización de coque pasó de 927 kg/t a 366 kg/t en el mismo período.

Aunque la CECA dejó de existir en julio de 2002, los fondos que aún mantenía, estimados en 1.600.000 €, siguieron apoyando proyectos específicos dentro del VI-Programa Marco.

En el período 2002-2007, el CENIM mantenía, en el área de investigación relacionados con la siderurgia cinco proyectos activos, algunos de ellos, aún en fase de realización en estos momentos<sup>48,49,50</sup> y en los que se está estudiando la mejora en la vida de operación y servicio del horno alto mediante el perfeccionamiento de la monitorización y control del crisol a través de modelos basados en programación lineal difusa, la introducción de nuevas tecnologías aplicadas a la fabricación del acero, el desarrollo de modelos basados en redes neuronales de los datos de sondas superiores internas del horno alto para mejorar el control del mismo, el desarrollo de sistemas neuronales difusos para mejorar el control del horno eléctrico de arco o el diseño y desarrollo de un horno, mediante sistemas neuro-fuzzy, de gran capacidad para altas temperaturas homólogas.

Finalmente, son de destacar las investigaciones realizadas para evaluar la utilización de biomasa en el horno alto en sustitución del carbón de origen mineral. Estas investigaciones, que forman parte del proyecto ULCOS<sup>51</sup> del VI Programa Marco de la UE, han permitido diseñar e instalar una planta piloto de pirólisis en la que se estudian, entre otros temas, la obtención de finos de carbón vegetal para su uso siderúrgico.

Es necesario hacer referencia a una serie de importantes proyectos de investigación que se desarrollaron dentro del marco de CECA y que incidieron en diversos aspectos del impacto ambiental producido por la industria siderúrgica.

<sup>48</sup> Hearth Efficiency. RFSR-CT-2007-00001. Investigador responsable: J. Mochón.

<sup>49</sup> Consistent blast furnace operation whilst using low cost raw materials. RFSR- 00002/0803. (2003-2007). Investigador responsable: J. Mochón.

<sup>50</sup> Enhanced B.F. operation life and service life by improved monitoring and control of the hearth. RFS-CR-03013 (2003-2007). Investigador responsable: J. Mochón.

<sup>51</sup> Ultra Low CO<sub>2</sub> Steelmaking: Charcoal injection into the blast furnace via the tuyeres under conventional and new (NBBF) operating conditions. RFSR-CT-2005-00001 (2005-2008). Investigador responsable: M. Fernández López.

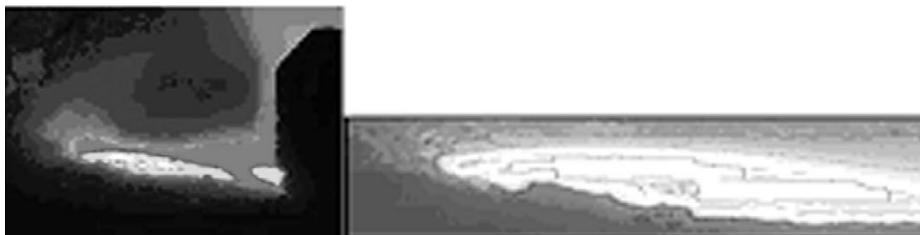


Imagen *tapping* de una colada y simulación de perfiles de temperatura.

En 1993, el CENIM lidera un proyecto sobre utilización de técnicas de biotecnología para el tratamiento de las aguas de decapado sulfúricas.<sup>52</sup> Se basó en la utilización de diversas bacterias oxidantes que permitieron la obtención de ferritas de hierro, estudiándose diversas aplicaciones de las mismas y llevándose a cabo la construcción de una planta piloto. Las investigaciones sobre el tratamiento de aguas de decapado, se ampliaron en el año 1997 a las procedentes de la fabricación de aceros inoxidables, participando el CENIM en el Proyecto BRITE-EURAM-PIBARE sobre el tratamiento de las aguas de decapado nítrico-fluorhídricas.<sup>53</sup> La relevancia de este proyecto, que permitió la construcción de una planta de demostración en las instalaciones de Técnicas Reunidas S.A. en Madrid, alcanzó un alto grado de excelencia científica dentro de un proyecto de investigación<sup>54</sup> realizado con financiación del Plan Nacional en el año 1999. Esta productiva línea de trabajo, cuyos resultados fueron publicados en revistas científicas de gran impacto, finalizó en el año 2004 cuando concluyó el último de los proyectos realizados sobre este tema<sup>55</sup> en el que se utilizaron de manera novedosa técnicas de filtración con membranas. Posteriormente, dentro de una acción bilateral con Brasil, se estudió, de manera complementaria a las investigaciones anteriores, la recuperación de metales contenidos en las aguas de lavado del decapado de aceros inoxidables mediante polímeros funcionalizados.<sup>56</sup>

La incursión en técnicas biotecnológicas y su combinación con otras de carácter hidrometalúrgico se aplicaron también con éxito en la elimina-

<sup>52</sup> Recovery and Recycling of heavy metals and hydrocarbons by use of biotechnological techniques. ECSC 7261/02/512) (1993-1996). Investigador responsable: F.A. López.

<sup>53</sup> Novel process to recover by-products from the pickling baths of stainless steel. BRITE-EURAM (BRPR-CT97-0407) (1997-2000). Investigadores responsables: A. Formoso y F.A. López.

<sup>54</sup> Reutilización de óxidos metálicos procedentes del proceso PIBARE de tratamiento de aguas de decapado del acero inoxidable. MAT99-1152-CE. Investigadora responsable: A. López-Delgado.

<sup>55</sup> Ecoefficient technology for recovering acids and metals from rinse water in stainless steel pickling. ECSC (7210-PR-301) (2001-2004). Investigadores responsables: A. López Delgado y F.A. López.

<sup>56</sup> Proyecto de Investigación Internacional. Proyecto Multilateral. 2004BR0012. (2004-2005). Investigadora responsable: A. López Delgado.



Planta piloto de pirólisis (2008).

miento de los polvos generados en la fabricación de aceros en las acerías eléctricas. El primer proyecto, se inició en 1989 con el desarrollo de pelets autorreductores, lo que permitía obtener óxido de cinc de elevada pureza.<sup>58</sup> Este primer proyecto se desarrolló con la ayuda de las Tasas y Exacciones Parafiscales. Entre 1991 y 1992, el CENIM consigue el interés de las empresas siderúrgicas españolas y logra dos importantes actuaciones para evaluar las mejores tecnologías disponibles para el tratamiento de los polvos de acería.<sup>59</sup>

En 1995 y como consecuencia de los trabajos de investigación que el CENIM desarrolla con la empresa ASER (ejecutora en España del proceso Waelz), se desarrolla la patente «Procedimiento para la obtención de un óxido de cinc de alta pureza mediante lixiviación de óxidos Waelz con disoluciones de carbonato amónico»<sup>60</sup> que llega a implantarse a nivel industrial en la factoría de ASER en Erandio (Vizcaya).

En 1999, y recuperando la idea desarrollada en 1989, el CENIM estudia, junto

con la obtención de grasas en los procesos de laminación, realizándose en 1997 un proyecto CECA que permitió desarrollar un proceso de purificación de dichas aguas residuales.<sup>57</sup>

Finalmente, una larga y productiva línea de investigación en la que han participado diversos grupos de investigación del CENIM a lo largo de los últimos veinte años, ha sido el trata-



Planta piloto de obtención de ferritas a partir de aguas de decapado tratadas con bacterias (1999).

<sup>57</sup> Biological degradation of organic pollutants in water circuits of degreasing systems. 7210-PR/042 (1997-2000). Investigador responsable: F.J. Alguacil.

<sup>58</sup> Aprovechamiento del contenido metálico de polvos de acería eléctrica mediante técnicas físicas, químicas y pirometalurgia de altas temperaturas. (1989-1991). Investigador responsable: F. Medina.

<sup>59</sup> Realización de evaluación técnica y económica de los procedimientos de reducción carbo-térmica y lixiviación con cloruro amónico para el tratamiento de polvos de acería eléctrica de arco. Ministerio de Industria y Comercio. Dirección General de Electrónica y Nuevas Tecnologías (1312/91 (Plan de Infraestructura Tecnológica) y CICYT (PTR92-004) (1992-1993). Investigador responsable: A. Formoso.

<sup>60</sup> Procedimiento para la obtención de un óxido de cinc de alta pureza mediante lixiviación de óxidos Waelz con disoluciones de carbonato amónico. F.J. Alguacil, N. de Goicoechea, I. Daño-beitia, A. Cobo, C. Caravaca, F. García. ES9500605. 1995.

con un consorcio de empresas del País Vasco, el proceso RECUMET<sup>61</sup> que patenta la empresa Oñeder S.A.<sup>62</sup> El proceso se basa en la fabricación de briquetas autorreductoras de polvo de acería cuya introducción en el horno eléctrico de arco enriquece el polvo hasta valores admisibles por el proceso Waelz. Las investigaciones en esta línea, prosiguieron en el año 2002 con el desarrollo de un Proyecto PROFIT<sup>63</sup> y finalizaron en el año 2005 con la realización de un proceso de inertización mediante aglomeración con cemento y fusión posterior.<sup>64</sup>



Briquetas autorreductoras  
RECUMET.

A través de Proyectos Nacionales, se han estudiado otros residuos siderúrgicos, entre ellos los polvos y lodo del horno alto<sup>65</sup> y la cascarilla de laminación.<sup>66</sup> Los resultados no han sido transferibles al sector industrial, pero han generado una importante producción científica.

Finalmente, y aunque no se trata de un proyecto específico de investigación siderúrgica, el CENIM, junto con un consorcio integrado por centros de investigación de más de doce países, participó en la Red Alfa-II,<sup>67</sup> dentro del V Programa Marco de investigación de la UE y cuyo objetivo fue desarrollar una red de educación tecnológica en el área de las distintas vías de producción de acero inoxidable en América Latina, estudiando también la denominada «vía vertical»: desde el mineral al acero inoxidable.

## 5. Conclusiones

A lo largo de los 60 años de vida del CENIM, la investigación siderúrgica ha sido una de las líneas fundamentales científicas y tecnológicas del Centro desde la creación del Instituto del Hierro y del Acero. Siempre cer-

<sup>61</sup> Valorización de residuos procedentes de procesos de descontaminación de gases de fusión de hornos de arco eléctrico y afino. Ministerio de Industria y Energía (Programa ÁTHICA. E326) (1999-2001). Investigador responsable: F.A. López. Una descripción del proceso y sus resultados, puede verse en el trabajo: «Enhancement of electric arc furnace dust by recycling to electric arc furnace», *Journal of Environmental Engineering*, 2002, 128(12), 1169-1174.

<sup>62</sup> Recycling process for electric arc furnace dust and product obtained therefrom . A. Ugarte. EP20030380210 (2003).

<sup>63</sup> Desarrollo de un proceso de cogasificación para el tratamiento de humos. Ministerio de Ciencia y Tecnología. PROFIT (MAT99-1152-CE) (2000-2002). Investigador responsable: F. A. López.

<sup>64</sup> Inertización de residuos de acería eléctrica mediante aglomeración con cemento y fusión posterior. CAM 200261046. (2002-2004). Investigador responsable: F.J. Alguacil.

<sup>65</sup> «The influence of carbon content of blast furnace sludges and coke on the adsorption of lead ions from aqueous solution». A. López-Delgado; C. Pérez and F.A. López. *Carbon*, 1996, 34(3), 423-431.

<sup>66</sup> «Removal of copper ions from aqueous solutions by a steelmaking by-product». F.A. López, M.I. Martín, C. Pérez, A. López-Delgado and F.J. Alguacil . *Water Research*. 2003, 37, 3883-3890.

<sup>67</sup> Extension and optimisation of pyrometallurgical process and routes for stainless steel production in Latin America. ALFA-II. Investigadores responsables del CENIM: A. Cores y F.J. Alguacil (2002-2005).

cana a la industria nacional y posteriormente europea, ha sabido estudiar y aplicar nuevos procesos que han influido en el desarrollo de la industria siderúrgica, implementar soluciones innovadoras que han contribuido a mejorar el sínter, el arrabio y el acero, el funcionamiento de los hornos altos y hornos eléctricos de arco, aplicar procedimientos eco-eficientes y a mejorar el medio ambiente siderúrgico. Es difícil, en la sociedad de la información en la que vivimos, realizar una búsqueda de artículos científicos y de patentes y no encontrar, en este ámbito del conocimiento científico, referencias a las investigaciones y desarrollos llevados a cabo en el CENIM. Estas investigaciones, contribuyeron en gran medida al reconocimiento otorgado por la Unión Europea como Centro de Excelencia en la Red Europea de la Investigación Siderúrgica elaborada por EUROFER.

En homenaje a los que están, a los que estuvieron y como documento de lectura para los que vendrán.

## 6. Agradecimientos

El autor desea hacer constar su agradecimiento a Fernando García Carcedo, Miguel Fernández López, Javier Mochón, Alejandro Cores, Alberto Isidro, Aurora López Delgado y Francisco José Alguacil por su ayuda y colaboración en la realización de este trabajo.

## PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

### LA INVESTIGACIÓN EN EL CENIM

Cuando se fundaron los Institutos que más adelante darían lugar a la creación del CENIM, la idea principal era ayudar a la industria siderometalúrgica a recuperar los niveles de producción que el país había alcanzado en los años anteriores a la Guerra Civil Española. Durante el curso de ésta, la mayor parte de los centros de producción habían sido destruidos. A su término, la reconstrucción del país exigía unos suministros que nunca alcanzaban a cubrir la demanda. Los materiales de toda clase recuperados de las ruinas que abundaban por todo el territorio nacional eran la principal, y en muchos casos única, fuente de suministros. Así, se veía cómo de las ruinas se recogía todo tipo de materiales: ladrillos a los que se les quitaba el yeso que los recubría, restos de vigas de hierro, cristales, el plomo de las tuberías... todo se aprovechaba. En Madrid, existían numerosos establecimientos en los que se anunciaba: Se venden materiales de derribo.

Además, la situación económica de autarquía impuesta, por una parte, por las autoridades y, por otra, por la carencia de divisas y por la decisión manifestada por los países vencedores de la II Guerra Mundial de no comerciar con España, retrasó durante algunos años la recuperación del país.

Ante este panorama, la principal misión de los nuevos centros debía consistir en contribuir a la puesta en marcha de los centros de producción. En esta labor, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, a través del Patronato Juan de la Cierva y de sus Institutos, participó de manera muy señalada. En aquellos primeros momentos, la investigación quedaba en un segundo plano. Bien es verdad que en la mente de quienes dirigían los Institutos siempre estaba presente el deseo de participar en la tarea de contribuir al progreso de la Metalurgia mediante la realización de trabajos de investigación, incluso en condiciones de gran precariedad de medios.

No obstante, hubo casos heroicos que, indudablemente empujados por la necesidad, supieron encaminar sus pasos hacia estudios, que, aun teniendo un objetivo final de carácter práctico, necesitaron de importantes investigaciones.

En concreto, el Instituto de la Soldadura puso su máximo empeño en preparar, tanto a los técnicos como a los especialistas, en una disciplina que

cada vez adquiría mayor importancia. Sus Cursos de Especialización adquirieron un gran prestigio.

Por su parte, el Instituto del Hierro y del Acero participó de forma destacada en la elaboración de las Tablas de Tipificación de numerosos tipos de aceros, así como de las Tablas Tecnológicas de otros. Dichas Tablas tenían el propósito de poner orden en el, en aquellos momentos caótico, mercado español del acero y elevar la calidad y la variedad de los productos fabricados.

Se realizó también una gran labor en la unificación de métodos de análisis químicos de productos siderúrgicos y preparación de muestras patrón de aceros que fueron utilizadas en los distintos laboratorios siderúrgicos nacionales con el fin de obtener resultados fiables y comparativos.

La labor del Instituto de Metales no Férreos, cuya existencia fue mucho más breve que la de los dos Institutos anteriores, se centró en preparar adecuadamente a su personal técnico. La mayor parte de este personal amplió sus conocimientos mediante becas en universidades y centros de investigación de los países más avanzados en metalurgia de todo el mundo, principalmente Alemania, Reino Unido, Francia y Estados Unidos. También dedicó gran atención a la divulgación de la información relacionada con los metales no férreos y se llevaron a cabo numerosos trabajos para la industria del plomo, del cinc y del aluminio, pudiendo destacarse, entre otras actividades, los convenios con la ILZRO (International Lead and Zinc Research Organization), de cuya edición en español de sus cuadernos se ocuparía más tarde el CENIM. Asimismo, se realizaron revisiones técnicas y una importante labor normativa.

Sería hacia los primeros años del decenio comenzado en 1960 cuando, sobre todo gracias a los Planes de Desarrollo Económico y Social, España empezó a dedicar mayor atención a la investigación.

Con dicha época coincidió la creación del CENIM, que englobaba a los Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero y de Metales no Férreos, y que, aun dedicando una gran atención a actividades de ayuda a la industria, empezó a poner en marcha importantes programas de investigación a los que hoy continúa considerando como su labor más importante.

A continuación, se incluye la mayor parte de los proyectos de investigación llevados a cabo por el CENIM en los casi 50 años de su existencia.



## **01. METALURGIA PRIMARIA**

### **01.1. Siderurgia**

#### **1964**

Aprovechamiento siderúrgico de las cenizas de piritas tostadas  
Beneficio de minerales nacionales pobres de manganeso  
Contribución técnica a la mejor preparación de los carbonatos de hierro de Vizcaya para su beneficio en los hornos altos  
Enriquecimiento de minerales de hierro de la zona galaico-leonesa por vía magnética  
Estudio del cubilote con materias españolas  
Posibilidad de beneficio de las monteras de Gossan en Río Tinto

#### **1966**

Estudio de defosforación de los concentrados magnéticos de los minerales de la zona galaico-leonesa  
Estudio de la reductibilidad de minerales de hierro, de sus concentrados y aglomerados por los métodos de Krupp y de Lindeer  
Peletización de finos y concentrados de minerales de hierro

#### **1968**

Aumento de los rendimientos de los hornos altos  
Concentración y peletización de los minerales de hierro del Suroeste  
Sinterizados de mineral de hierro de alta basicidad

#### **1969**

Estudio comparativo de las propiedades de los coques españoles y su comportamiento en el cubilote  
Influencia de las características metalúrgicas de la cal en el horno eléctrico

#### **1970**

Nuevas técnicas de peletización aplicadas a minerales de hierro españoles y a subproductos siderúrgicos pulverulentos  
Prerreducción de concentrado de minerales de hierro nacionales

## 1973

Beneficio de los minerales complejos del SO de la Península  
Control del horno alto y calidad del arrabio  
Preparación y calidad de los materiales de la carga del horno alto  
Producción y utilización de prerreducidos en España

## 1975

Aprovechamiento de las jarositas  
Aprovechamiento de los combustibles nacionales con vistas a su utilización en prerreducción  
Caracterización y comportamiento de los materiales en el horno alto  
Composición óptima de la ganga de los materiales de la carga del horno alto  
Control del estado térmico del horno alto y acondicionamiento del viento  
Desulfuración externa del arrabio  
Reoxidación de los prerreducidos  
Utilización de prerreducidos en el cubilote  
Utilización de prerreducidos en horno eléctrico de arco

## 1976

Aprovechamiento siderúrgico de minerales de hierro nacionales  
Beneficio de minerales complejos

## 1980

Ahorro del consumo específico de coque actuando sobre la preparación y calidad de la carga y sobre parámetros de marcha del horno alto

## 1981

Aglomeración de ultrafinos de minerales de hierro para su posterior beneficio en el horno alto  
Ahorro energético en la industria siderúrgica  
Disminución del consumo energético en la producción de arrabio  
Exploración sobre la aptitud a la prerreducción de un mineral magnético nacional

Metalurgia en cuchara mediante inyección

Separación magnética en el beneficio de los minerales de hierro

**1984**

Concentración de minerales oxidados de Fe, Zn y Pb de yacimientos españoles de sulfuros complejos

**1985**

Ahorro energético y optimación de los procesos siderúrgicos de cabecera en la elaboración de arrabio

Eliminación de alcalinos en minerales de hierro por medios físicos, químicos y en la aglomeración posterior para su beneficio en el horno alto

Nuevas concepciones del afino del acero en el horno de arco y cuchara de colada

Obtención de pelets siderúrgicos con alto contenido de óxido magnético a partir de concentrados de minerales de hierro

**1986**

Aprovechamiento de residuos siderúrgicos sólidos por tratamientos mineralúrgicos y posterior aglomeración mejorando la calidad de los productos aglomerados

Aprovechamiento del contenido metálico de los polvos de acería eléctrica mediante técnicas físicas, químicas y de pirometalurgia de alta temperatura

Mejora de la producción industrial de pelets siderúrgicos mediante ensayos de planta piloto de peletización de nuevo diseño

Proceso de beneficio de minerales de hierro con carbón y plasma térmico

Reducción directa de finos de minerales de hierro en horno de pared fluida de alta temperatura

**1988**

Investigaciones premetalúrgicas de las colas de moa para usos siderúrgicos

**1989**

Estudio de residuos minero-industriales de Cuba

Planta piloto de peletización de nuevo diseño

## 1990

Nuevo proceso controlado de sinterización para la producción de P/M avanzados de aceros

Sistema experto para la operación de hornos eléctricos de arco.  
Estudio preliminar

## 1991

Combustible procedente de carbones de alto contenido de sulfuro por procesos de separación magnética

## 1992

Aprovechamiento de finos de minerales y residuos de las industrias mineras, siderúrgicas y metalúrgicas para la protección del medio ambiente

Modelo matemático avanzado para el control del alto horno

Realización de evaluación técnica y económica de los procedimientos de reducción carbotérmica y lixiviación con cloruro amónico para el tratamiento de polvos de acerías eléctricas de arco

## 1993

Estudio de la adsorción/desorción de metales pesados en sólidos inorgánicos de origen siderúrgico

Further developments in blast furnace injection technology

Production of NPK fertilizers from steel manufacturing by-products and improved fertilization through computerized techniques

## 1994

Advanced modelization for blast furnace control. (Application of the stocastic process control theory to the best estimation and solution of the blast furnace process control problems)

## 1995

Investigation of fuzzy logic and neural network based strategies for control optimisation of iron making processes

Modelling of gas and char flows at high PCI through experimental and theoretical studies of the raceway and dead man

## 1996

Reduction in dust and gaseous emissions from sinter strand

**1997**

Blast furnace tuyere injection of iron and steelmaking by-products

Improvement of the yield of sinter strand and the regularity of sinter by control of charging conditions and monitoring of the flame front propagation

**1998**

Summary report on RTD iron and steel slags

**2000**

Influence of sinter mix materials on the environmental impact of high productivity iron ore sintering

Interpretación mediante modelos basados en redes neuronales de los datos de sondas superiores e internas del horno alto para mejorar el control del mismo

Sistemas neuronales difusos para mejorar el control del horno eléctrico de arco

**2001**

Above-burden & in-burden probe data interpretation by neural network-based model to improve blast furnace control

Efficient utilisation of raw materials used in secondary metallurgy as flux in steelmaking furnaces

Influencia de los materiales de la mezcla de sinterización de minerales de hierro de alta productividad sobre el impacto ambiental

Optimisation of sinter plant operating conditions and BF burden material resources using advanced multivariate statistics

**2002**

Extension and optimisation of the pyrometallurgical processes and routes aiming at the stainless steel production in Latin America

Neurfuzzy system to improve the control of EAF

**2003**

Enhanced B.F. life operating and service life by improved monitoring and control of the hearth

Optimización de las condiciones de operación de la planta de sinter y del material de carga del horno alto.

## **2004**

Improvement of raceway monitoring under modern blast furnace operating conditions

Optimización de las condiciones de operación de la banda de sinterización y del parque de materiales del horno alto usando estadística multivariante avanzada

## **01. METALURGIA PRIMARIA**

### **01.2. Metalurgia extractiva no férrea**

## **1964**

Tratamiento hidrometalúrgico de concentrados cobrizos

## **1965**

Obtención en planta piloto de polvo de cobre

Tostación y lixiviación de minerales de cinc nacionales

## **1967**

Tratamiento de hollines mercuríferos

## **1968**

Tratamiento de mineral de plomo complejo

## **1969**

Estudio de la disposición estructural del mercurio en las aleaciones Pb-Hg ricas en plomo

## **1970**

Beneficio de minerales de níquel españoles

## **1975**

Aplicación del procedimiento de depuración de gases a las plantas de cobre

Aplicación del procedimiento de depuración de gases a los de las plantas de zinc

Flotación de finos de cinabrio

**1980**

Obtención de bauxita sintética o alúmina metalúrgica a partir de materias primas nacionales

**1981**

Lixiviación de concentrados

**1982**

Desarrollo de nuevos procesos en la industria del mercurio y de nuevas aplicaciones de este metal

**1983**

Mejoras en la metalurgia del mercurio y desarrollo de nuevas aplicaciones de este metal

**1984**

Estudio del tratamiento hidrometalúrgico de minerales sulfurados polimetálicos en soluciones de cloruro ferroso con oxígeno

**1986**

Procedimiento de control de las aleaciones de aluminio y desarrollo de nuevos materiales

**1987**

Extracción de complejos metálicos cianurados por aminas. Aplicación a la recuperación de oro en soluciones de lixiviación

**1988**

Tratamiento de minerales y recuperación de niobio y tantalio en minerales y subproductos españoles del tipo Penouta y Golpejas

**1989**

Recuperación de oro y plata y otros valores metálicos de minerales refractarios

Tratamiento hidrometalúrgico de minerales sulfurados complejos

**1990**

Estudio de los sistemas de purificación y mejoras en el tratamiento de lixiviación de los sulfuros complejos con oxígeno en soluciones concentradas de cloruro amónico

**1991**

Revalorización de recursos nacionales de niobio y tantalio

Tratamiento de polvos de chimenea de plomo por un nuevo proceso hidrometalúrgico vía cloruros

Tratamiento hidrometalúrgico para el beneficio de materias primas auríferas de carácter refractario

**1992**

Aprovechamiento hidrometalúrgico de polvos pobres de horno eléctrico

**1993**

Lixiviación oxidante de sulfuros en soluciones de cloruro amónico

Tratamiento de especies sulfuradas de cobre en medio oxidante

Treatment of lead flue dust by a new chloride hydrometallurgical process

**1995**

Remoción de impurezas desde soluciones de electroobtención y electrorrefinación de cobre

**1997**

Nuevos procedimientos para la recuperación de cobre de concentrados de calcopirita

**1999**

Análisis y evaluación de métodos de determinación de reactivos residuales en flotación de minerales

**2001**

Obtención de oro a partir de concentrados a través de lixiviación con tiosulfato de amonio

**02. PROCESOS METALÚRGICOS Y FUNDICIÓN**

**1964**

Caracterización y aplicación racional de las arenas y tierras de moldeo españolas



El déficit de volumen. Causas que determinan su distribución en el rehecho, porosidad, contracción cúbica y abombamiento de la pieza

Estudio de la formabilidad de la chapa fina

## 1965

Formación de dardas y colas de rata en el moldeo a máquina. Influencia de distintos aditivos

## 1966

Estudio y normalización de un ensayo de enfriamiento desde la temperatura de forja

Nitruración blanda de aceros

Nuevos aceros de sustitución de gran resistencia con volframio

## 1967

Estudio metalúrgico de los defectos de forja

## 1968

Efectos de la adición de elementos al baño metálico sobre las características del recubrimiento obtenido por galvanización

Investigación sobre causas de rotura de cilindros de laminación de flejes en frío

Posibilidades de preparación, control y regulación de atmósferas para tratamientos térmicos. Atmósferas neutras e incorporación conjunta de C y N

## 1969

Afino y modificación permanente de las aleaciones Al-Si 13%

Criterio de embutibilidad para chapa de aluminio: Norma de calificación de isotropía y normalización de un ensayo de embutición

Desarrollo de una coquilla para valorar la capacidad de llenado de las aleaciones de aluminio

Influencia de los distintos parámetros de la máquina de inyección y del molde sobre las características de las piezas inyectadas

## 1970

Corte de acero al carbono de uso frecuente mediante plasma de nitrógeno o con aire comprimido

Estudio de las bentonitas aplicado a su utilización en fundición

Preparación de una arena tipo para moldeo

## 1971

Arenas de moldeo de alta resistencia en verde

Influencia del tratamiento térmico en el comportamiento de un fleje de colada continua laminado en caliente en sus características de galvanización

Protección de la cuba de galvanización

## 1972

La fundición a presión de cinc y sus aleaciones

## 1973

Fundición a presión de cinc

Galvanización de aceros

## 1974

Características de los sistemas de escorias para los procesos de afino por refusión bajo electroescoria

## 1975

Empleo de un ordenador para el control de las curvas de cementación durante el tratamiento térmico en atmósfera controlada

Estudio de fases e inclusiones en aleaciones de aluminio para fundición a presión

Estudio de refino de matas de zinc

Formabilidad de la chapa metálica para embutición

Galvanización de aceros a temperaturas elevadas

Procesos de inoculación en fundición nodular y su efecto sobre las características mecánicas y tecnológicas de la misma

Refusión y afino de aceros bajo electroescoria

Tratamientos térmicos en atmósferas controladas

Tratamientos térmicos en baños de sales fundidas no tóxicas para incorporación de azufre a la capa superficial

## 1976

Afino por refusión del acero

Fundición a presión

Maquinabilidad de las aleaciones de aluminio para moldeo por inyección

**1977**

Tecnología de los aceros de cementación y carbonitruración en la fabricación de cajas de cambio de vehículos automóviles: efectos sonoros y vibraciones

Tratamientos térmicos de aceros en atmósferas controladas

**1978**

Producción y calidad de las fundiciones especiales obtenidas en horno eléctrico de inducción empleando prerreducidos

**1980**

Afino por electroescoria. Estudio de los parámetros eléctricos, sistemas de escoria y aspectos metalúrgicos de algunos aceros especiales

Estudio de las sustituciones isomórficas en los aglutinantes arcillosos y su relación con las propiedades tecnológicas de las arenas de moldeo

Modelo matemático de la carbonitruración en atmósfera endotérmica con adición de amoníaco

**1981**

Caracterización, control y propiedades de las bentonitas usadas en las fundiciones españolas

Desarrollo de un ensayo tipo para calcular la porosidad de gases en piezas inyectadas de aleaciones de cinc

Influencia de los tratamientos térmicos en el comportamiento de los materiales galvanizados con silicio

**1983**

Caracterización y propiedades de silicatos utilizados como aglutinantes arcillosos en las arenas de moldeo

Estudio de los aspectos metalúrgicos de los aceros microaleados

**1984**

Determinación cuantitativa del contenido de gases en piezas inyectadas de zinc y expresiones matemáticas que lo relacionan con la porosidad

Empleo del ordenador para la selección de aceros de temple y revenido y control de procesos térmicos

**1985**

Relación entre la estructura interna y las propiedades tecnológicas de las bentonitas usadas en fundición

**1988**

Caracterización y evaluación metalúrgica de los materiales tratados superficialmente con láser

**1989**

Efectos de las deformaciones a media y alta temperatura sobre las propiedades mecánicas de nuevos aceros microaleados V-N-Ti y su relación con la microestructura

**1990**

Condiciones termodinámicas en la fabricación de aceros microaleados por el proceso ESR

**1991**

Temple y fusión superficial con láser de productos férreos

**2005**

Mejoras en las técnicas de obtención de nuevas fundiciones martensíticas hipereutécticas para barras de molinos de impactos, sustituyendo el molibdeno y cromo por otras materias primas, minimizando el impacto ambiental

**03. SOLDADURA**

**1964**

Soldadura por fricción de herramientas cortantes

Soldadura por presión en frío de conductores de toma de cobre acre

**1966**

Comparación entre electrodos

Soldabilidad de chapas para usos criogénicos

Soldadura de fuertes espesores

**1967**

Electrodos básicos y microfisuración

Empleo de los ultrasonidos en el ensayo industrial de soldaduras

Propiedades mecánicas de aceros de alto límite elástico, sometidas a diversos ciclos simulados de soldeo

Soldadura bajo CO<sub>2</sub>

**1968**

Soldadura de aleaciones de aluminio para usos criogénicos

**1969**

Código de buena práctica en construcciones metálicas soldadas

Estudio de las características dinámicas de las fuentes de corriente en soldadura

Estudio de los diversos parámetros que intervienen en los procesos de soldeo por electroescoria con tobera consumible y por gravedad

Estudio del comportamiento de las fuentes de corriente para soldadura bajo CO<sub>2</sub>

Estudio sobre la dispersión en los resultados de la resiliencia obtenida en probetas Charpy V, en el metal depositado por soldadura en aceros al carbono y de baja aleación

Estudio sobre rotura frágil de elementos soldados

Investigación sobre soldadura con arco pulsado

Soldadura del aluminio y aleaciones comerciales más empleadas en fuertes espesores

Soldadura del aluminio y sus aleaciones, en pequeños espesores

Soldadura por una sola cara

**1970**

Estudio de recubrimientos de impermeabilización en los electrodos de bajo contenido de hidrógeno

**1971**

Soldabilidad y propiedades de los aceros de alto límite elástico microaleados y tratados

Soldadura con electroescoria con tobera consumible

Soldadura con hilo continuo sin protección gaseosa

**1972**

Influencia de la ferrita delta en el metal austenítico depositado por soldadura, frente a diferentes medios corrosivos

**1973**

Estudio del comportamiento de la ferrita en la soldadura de aceros austeníticos resistentes a la corrosión

## **1975**

Estudio de la soldabilidad de los aceros de alto límite elástico y su relación con las características de transformación

Soldabilidad en las aleaciones Al-Zn-Mg de fuertes espesores (40-60 mm)

## **1976**

Estudio de las uniones soldadas austeníticas después del tratamiento térmico, utilizadas en componentes nucleares

Soldabilidad de aceros de alto límite elástico

## **1977**

Análisis de las características del procedimiento de soldadura por arco con alambre tubular con fundente

Humos de soldadura

## **1980**

Atenuación de las tensiones residuales de la junta soldada mediante vibraciones de baja frecuencia

Estudio de la tenacidad de los aceros de construcción soldables basado en las técnicas de la mecánica de la fractura

Prevención del agrietamiento de componentes nucleares plaqueados mediante la aplicación de nuevas técnicas de soldadura y de relajación de tensiones

## **1981**

Análisis de las uniones soldadas en campo para la construcción de grandes gasoductos, empleando acero de calidad igual o superior al X-70

Evaluación de defectos en recipientes a presión basados en técnicas y datos de la mecánica de la fractura

## **1982**

Método de cálculo elastoplástico para componentes metálicos con riesgo de rotura catastrófica, basado en las teorías de la mecánica de fractura

## **1983**

Método de cálculo elastoplástico para componentes metálicos

**1985**

Influencia de la energía aportada y de los tratamientos térmicos de eliminación de tensiones en la tenacidad a la entalla de la zona afectada por el calor del proceso de soldadura en aceros microaleados con nio-bio para plataformas *off-shore*

Mejora de calidad e incremento de productividad en soldadura por arco mediante aplicación de procedimientos automáticos

**1986**

Estudio de la aptitud de los hilos tubulares para la soldadura automática con procedimiento sinérgico

**1987**

Generación y tratamiento de base de datos experta en soldadura

Soldadura por resistencia de aceros recubiertos

**1988**

Aplicación de los procedimientos sinérgicos de soldadura con hilo tubular al soldeo en campo de conducción de alta resistencia

Aumento de la productividad en la soldadura por resistencia por puntos del Algafort (ENSIDESA)

**1989**

Control automático de uniones soldadas en construcciones de alta responsabilidad

Estudio de la interfase en soldadura entre aceros al carbono y aceros inoxidables austeníticos

Modelización numérica y caracterización del crecimiento de grieta en sólidos no lineales

Soldadura de secciones gruesas con láser

**1990**

Creación de una base de datos de materiales para soldadura con posibilidad de acceso *on line* a los usuarios

**1991**

Sistema automático flexible para la fabricación de estructuras inoxidables austeníticas

**1992**

Soldadura láser. Caracterización y control. Aplicaciones

Viabilidad de empleo de la soldadura láser en chapa de acero recubierta de aleación 55%Al-45%Zn

**1995**

Oxicorte mediante gases dopados

**1998**

Red de transferencia de tecnología sobre tecnologías de unión para fomentar el I+D

Sistemas de unión para chapas recubiertas y prepintadas; uniones soldadas, mecánicas y por adhesivos

**1999**

Improvement of the weld properties of nitrogen alloyed stainless steels

**2002**

Durabilidad y comportamiento a fatiga de uniones estructurales adhesivas en chapas galvanizadas y prepintadas

Implantación de sistema de calidad en la actividad de homologación de soldadores

**2003**

Evaluación de defectos producidos por los gases de protección de la soldadura semiautomática empleada en aleaciones de aluminio de alta resistencia para trenes de alta velocidad

**04. METALURGIA FÍSICA**

**1964**

Estudio de las propiedades mecánicas y eléctricas de distintas variedades de cobre

Evolución estructural del cobre de alta pureza por efecto de tratamientos térmicos después del deformado

Propiedades de transición de metales de transición de red cúbica centrada en el cuerpo: niobio, tantalio, molibdeno



**1966**

Beneficio de polvos Cottrell

Influencia del grado de pureza del aluminio sobre el agrietamiento en caliente y otras propiedades tecnológicas de las aleaciones Al-Zn-Mg

**1967**

Estudio de la transformación martensítica en bronce de aluminio

Estudio de los mecanismos de difusión que regulan la eliminación de defectos debidos al temple, en aluminio y en aleaciones de bajo contenido en magnesio

**1968**

Determinación del diagrama TTT de aleaciones Pb-Sb, con pequeños contenidos de Sb

Envejecimiento a temperaturas inferiores a la ambiente de aleaciones Pb-Sb, con contenidos de hasta 3% Sb

Estudio de la plasticidad de monocristales de aluminio puro y Al 4% Cu, con diversos grados de envejecimiento

Estudio de la recuperación de propiedades en cobre y aluminio, de alta pureza sometidos a distintos tipos de deformaciones con vistas a establecer una tabla de comparación entre los grados de deformación obtenidos por diferentes procedimientos

Estudio de las diferentes variables que intervienen en la deformación, energía almacenada, densidad de dislocaciones, tensión de fluencia, etc. y la relación entre ellas en los metales de red cúbica centrada en las caras, especialmente en cobre y en aluminio

Estudio de las energías de enlace entre átomos de soluto y vacantes en una serie de aleaciones de aluminio obtenidas a partir de materiales de gran pureza

Identificación de las fases estables y metaestables, ordenadas y sin ordenar, que aparecen en los bronce de aluminio de composiciones comprendidas entre 10 y 13% Al a temperatura ambiente

**1971**

Estudio del envejecimiento de aleaciones Pb-Sb

**1972**

El estudio de los procesos de restauración y recristalización en materiales deformados plásticamente

Plasticidad de monocristales de aluminio puro y de aluminio con 4% Cu

## 1973

Efecto del plomo en las características mecánicas de los aceros destinados a tratamiento térmico

Estudio de la plasticidad de monocristales de aluminio puro y Al 4% Cu en diversos grados de envejecimiento

Estudio de la recrystalización en aleaciones Zn-Cu-Ti

Estudio de la relajación de alambres para pretensados mediante la determinación de tensiones internas

Estudio de las características de las chapas gruesas y medias, y especialmente de la tenacidad y su comportamiento a temperaturas inferiores a 0 °C

Estudio de los factores que condicionan la naturaleza de solución sólida intersticial o solución de sustitución en diversas aleaciones diluidas de metales de red cúbica centrada en las caras

## 1974

Estudio de la recrystalización de cobre ETP y OF

Estudio de los diagramas de fases de Pb-Ca y Pb-Ca-Sn, en la esquina rica en plomo

Modificación permanente de la aleación eutéctica Al-Si

## 1975

Correlación entre microestructuras, estados del material y comportamiento en servicio de las aleaciones Al-Zn-Mg

Determinación del diagrama de fases Pb-Ca y Pb-Ca-Sn

Efecto de un tratamiento a baja temperatura sobre el envejecimiento de aleaciones Pb-Sb

Estudio sistemático semicuantitativo de inclusiones endógenas y exógenas

Influencia de la composición y tratamiento térmico en las propiedades y comportamiento en servicio de las aleaciones Al-Zn-Mg

## 1977

Recrystalización del zinc y de aleaciones Zn-Cu-Ti

## 1980

Estudio de los mecanismos de nucleación del cobre

Estudio de métodos cuantitativos mediante microsonda electrónica en materiales metálicos

Estudio del diagrama de fases del sistema Pb-Ca-Sn y de los procesos de envejecimiento en el mismo

Inclusiones no metálicas en aceros

## 1982

Caracterización microestructural de superaleaciones de base níquel

Caracterización y comportamiento superplástico de una aleación Al-5%Ca-5%Zn de pequeño tamaño de grano

Influencia de la deformación plástica en la recristalización de vidrios metálicos

Microscopía y microanálisis cuantitativo de transformaciones de fase en materiales metálicos

## 1984

Estudio de la microestructura y de su influencia sobre la deformación plástica de aleaciones de aluminio

## 1985

Desarrollo de nuevos materiales de microestructura controlada

Estudios metalúrgicos. Simulación y optimación de los tratamientos termomecánicos de nuevos aceros de altas propiedades mecánicas

Producción y propiedades de aleaciones pulvimetalúrgicas de solidificación rápida con estructura fina

## 1988

Evaluación de las propiedades mecánicas a alta temperatura de aleaciones Al-Cr-X (X = Fe, Mn, Mo, Ti, Ni) rápidamente solidificadas por pulverización centrífuga y consolidadas por extrusión

Optimización de la composición química de los aceros refinados por el PRES (Procedimiento de refusión por electroescoria)

Transferencia de tecnología en materiales compuestos

Transformación martensítica y temple subcero de aceros inoxidables martensíticos tipo X20-50Cr13, X40-60CrMoV y X15CrNi16 (ADIC)

## 1989

Efecto de las deformaciones a media y alta temperatura sobre las propiedades mecánicas de nuevos aceros microaleados V-Nb-Ti y su relación con la microestructura

Evaluación del comportamiento mecánico a temperatura elevada de aleaciones Al-Cr-X (X = Fe, Mn, Mo, Ni, V) RS

Modelización de la laminación en caliente

Obtención y caracterización de materiales metálicos de altas prestaciones a partir de métodos de solidificación rápida

## 1990

Mecanismo de difusión y deformación de materiales monolíticos y compuestos a temperaturas elevadas

Procesado y propiedades de materiales compuestos de alta tecnología de matriz cerámica y metálica

Propiedades mecánicas de aleaciones ligeras de base Al y Mg

## 1991

Desarrollo de cerámicas tenaces a altas temperaturas

Desarrollo de nuevas aleaciones de aluminio para alta temperatura

Desarrollo de nuevos materiales compuestos de matriz aluminio reforzados por partículas de SiC. Técnicas pulvimetalúrgicas

Estudio de cristalización de materiales solidificados rápidamente

Estudio de la ductilidad de los intermetálicos Ni<sub>3</sub>Al y Mg<sub>2</sub>Si y su posible mejora mediante técnicas de solidificación rápida y tratamientos superficiales

Modelización de la resistencia y de la evolución microestructural de la austenita en aceros C-Mn, C-Si, C-Mo y microaleados al Nb, Ti y V. Aplicación a la laminación en caliente

Propiedades metálicas de materiales compuestos de matriz metálica procesados por técnicas pulvimetalúrgicas

## 1992

Estudio de aceros microaleados de tercera generación. Estructuras bainíticas

Influencia de los parámetros de obtención y procesado sobre las propiedades de la aleación Al-5Cr-2Zr solidificada rápidamente

## 1993

Influencia de los parámetros de procesado sobre la microestructura de aleaciones de aluminio solidificadas rápidamente

## 1994

Deformación plástica a temperaturas elevadas de materiales compuestos de matriz de aluminio

Estudio de la cinética de precipitación inducida por deformación de la austenita en aceros microaleados

Estudio de la fluencia de la aleación Al-5Cr-2Zr solidificada rápidamente

Improvement of hot rolled product by physical and mathematical modelling

Métodos de difracción. Microdifracción de electrones y microanálisis EDS para explicar los fenómenos de desdoblamiento en la transformación martensítica de aceros inoxidables

New high temperature aluminium alloys development

Nuevas aleaciones de aluminio nanocristalinas de alta resistencia

Relación entre textura y deformación plástica de aleaciones de aluminio

## 1995

Diseño de aceros con ultraalto contenido en carbono

Estudio de la cinética de ablandamiento por recristalización estática en AUC

Mechanical properties characterization of high performance materials

Micromecanismos y leyes macroscópicas de la fluencia y fractura de materiales de altas prestaciones

Procesado y caracterización de aleaciones pulvimetalúrgicas obtenidas por aleado mecánico

## 1996

Conformado de aleaciones especiales de base cobre de baja forjabilidad para aplicaciones de componentes de alta resistencia al desgaste y corrosión y de soldadura por resistencia

Development by near net shape casting of Al-killed weldable steels microalloyed with Ti and N

Development of elevated temperature aluminium alloys «DELTA»

Improved grain size control in heat treatable steels

## 1997

Autopassive wrought magnesium alloys

Caracterización microestructural y mecánica de aleaciones de base hierro y níquel para la fabricación de tuberías de altas prestaciones

Cost-efficient, thermal fatigue and wear resistant aluminium alloys reinforced with intermetallic powder particles for the transport industries. «COSTEMAT»

Desarrollo de aleaciones de aluminio para alta temperatura

Estudio de los fenómenos de reforzamiento en materiales compuestos de matriz metálica

Optimización de las propiedades mecánicas de microestructuras de ferrita acicular mediante el control de la composición y los tratamientos termomecánicos

Producción, caracterización mecánica y determinación de la tolerancia al daño de materiales compuestos laminados basados en aceros UAC

## 1998

Aleaciones económicas de aluminio reforzadas con partículas de polvo intermetálico resistentes a la fatiga térmica y al desgaste, para la industria del transporte

Caracterización de materiales metálicos obtenidos por métodos convencionales y pulvimetalúrgicos con ayuda de métodos físicos

Development of innovative technology of self-organising wear resistant materials for cutting tools production (SOWEREMAT)

Estudio de la pérdida de ductilidad entre 150 y 300 °C de la aleación de aluminio para alta temperatura Al-5Cr-2Zr

Optimización del conformado y puesta en uso de las aleaciones tipo P91 y T92

## 1999

Aleaciones amorfas y nanoestructuradas AlFeNd

Aspects on recrystallization precipitation interaction in microalloyed steels

Efecto de las condiciones de laminación y tratamiento térmico en la textura de aceros

Estudio de las diferencias en las transformaciones en calentamiento continuo de aceros ferriticoperlíticos de bajo y medio carbono con vistas a la modelización del proceso de austenización

Long term creep and thermal-mechanical cycling behaviour of aluminium alloys (CREEPAL)

Propiedades mecánicas de materiales compuestos de matriz de aluminio con aplicaciones en la industria del transporte

## 2000

Aleación intermetálica ligera de FeAl para componentes de rendimiento elevado en las industrias del transporte y de la generación de energía

Caracterización microestructural de aleaciones de magnesio procesadas por técnicas de no equilibrio

Desarrollo de superaleaciones ferríticas ODS con formación de alúmina como nuevos biomateriales para implantes quirúrgicos

Desarrollo por colada próxima a la forma final de aceros soldables desoxidados con Al y microaleados con Ti y N<sub>2</sub>

Disminución de la susceptibilidad al agrietamiento durante el procesamiento de tubos de acero inoxidable austenítico aleado con niobio utilizados en la industria petroquímica

Efectos de tratamientos térmicos sobre la estabilidad estructural y propiedades mecánicas de aleaciones intermetálicas de TiAl para aplicaciones en las industrias del transporte y de la producción de energía

Estudio de la comparabilidad de simulaciones de conformado mediante ensayos de fluencia en caliente y semicaliente

Estudio de las propiedades superplásticas de la aleación intermetálica Ti-46Al-1Mo-0,2Si

Estudio de materiales nanocristalinos con efecto de memoria de forma para aplicaciones en microsistemas

Lightweight FeAl intermetallic alloy for high-efficiency components in transportation and power generation industries

Manufacture and characterisation of nanostructured Al alloys (NanAl)

Materiales compuestos de matriz de acero rápido, reforzados con carburos

Mejora de las prestaciones de la aleación Ti6Al4V mediante tratamientos de oxidación térmica

Mejora de las propiedades mecánicas y de resistencia a la oxidación del intermetálico Ni<sub>3</sub>Al sintetizado por vía pulvimetalúrgica mediante el control del procesamiento

Mejora del control del tamaño de grano en aceros tratados térmicamente

Mínimo de ductilidad a temperaturas intermedias en metales: su estudio en aleaciones de aluminio avanzadas

Modelización de los cambios microestructurales y posterior transformación en la forja en caliente de aceros al C y microaleados

Procesado y propiedades mecánicas de aleaciones ligeras de base Al y Mg de pequeño tamaño de grano

## 2001

Aleaciones de aluminio nanocristalinas con resistencia y ductilidad elevadas para aplicaciones en la industria del transporte y electrónicas

Aleaciones metálicas livianas de alta resistencia mecánica

Desarrollo de composites de aleaciones de aluminio nanoestructuradas reforzados con partículas intermetálicas producidas por SHS, para aplicaciones estructurales

Desarrollo y caracterización de aleaciones de base cobre producidas por aleado mecánico mediante dispersión de polvos cerámicos

Influencia del proceso de fabricación y condiciones de uso sobre las características de dilatación térmica de tubos de aceros refractarios de alta aleación al Ni-Cr, fabricados por fundición centrífuga, para aplicación en la industria petroquímica

Interacción recristalización-precipitación en aceros

Mecanismo de la formación de bainita a muy baja temperatura

Nuevas aleaciones de alta temperatura con menos riesgo para la producción industrial de hidrógeno (HITARR)

Nuevos aceros bainíticos de altas propiedades de resistencia y tenacidad

## 2002

Development of alumina forming ODS ferritic superalloys as new bio-materials for surgical implants (ALUSI)

Development of high strength steel products by back-annealing

Estabilidad microestructural y resistencia a la fluencia a alta temperatura de aleaciones ligeras de base aluminio reforzadas por dispersión

Estudio mediante determinación de texturas de los mecanismos de deformación en materiales compuestos de matriz de aluminio con aplicaciones en componentes para automoción

Metallurgical aspects of the compact reheating treatment of hot rolled strips before coiling

Non-equilibrium solidification of industrial alloys (NEQUISOL)

Novel high strength, high toughness carbide-free bainitic steels

Suppression of banded structure and refinement of the microstructure of high strength cold rolled steels by optimisation of hot rolling and cooling path

## 2003

Afinamiento de grano y supresión del bandeado en la microestructura de aceros de alta resistencia laminados en frío

Aspectos metalúrgicos del tratamiento de recalentamiento de bandas laminadas en caliente previo a su bobinado

Desarrollo de aleaciones de magnesio con elevadas propiedades mecánicas mediante el control de la microestructura. Aleaciones amorfas y compuestos



Desarrollo de chapa fina de acero de alta resistencia por back-annealing

Desarrollo de nuevas aleaciones de aluminio nanoestructuradas, obtenidas por molienda mecánica y consolidadas por extrusión, para aplicaciones a alta temperatura

Desarrollo de nuevas aleaciones nanocristalinas y submicrométricas de base magnesio

Desarrollo de nuevos materiales compuestos de matriz cobre, caracterización microestructural y estudio de sus propiedades mecánicas a alta temperatura

Grain refinement by intragranular ferrite nucleation on precipitates in microalloyed steels

Materiales compuestos de matriz de aluminio reforzados con intermetálicos

Mejora de las propiedades mecánicas y de resistencia a la oxidación del intermetálico Ni<sub>3</sub>Al

Nuevo diseño para la laminación controlada de aceros estructurales conteniendo Ti como principal elemento microaleante

Nuevos materiales nanocristalinos/microcristalinos procesados por el método de extrusión angular ECAP

Optimización de los tratamientos térmicos mediante la modelización del proceso de austenización y de las condiciones del isotérmico

Optimización de propiedades mecánicas de aleaciones ligeras de base Al y Mg para la industria del transporte mediante deformación plástica severa

Red iberoamericana de aceros estructurales avanzados (RIACER).

Superplasticity of nanostructured metals at critical length scale

## 2004

3D atom probe analysis of Cottrell atmospheres around dislocations in low-temperature bainite

Comportamiento mecánico y modelización de materiales compuestos de matriz de magnesio reforzados con cerámicos

Intermetallic materials processing in relation to earth and space solidification, «IMPRESS»

Nuevos materiales compuestos nanoestructurales de matriz intermetálica TiAl/Al

Optimización microestructural mediante procesado de aleaciones base Mg-Y de elevada resistencia mecánica

Producción y caracterización de materiales compuestos laminados, basados en aceros AUAC, de elevada tolerancia al daño

Refinement and development of homogeneous microstructures through the thickness of heavy products (REHOMI)

Superplasticity at critical length scales

## 2005

Afino de grano por nucleación intragranular de la ferrita en aceros microaleados

Aleaciones de aluminio de muy elevado límite elástico

Aleaciones ligeras nanocristalinas procesadas por deformación severa

Aleaciones nanoestructurales de Al, resistentes y dúctiles, procesadas por deformación plástica severa (dps) a distintas temperaturas

Análisis a nivel atómico de nuevas nanoestructuras bainíticas

Austenite strengthening and accumulated stress for optimum microstructures in modern bainitic microalloyed

Correlación entre los fenómenos de relajación de tensiones residuales y los mecanismos de fluencia en materiales compuestos de matriz metálica

Desarrollo de microestructuras de ferrita acicular refinadas y homogéneas en espesor para vigas de gran tamaño

Desarrollo de nuevos aceros bainíticos para la fabricación de ruedas de ferrocarril

Desarrollo de nuevos aceros inoxidable austeníticos con bajo contenido de níquel

Diseño de nuevas aleaciones de magnesio de alta resistencia para su empleo como material monolítico y como matrices de materiales compuestos

Estudio de los procesos de recristalización en superaleaciones base Fe aleadas mecánicamente con óxido de ytrio para tubos de intercambiadores de calor en centrales eléctricas de biomasa

Estudios de biocompatibilidad en materiales intermetálicos para aplicaciones en implantes quirúrgicos

Fabricación de nanoestructuras ligeras de Ti y Zr mediante laminado acumulativo

Implementación de una metodología para la determinación de parámetros de fractura de materiales metálicos estructurales a partir de datos de ensayos mecánicos

Influencia del enriquecimiento superficial en silicio del acero inoxidable austenítico 316LVM sobre la biocompatibilidad, bioactividad y adherencia bacteriana *in vitro*

Mejora de las propiedades mecánicas de aceros bainíticos altos en carbono

Micro and nano reinforcement distribution in aluminium matrix composites as a function of reinforcement characteristics and processing methods

Optimización de materiales compuestos de matriz de aluminio reforzados con partículas de  $\text{MoSi}_2$  y  $\text{NiAl}$  y con whiskers de  $\text{Al}_2\text{O}_3$

Resistencia a la fluencia de nuevas aleaciones de magnesio y materiales compuestos de matriz de magnesio

Spinodal decomposition in PM2000 Fe-base ODS

The mechanism of grain refinement in HCP metals and alloys with severe plastic deformation leading to nanoscale microstructures (DMR-0501605)

Toughness improvement in safety components made by complex microstructure hss by means of microstructural parameter

## **05. CORROSIÓN Y PROTECCIÓN**

### **1964**

Ensayos de corrosión a la atmósfera de aceros nacionales

Ensayos de corrosión en inmersión de aceros nacionales

Estudio de la corrosión química y electroquímica del plomo y sus aleaciones

Estudio de los procesos de «sellado» del aluminio anodizado

Estudio del pulido electroquímico y químico del aluminio y sus aleaciones

La protección catódica de los aceros sumergidos en aguas fluviales

Protección catódica en agua de mar

### **1965**

Determinación de las características físicas y químicas del suelo de Barcelona

Ensayos en agua de mar

Pulido electroquímico del hierro y del acero con corriente alterna

### **1967**

Ensayos de corrosión a la atmósfera de aceros, metales no férreos y recubrimientos diversos

Estudio de las posibilidades de mejoramiento del proceso de fabricación de objetos de damasquino y modo de evitar el problema de su oxidación

Influencia de la estructura de colada en la corrosión electroquímica de las aleaciones de plomo

**1968**

Corrosión bajo tensión de aceros y de aceros de alta resistencia

**1969**

Corrosión-fatiga de aleaciones Al-Zn-Mg

Estudio de nuevos procedimientos para el abrillantado electrolítico del aluminio

**1970**

Estudio del desengrase químico, electrolítico y por ultrasonidos del aluminio y sus aleaciones

Influencia de los factores que afectan el comportamiento de los acabados aplicados a las piezas de Zamak

**1972**

Efecto del envejecimiento de rejillas de acumuladores sobre la corrosión anódica

Posibilidades de aplicación de los métodos electroquímicos para valorar la resistencia a la corrosión del plomo y sus aleaciones

**1973**

Contribución al estudio de los factores que determinan la porosidad de la capa de óxido del aluminio anodizado

Desengrase químico del aluminio y sus aleaciones

Estudio de las posibilidades de aplicación de los métodos electroquímicos para valorar la resistencia a la corrosión del plomo y sus aleaciones en soluciones de ácido sulfúrico

**1974**

Corrosión por gases calientes de materiales metálicos a temperaturas elevadas

**1975**

Aplicación de corrientes de onda cuadrada y relación cíclica variable en la obtención de recubrimientos coloreados de óxido de aluminio

Corrosión atmosférica

Corrosión bajo tensión de las uniones soldadas en aleaciones Al-Zn-Mg  
Posibilidades de aplicación de los métodos electroquímicos para el estudio de la corrosión

**1976**

Corrosión bajo tensiones de aceros de alto límite elástico y medios para evitarla

Corrosión en medios naturales de aceros, metales no féreos y recubrimientos

**1980**

Comportamiento de los materiales frente a los medios naturales de España

Corrosión y adherencia de acero galvanizado embebido en hormigón

Desarrollo de prótesis para osteoplastias y de piezas para osteosíntesis construidas de acero inoxidable recubierto de alúmina

**1981**

Ahorro de energía en plantas de galvanización por inmersión en caliente

Corrosividad de aguas potables de poblaciones españolas

Desarrollo de prótesis de acero inoxidable recubierto de cerámica

Empleo de cubas modulares para galvanización

Estudio de inhibidores de decapado

**1982**

Control de la corrosión intergranular de los aceros inoxidables austeníticos mediante tratamientos térmicos de corta duración

Corrosión y protección en medios naturales e industriales

Estudio de las propiedades mecánicas y de resistencia a la corrosión de aleaciones industriales de plomo

Estudio del efecto corrosivo de los activadores de resinas de la soldadura en los circuitos impresos

La corrosión metálica en las atmósferas de España y su prevención mediante recubrimientos de pintura

**1983**

Determinación instrumental rápida y continua de la velocidad de corrosión atmosférica

Efectos de la protección catódica en la compatibilidad de imprimaciones de taller con esquemas marinos de pintura de fabricación nacional

Prevención de la corrosión metálica en las atmósferas de España mediante recubrimientos de pintura, seguimiento y predicciones del poder protector

#### **1984**

Estudio de las posibilidades de las técnicas electroquímicas para valorar la capacidad protectora de recubrimientos de pintura sobre acero galvanizado

#### **1985**

Estudio de problemas de corrosión de elementos metálicos expuestos en la atmósfera, agua de mar, aguas potables y en contacto con materiales de construcción

Estudio del crecimiento de depósitos de cobre, plomo y cinc en electrolisis de sus cloruros

Estudio e implantación química de una prótesis de cadera construida de acero inoxidable recubierto de alúmina

Protección anticorrosiva de estructuras de acero mediante pinturas en distintas aguas del litoral español

Técnicas electroquímicas de evaluación del deterioro sufrido por los materiales metálicos en contacto con medios agresivos

#### **1986**

Características mecánicas y comportamiento frente a la corrosión del zinc reforzado con fibras de alta resistencia mecánica

Estudio de las características de los recubrimientos de galvanización aleados

Estudio de los mecanismos de actuación de los agentes anticorrosivos en la hojalata

#### **1987**

Estudio del comportamiento de depósitos de Cu, Pb y Zn en la electrolisis de sus cloruros

#### **1988**

Acción de sustancias consolidantes aplicadas a elementos metálicos de valor histórico

Mapa iberoamericano de corrosividad atmosférica

Protección anticorrosiva mediante recubrimientos orgánicos

**1989**

Comportamiento a la corrosión localizada y a la corrosión bajo tensión de aleaciones de aluminio de elevadas características mecánicas

Diagnóstico del deterioro de metales y recubrimientos a pie de obra

Las planchas calcográficas de los siglos XVIII y XIX en España: Un intento para su recuperación y conservación

Obtención de nuevos materiales metálicos preparados por aleación superficial con láseres de alta potencia (2,5 kV)

Pretratamientos protectores de superficies oxidadas de acero

**1990**

Aplicación de la energía solar al tratamiento de materiales metálicos

Desarrollo de nuevos materiales laminados compuestos de matriz metálica

**1991**

Ensayo no destructivo *in situ* sobre determinación de la velocidad de corrosión de armaduras en hormigón por técnicas electroquímicas

Estudio de parámetros medioambientales que afectan a la degradación de materiales metálicos, incluidos los de valor histórico y cultural

Nuevos métodos de ensayo acelerados de corrosión

**1992**

Corrosión de las armaduras embebidas en hormigón en ambientes de extrema agresividad. Posibilidades de protección mediante inhibidores de corrosión

Corrosión de metales protegidos con recubrimientos orgánicos

Preparación de aleaciones amorfas por solidificación rápida, por láser y por electrodeposición: microestructura, composición y comportamiento frente a la corrosión

**1993**

Corrosímetro portátil multiuso para medir en la estructura sin necesidad de utilizar testigos

Obtención de capas duras y resistentes a la corrosión mediante láser y lámpara de descarga

The development of a high strength aluminium-lithium alloy

## 1994

Desarrollo de nuevos materiales multilaminares compuestos de acero y matriz de plomo

Estudio previo de las posibilidades de un nuevo biomaterial metálico

Mejora y desarrollo de aplicaciones industriales de las tecnologías de energía solar

New surface treatment to improve adhesion of organic coatings and corrosion

Obtención de recubrimientos de diamante mediante llama de acetileno

## 1995

Aplicaciones de la energía solar a la modificación de las superficies de materiales metálicos

Caracterización de la superaleación ODS MA956 como biomaterial. Estudio comparativo con otras aleaciones biocompatibles

Factors influencing the corrosion behaviour of coated steel sheets in lap joints

Influencia de la velocidad de barrido y del potencial de retorno en los ensayos electroquímicos de corrosión localizada

Obtención de recubrimientos por *cladding* con energía solar

Protección anticorrosiva de metales en la atmósfera (pátina)

Sellado en frío del aluminio anodizado. Contraste con los procedimientos tradicionales

## 1996

Enhancement and development of industrial application of solar energy technologies

Pinturas anticorrosivas tolerantes sobre superficies de acero deficientemente preparadas y ecológicamente aceptables

## 1997

Aprovechamiento de la energía solar para la reducción con metano de materiales de interés siderúrgico

Diseño y desarrollo de nuevos aceros inoxidables austeníticos bajos en níquel con vistas a su aplicación en la industria papelera

Environmental friendly organic coatings for the automotive industry

Galvanized steel rebar with improved corrosion resistance for reinforcement in concrete



High power density solar beams for surface modification synthesis of materials for engineering applications (SUNRISE)

Tratamientos superficiales de bajo impacto medioambiental. Sistemas basados en elementos lantánidos. Aplicación a aceros galvanizados

## 1998

Desarrollo de nuevos recubrimientos biocompatibles de alta resistencia al desgaste para aumentar la tolerancia y mejorar los periodos de permanencia de las endoprótesis articulares

High performance protection with sol-gel coatings on metals and enamels

Improvement of collapse behaviour of all-steel road safety barriers

Influence of strip surface texture and microstructure in hot dip galvanizing

Influencia de la implantación iónica en la microestructura, comportamiento mecánico y comportamiento *in vitro* e *in vivo* de aleaciones recubiertas mediante tratamientos de oxidación térmica

New chromium free thin organic coatings for Z, ZA and ZF

## 1999

Desarrollo de nuevos materiales multilaminares para el diseño de bandas de carretera

Laser beam processing methods for advanced industrial technologies

Low cost solar concentrating systems for materials treatments

## 2000

Alternativas al cromo para el acabado superficial de aleaciones de aluminio

Aplicación de recubrimientos vítreos para la biocompatibilidad del acero inoxidable AISI 316L y la aleación Ti6Al4V

Degradación *in vitro* e *in vivo* de biomateriales metálicos convencionales y modificados y su efecto sobre la biocompatibilidad y la toxicidad tisular

Determinación del deterioro de recubrimientos cerámicos mediante ruido electroquímico

Generación de recubrimientos biocompatibles en nuevas aleaciones de Ti sin elementos tóxicos

Nuevos procedimientos de sellado del aluminio anodizado de menor coste y consumo energético que el sellado hidrotérmico convencional (SHT)

Obtención y propiedades de láminas delgadas de hidruros metálicos.  
Prevención de fallos prematuros en intercambiadores de calor de cobre  
Recubrimiento de válvulas de motores diesel mediante láser de CO<sub>2</sub>  
Red Temática VIII. D, «Red iberoamericana de adhesivos y fenómenos de adhesión en la unión de materiales»

## 2001

Aplicaciones de la energía solar concentrada a la modificación de superficies metálicas  
Aumento de la reproducibilidad industrial mediante el desarrollo de refuerzos de acero inoxidable de bajo coste y altas prestaciones.  
Contaminación por sales solubles en superficies limpiadas por chorro con abrasivo y efecto sobre la durabilidad de la superficie posteriormente pintada  
Desarrollo de recubrimientos avanzados de hidroxiapatita sobre substratos metálicos para uso en cirugía osteoarticular  
Efecto de la acción del medio ambiente tropical en la degradación de productos y equipos electroelectrónicos – TROPICORR  
Métodos de tratamiento láser para aplicaciones tecnológicas  
Nuevas tecnologías de revestimiento para incremento de la durabilidad de componentes metálicos  
Optimización de propiedades de aleaciones de aluminio reforzadas  
Optimización frente al desgaste y corrosión de recubrimientos de NiCrBSi depositados por *flame spray* y láser  
Simulación de la codeposición electrolítica de recubrimientos compuestos de matriz metálica por el método de Montecarlo

## 2002

Development of alternative technologies for off-site applied intumescent coatings  
Environmentally friendly coated tinplate for food cans  
Estudio del mecanismo de interacción del cobre puro y los vapores de ácido  
Increased infrastructure reliability by developing a low-cost and high-performance stainless steel rebar  
Influencia de los tratamientos de oxidación térmica de la aleación Ti6Al4V en los mecanismos de adhesión de osteoblastos, en la función osteoblástica y en la interacción osteoblastmacrófago  
Inhibidores de corrosión ambientalmente aceptables base sepiolita

Lightweight low-cost surface protection for advanced aircraft structures

Red Temática XV.D, «Red Iberoamericana sobre protección anticorrosiva de metales en la atmósfera (pátina)»

## 2003

Diseño de materiales nanocompuestos multifuncionales para sensores electroquímicos y recubrimientos anticorrosivos

Dry flux modification for coating quality improvement of silicon steels and reduction of zinc consumption in hot-dip galvanising

Efecto del tamaño de grano y concentración de intersticiales en el comportamiento frente a la corrosión de las aleaciones de aluminio anodizadas

Efectos y tendencias de multicontaminantes atmosféricos sobre materiales de construcción, incluidos los monumentos históricos y culturales

Nuevos pretratamientos anticorrosivos que mejoran la adherencia de sistemas de pintura aplicados sobre sustratos de acero

Recubrimientos sol-gel de base hidroxiapatita para aplicaciones biomédicas: Preparación, caracterización y estudio del comportamiento frente a la corrosión

Tailored strategies for the conservation and restoration of archaeological value Cu-based artefacts from Mediterranean countries (EFESTUS)

## 2004

Assessment of air pollution effects on cultural heritage-management strategies (CULT-STRAT)

Coating removal for enhanced service tools

Eficacia de distintos tratamientos de limpieza de superficies de acero contaminadas con cloruros marinos solubles, en el desempeño de recubrimientos de pintura

Innovative conservation approaches for monitoring and protecting ancient and historic metals collections from the Mediterranean basin

International Network on corrosion and anticorrosion science and technology (RICICOP II)

Mejora de la fiabilidad de las infraestructuras mediante el desarrollo de armaduras de acero inoxidable de bajo coste y altas prestaciones

Mejoramiento de propiedades superficiales de metales con láser y energía solar concentrada

Nanorrecubrimientos resistentes al desgaste y a la corrosión de aleaciones de aluminio

Recubrimientos sol-gel modificados con inhibidores de corrosión ambientalmente aceptables para la protección frente a la corrosión de metales

## 2005

Desarrollo de aleaciones de titanio para aplicaciones biomédicas

Eliminación de recubrimientos duros mediante técnicas electroquímicas

Environmental quality and assessment of the Ministry of the Environment, the National Centre for Metallurgical Research (CENIM-CSIC) and the Carlos III Health Institute to assess the effects and trends of atmospheric multipollutants on construction materials, including historic and cultural monuments, by means of exposure stations, in the framework of the convention on long distance transboundary atmospheric pollution (Geneva Convention)

Estudio microelectroquímico de los fenómenos de corrosión y osteointegración, en hueso sano y osteoporótico, de la interfaz biomaterial /tejido vivo

Inhibidores de corrosión naturales para la protección del patrimonio metalúrgico

Mecanismos de actuación, potenciación de la adherencia de recubrimientos orgánicos y resistencia a la corrosión de pretratamientos base silanos aplicados sobre sustratos metálicos

Pigmentos de intercambio iónico como alternativa ecológicamente aceptable al empleo de compuestos de cromo en pinturas anticorrosivas

Reactive nanoparticulate coatings (RENACO)

Sensores químicos basados en recubrimientos híbridos para la protección de materiales metálicos y del patrimonio

## 06. QUÍMICA METALÚRGICA

### 1964

El problema de la determinación del nitrógeno en aceros altos en silicio

Estudio del contenido de oxígeno en aceros y su determinación. Inclusiones de óxidos en los aceros y su influencia en los valores obtenidos para los niveles de oxígeno en el material

Influencia de aleantes y estructuras de los aceros en la determinación del contenido de hidrógeno

**1965**

Preparación y contraste de muestras tipo y semitipo para el análisis espectral de aleaciones ligeras, aleaciones base plomo y estaño, aleaciones férreas y aleaciones base cinc

**1967**

Investigación de colaboración con la ISO sobre el establecimiento de métodos analíticos normalizados

**1969**

Métodos para la determinación de elementos poco comunes en aceros y fundiciones de hierro

**1973**

Gases e inclusiones en metales

Investigación en colaboración con ISO sobre el establecimiento de métodos analíticos normalizados en relación con el aluminio y sus aleaciones, cinc y sus aleaciones, cobre y sus aleaciones, aceros, alúmina y plomo

Preparación y contraste de muestras tipo y semitipo para el análisis espectral de productos metalúrgicos (metales, minerales y escorias)

**1975**

Determinación del contenido de oxígeno en aceros altos en manganeso

Determinaciones precisas de nitrógeno móvil y nitrógeno total en distintos tipos de aceros

Investigación sobre la determinación por técnicas clásicas e instrumentales de elementos mayoritarios e impurezas en materiales metálicos

Preparación de muestras y su contraste por fluorescencia de rayos X

**1976**

Establecimiento de métodos analíticos normalizados para aluminio, zinc, cobre y aleaciones, acero y plomo

**1977**

Establecimiento de métodos analíticos para metales no férreos y sus materias primas

Establecimiento de métodos para el análisis químico de materias primas y productos siderúrgicos

Gases e inclusiones no metálicas en aceros

## **1980**

Desarrollo de muestras tipo de aluminio y sus aleaciones para control analítico

Desarrollo de nuevas técnicas analíticas en el campo de la Metalurgia

Influencia de los contenidos en gases sobre las propiedades de los materiales metálicos

## **1981**

Control de parámetros metalúrgicos para la obtención de muestras tipo de aluminio

Preparación de muestras patrón para espectrometría de emisión y fluorescencia de rayos X

## **1982**

Análisis cuantitativo de especies químicas alotrópicas presentes en material activo de baterías

Influencia del contenido de oxígeno en las propiedades metalúrgicas del plomo

## **1983**

Influencia del oxígeno en el plomo

Nueva metodología analítica en materiales metálicos

## **1985**

Desarrollo de nuevas tecnologías para la caracterización analítica de diversos materiales

## **1986**

Desarrollo de metodología de espectroscopía atómica para la caracterización analítica de diversos materiales. Contraste de materiales de referencia

## **1988**

Análisis químico por espectrometría de fluorescencia de rayos X (dispersión de energías de la materia particulada recogida en filtros (AMYS))

Establecimiento de metodologías para el control analítico de ferroleaciones por diversas técnicas instrumentales. Estudio estadístico comparativo de resultados

**1989**

Análisis instrumental comparativo de ferroaleaciones

Empleo del horno de microondas para preparación de muestras para análisis siderúrgico

Estudio de las posibilidades de plasma y espectrometría de masas en el análisis siderúrgico

**1992**

Control analítico de ferroaleaciones por técnicas instrumentales

**1993**

Microwave oven for chemical analysis in the iron and steel industry

**1994**

Evaluation & improvement of the rapid multielemental determination of trace amounts of pollutants in the media and materials in iron and steel industry by means of ICP-MS spectrometry

**1995**

Evaluation of the contents of trace elements in complex steel matrice from scrap to final component

**1997**

Synthesis of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) in the iron and steel industry

**2002**

Análisis de muestras de acero con alta resolución espacial utilizando ablación por láser-ICP-MS

**2005**

Caracterización química de microsegregaciones en diversos tipos de materiales usando LA-ICP-MS

**07. RECICLADO DE MATERIALES Y RESIDUOS**

**1982**

Aprovechamiento de residuos en la industria metalúrgica del cinc

**1983**

Recuperación de los valores metálicos en los residuos de la industria del cinc

**1985**

Recuperación de residuos minero-siderúrgicos

**1988**

Recuperación de metales pesados en catalizadores desechados

**1989**

Aprovechamiento integral de residuos minerometalúrgicos de granulometría fina por reciclado y transformación de nuevos materiales

**1990**

Recuperación de Ta y Nb de concentrados y subproductos de minerales europeos

**1991**

Caracterización de residuos sólidos por fluorescencia de rayos X y por su estructura mineralógica

Restauración de terrenos y aprovechamiento de residuos contaminados por sustancias orgánicas y elementos metálicos que pueden ser eliminados por tratamientos térmicos en lecho fijo o en otros dispositivos

**1992**

Desarrollo de un proceso de solidificación/inertización de residuos tóxicos y peligrosos: aplicación a rechazos del compostaje de residuos sólidos urbanos y lodos de depuradora

**1993**

Recovery and recycling of heavy metals and hydrocarbons by use of biotechnological techniques

**1994**

Desarrollo de los procesos de una tecnología de recuperación de residuos conteniendo aluminio de las plantas de anodizado de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM)

Recovery of industrial waste from surface treatment of aluminium to study its recyclability and its use in other industries



**1995**

Recuperación de metales valiosos y/o tóxicos desde polvos de fundición

**1996**

Desarrollo de una tecnología más limpia para la obtención de óxido de cinc a partir de residuos que contienen Zn generados en la fabricación de acero

Development of a knowledge based system for improved operations of waste water treatment plants in a cold rolling area – KNOWATE

Development of technologies for treatment of dust and sludges containing zinc and lead to improve their recycle reuse (treatdust)

**1997**

Desarrollo de procesos de estabilización/solidificación de residuos tóxicos y peligrosos de naturaleza orgánica

Desarrollo de técnicas analíticas para microorganismos y metales pesados en lodos de depuradoras y compostaje. Recuperación biológica de la contaminación

Targeted research action on waste minimization and recycling

**1998**

Reutilización de residuos de bióxido de titanio procedentes de lodos papeleros para minimizar su impacto medioambiental

Reutilización y minimización de residuos procedentes de la industria del aluminio de la Comunidad de Madrid

Tratamiento para la reutilización de los componentes de residuos ácidos procedentes de plantas de galvanizado

**1999**

Estabilización e inertización de residuos orgánicos tóxicos y peligrosos mediante la utilización de arcillas

Novel process to recover by-products from the pickling baths of stainless steel

Reciclado integral de los polvos de acería eléctrica

Recuperación selectiva de residuos de envases laminados mediante el uso de separadores de corrientes de Foucault

Reutilización de óxidos metálicos procedentes del proceso PIBARE de tratamiento de aguas de decapado del acero inoxidable

Reutilización y minimización de residuos de la industria del aluminio

Valorización de residuos procedentes de procesos de descontaminación de gases de fusión de hornos de arco eléctrico y afino (Recumet)

## 2000

Desarrollo de un proceso para el control de la calidad de los materiales metálicos obtenidos en plantas de clasificación de residuos de envases

Granulación e inertización físicoquímica de residuos orgánicos tóxicos y peligrosos mediante utilización de arcillas

## 2001

Desarrollo de un nuevo dispositivo para la filtración eficaz de partículas ultrafinas

Reciclado y aprovechamiento de los polvos procedentes del tratamiento de chatarras y escorias de aluminio de la CAM

Sustainable agriculture using blast furnace and steel slag as liming agents

## 2002

Ecoefficient technology for recovering acids and metals from rinse water in stainless steel pickling

## 2003

Aplicaciones agrícolas de escorias secundarias de la fabricación de acero para una agricultura sostenible

Inertización de residuos de acería eléctrica mediante aglomeración con cemento y fusión posterior

Recuperación de ácidos y metales de las aguas de lavado de los aceros inoxidables decapados

Recuperación de metales de las aguas de lavado de aceros inoxidables decapados por tratamiento con polímeros funcionalizados

Recuperación de oro desde soluciones de lixiviación con tiosulfato

Revalorización de chatarra de envases de hojalata de RSU

## 2005

Design, construction and validation of a pilot installation for a safe deposit of surplus mercury from the European industry

Revalorización de un residuo peligroso de la industria del aluminio

## **08. OTROS**

### **1966**

Estudio de la significación de los resultados de los ensayos de resiliencia desde el punto de vista estadístico

Estudio de las propiedades de chapas de acero a bajas temperaturas

Preparación de una tabla actual de tipificación de aceros

### **1967**

Atenuación de vibraciones ultrasonoras medidas con reguladores de amplificación verificados: reproducibilidad de mediciones, influencia de rugosidades superficiales y linealidad de los aparatos empleados

### **1969**

Preparación de un atlas metalográfico del aluminio y sus aleaciones

Tribología. Investigación cooperativa con el Grupo internacional «Wear of Engineering Metals»

### **1972**

Atlas metalográfico de aleaciones de aluminio para moldeo

### **1976**

Estudio de un nuevo material de base metálica para su empleo en el campo de la artroplastia

### **1981**

Construcción modular de viviendas sociales o económicas y adaptación de nuevos sistemas de cerramiento

Hachas de bronce ricas en plomo

### **1988**

Determinación de la ductilidad en caliente mediante ensayos de torsión (ENSIDESA)

Obtención de óxido de magnesio a partir de finos de Rubian (ERT)

### **1989**

Utilización agrícola de las escorias LD

## 1990

Actualización de pequeños subcontratistas de la industria metalúrgica europea

Revalorización de escorias LD mediante su transformación y compostaje para su utilización en suelos agrícolas ácidos

## 1991

Sistema experto multisensorial para el control de calidad de bandas en frío que se desplazan a gran velocidad

## 1994

FIA-Solvent extraction system. Aplicación al tratamiento y determinación de elementos contaminantes en efluentes

## 1995

Diagnóstico radiológico distribuido mediante redes neuronales y tratamiento digital de imágenes

Production and applications of vapour grown and other ceramic fibres and filaments

Síntesis, caracterización y procesado de polvos para cerámicas estructurales de base circonia

Sistema hipermedia para la coordinación del tráfico de buques de mercancías y pasajeros por el puerto de la bahía de Algeciras

## 1996

Desarrollo de materiales resistentes al desgaste por adición de carburos de Ta y Nb

## 1997

Biological degradation of organic pollutants in water circuits of degreasing systems

Bi-Recuperación de suelos contaminados con metales pesados y compuestos orgánicos

Obtención de carburos de tantalio y niobio a partir de columbotantalita y su utilización para el desarrollo de materiales resistentes al desgaste

Process water treatment with excess heat

## 1998

Proyecto de una red de información en metalurgia

Respuesta eléctrica de composites de electrodos positivos derivados de  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  y de electrolitos tipo Nasicon. Aplicación a baterías de litio de estado sólido

## 2000

Desarrollo de filtros cinemáticos de ultrafiltración de base metálica para la separación de sólidos y condensados de gases industriales a altas temperaturas y de carácter parcialmente oxidante

Desarrollo de un proceso de cogasificación para el tratamiento de humos

Diseño y desarrollo de un horno, mediante sistemas *neuro-fuzzy* de gran capacidad para altas temperaturas homólogas

Rebote térmico de nanopartículas e iones sobre superficies

Sistema integrado multisensor de silicio para la detección de gases de combustión basado en dispositivos resistivos y ópticos

Tratamiento de aguas de proceso con exceso de calor

## 2001

Diseño y adquisición de un dispositivo experimental para el estudio de la aplicación de tratamientos térmicos a materias complejas a altas temperaturas y en atmósfera controlada

Ensayos de demostración industrial para mejorar el control de fluoruros en el proceso Waelz

Ensayos de demostración industrial para un nuevo proceso de obtención de silicato sódico soluble

Películas sol-gel dopadas con moléculas orgánicas para sensores ópticos

Recubrimiento de nanopartículas mediante técnicas de aerosoles

## 2003

Desarrollo de nuevas metodologías para el estudio y análisis integral de materiales cerámicos, vidriados y vidrios del Patrimonio Histórico-Artístico, basadas en AFM, SEM/EDX, XRF y PIXE

Desarrollo de sensores específicos e interfaz de control para la automatización de un sistema de reutilización de aguas y recuperación de fertilizantes en invernaderos

Desarrollo de sistemas de supervisión de la evolución posrecolección de frutas: sensores de gases. «Sensogases»

Desarrollo de un cargador eléctrico monopolar de alta eficacia para aerosoles nanométricos

Sensores de acidez medioambiental para la conservación preventiva del patrimonio vidriero

## 2005

Análisis, mejora y control de las características de calidad y seguridad de los alimentos

Desarrollo de sistemas de supervisión de la evolución posrecolección de frutas y hortalizas mediante matrices de sensores basados en diferentes principios de detección

Efecto de las fuerzas de imagen en la captura de aerosoles de nanopartículas y *clusters* iónicos mediante fibras

Estudio de las alteraciones superficiales de vidrios históricos mediante microscopía de fuerza atómica

Silicio de alta calidad

Sol-gel environmental agents sensors. design, production and characterisation

## TESIS DOCTORALES

En los primeros años tras su fundación, ingresó en el CENIM un gran número de jóvenes licenciados que pronto se afanaron en el trabajo para alcanzar el grado de doctor.

A continuación, se incluyen las Tesis Doctorales realizadas en el CENIM, según los datos que figuran en la biblioteca del Centro y en las Memorias Anuales.

### 1963

Estudio del amortiguamiento y del módulo-e en los aceros técnicos al carbono templados

**Autor:** D. José María Belló Berbegal

**Director:** Dr. Terraza Martorell

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Contribución al estudio de la influencia de la altura de carga en la sinterización por aspiración de minerales de hierro

**Autor:** D. Antonio Fillol Ciórraga

**Director:** Dr. Boned Sopena

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

### 1965

Posibilidades de flujo de metales dentro de moldes y su relación con el proceso de solidificación

**Autor:** D. Leandro de Luis Martín

**Director:** Dr. Feliu Matas

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Propiedades de tracción del niobio policristalino

**Autor:** D. Juan José Regidor Arribas

**Director:** Dr. Hernáez Marín

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Aplicaciones de la metalurgia de amalgamas

**Autor:** D. José Luis Limpo Gil

**Director:**

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1966

El balance térmico de la sinterización de mezclas autofundentes de minerales de hierro y su posible mejora

**Autor:** D. Fermín Juan Asensio Gonzalo

**Director:** Dr. Boned Sopena

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

La influencia de pequeñas adiciones de mercurio sobre la recristalización del plomo

**Autor:** D. Marcelino Torralba Díaz

**Director:** Dr. Sistiaga Aguirre

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1967

Corrosión química y electroquímica del plomo y sus aleaciones, en soluciones de ácido sulfúrico

**Autor:** D. José Antonio González Fernández

**Director:** Dr. Feliu Matas

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Aprovechamiento de minerales pobres de manganeso

**Autor:** D. Fructuoso Badiola Aizpuru

**Director:** Dr. De la Cuadra Herrera

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Probeta de ensayo de la capacidad reproductora de detalles de la fundición de hierro

**Autor:** D. Luis Froufe Carlos

**Director:** Dr. Navarro Alvargonzález

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1968

El desgaste mecánico de los aceros y los tratamientos térmicos superficiales

**Autor:** D. Fernando Medina García

**Director:** Dr. De Andrés Sanz

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid



Estudio de un método de ranurado para la determinación de tensiones internas en los alambres estirados en frío

**Autor:** D. José Ruiz Fernández

**Director:** Dr. Herman Bühler

E.T.S.de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Estudio físico químico de la desfosforación hidrometalúrgica de concentrados de magnetita

**Autor:** D. Ángel de Luis Martín

**Director:** Dr. de la Cuadra Herrera

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Contribución al estudio de algunas variables que afectan a la protección catódica del acero

**Autor:** D. Miguel Ángel Guillén Rodrigo

**Director:** Dr. Feliu Matas

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1969

Análisis de aceros por espectrometría de emisión: empleo de haz reflejado como patrón interno

**Autora:** Doña Aurora Gómez Coedo

**Director:** Dr. Jiménez Seco

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Contribución al estudio de la fragilidad en caliente de las aleaciones Al-Zn-Mg

**Autor:** D. Antonio Madroñero de la Cal

**Director:** Dr. Hernáez Marín

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Contribución al estudio y normalización de la cementación de los aceros

**Autor:** D. Joaquín Orland García, SJ

**Director:** Dr. De Andrés Sanz

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Contribución al estudio de la microdeterminación del nitrógeno en los aceros

**Autor:** D. José Miguel Álvarez Brito

**Director:** Dr. Suárez Acosta.

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1970

Efecto de la estructura de colada en la corrosión anódica del plomo y sus aleaciones

**Autor:** D. Luciano Galán Casado

**Director:** Dr. Feliu Matas

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1971

Procesos de precipitación en aleaciones plomo-antimonio con contenidos de Sb hasta el 3% en peso

**Autor:** D. Miguel Aballe Caride

**Director:** Dr. Torralba Díaz

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Aumento de los rendimientos y productividad del horno alto

**Autor:** D. Antonio Formoso Prego

**Director:** Dr. Asensio Gonzalo

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1972

Fabricación de prerreducidos aptos para su empleo en horno eléctrico

**Autor:** D. Juan V. Koärting Wiese

**Director:** Dr. Boned Sopena

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Contribución al estudio de las características mecánicas en grandes forjas de aceros desgasificados por vacío

**Autor:** D. Santiago Fernández Gutiérrez

**Director:** Dr. De Andrés Sanz

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Obtención de pelets siderúrgicos a partir de distintas materias primas nacionales

**Autor:** D. Fernando García Carcedo

**Director:** Dr. Boned Sopena

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1973

Características de la soldadura bajo protección gaseosa de CO<sub>2</sub>, con transferencia por cortocircuito

**Autor:** D. José María Amo Ortega

**Directores:** Dr. Sistiaga Aguirre y Dr. Cobo Velasco

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Investigación sobre moldeabilidad del metal en fundición de aluminio

**Autor:** D. Ignacio Alfaro Abreu

**Director:**

Universidad del País Vasco. Bilbao

## 1974

La influencia del espesor de regiones laminares de una fase reactiva en una matriz de plomo sobre la penetración del ataque anódico

**Autor:** D. Manuel Morcillo Linares

**Director:** Dr. Feliu Matas

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

## 1975

Contribución al estudio de los parámetros eléctricos en el proceso de refusión bajo escoria electroconductora

**Autor:** D. Sebastián Florencio Medina Martín

**Director:** Dr. De Andrés Sanz

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Reducción gaseosa de minerales de hierro

**Autor:** D. Rafael Alonso

**Director:** Dr. Boned Sopena

E.T.S. de Ingenieros de Minas de la Universidad de Oviedo

Estudio de las posibilidades de aplicación de los métodos electroquímicos para valorar la resistencia a la corrosión del plomo en ácido sulfúrico

**Autor:** D. José Fullera García

**Director:** Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de la posibilidad de galvanizar aceros efervescentes a temperaturas elevadas

**Autor:** D. Tomás de la Rosa Sánchez

**Director:** Dr. Vázquez Vaamonde

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1976

Influencia de los parámetros del procedimiento sobre la formación y distensiones de los cordones de soldadura automática por arco sumergido

**Autor:** D. Ramón Santos Rodríguez

**Director:** Dr. Cobo Velasco

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

## 1977

Desulfuración del arrabio líquido mediante la inyección con lanza de producto desulfurante en la cuchara de transporte

**Autor:** D. Antonio Gutiérrez Gracia

**Director:** Dr. Asensio Gonzalo

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Valencia

Corrosión de las aleaciones Pb-Ca a temperaturas elevadas en atmósferas controladas

**Autor:** D. Juan Miguel Martín Espinosa

**Director:** Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1978

Estudio de los parámetros de solidificación y enfriamiento en molde de arena de las aleaciones férreas Fe-C-Mn y Fe-C-Mo. Transformaciones de fase en estado sólido, diagrama TTT de enfriamiento continuo, microestructuras y propiedades físico-mecánicas

**Autor:** D. Carlos García de Andrés

**Director:** Dr. De Andrés Sanz

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1979

Los álcalis en el horno alto

**Autor:** D. Francisco Forés Mallol

**Director:** Dr. Asensio Gonzalo

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Técnica para la obtención de lingotes de acero con piel ferrítica y alma calmada al aluminio para la fabricación de chapas de embutición

**Autor:** D. A. Orótola Almela

**Director:** Dr. Asensio Gonzalo

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Valencia

Eliminación de álcalis del mineral de hierro durante su sinterización

**Autor:** D. Ernesto Ferrón de la Fuente

**Director:** Dr. Boned Sopena

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad de Oviedo

## 1980

Beneficio integral de un derivado hematítico nacional. Concentración magnética y aglomeración

**Autor:** D. Juan Carlos Ruiz Sierra

**Directores:** Dr. Boned Sopena y Dr. García Carcedo

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Físico-química de la precipitación del hierro como jarosita

**Autor:** D. Ángel Hernández Fernández

**Director:** Dr. De la Cuadra Herrera

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Aleaciones Pb-Ca-Sn ricas en plomo. Diagrama de fases y fenómenos de precipitación

**Autora:** Doña Paloma Adeva Ramos

**Director:** Dr. Torralba Díaz

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Cinética del envejecimiento de algunas aleaciones del sistema Ni-Al a temperaturas elevadas

**Autor:** D. Ángel María Irisarri Lator

**Director:** Dr. J.J. Urcola

E.S.I.I. Universidad de San Sebastián.

## 1981

Aplicación de la espectroscopía de plasma (ICP) al análisis de plomos puros

**Autora:** Doña María Teresa Dorado López

**Directora:** Dra. Gómez Coedo

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Aplicación del ATD y ATG en la evaluación de las características de las bentonitas usadas como aglutinante en fundición

**Autor:** D. J. Navarrete Arévalo

**Director:** Dr. Froufe Carlos

ETS de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

El análisis térmico de la fundición y las propiedades de la misma

**Autor:** D. José Luis Enríquez Berciano

**Director:** Dr. Hernáez Marín

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Corrosión del Al, Cu, Fe y Zn en atmósferas controladas

**Autor:** D. José María Bastidas Rull

**Director:** Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de los parámetros eléctricos mediante la resolución del campo en el medio resistivo del proceso ESR

**Autor:** D. Sebastián Florencio Medina Martín

**Director:** Dr. De Andrés Sanz

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1982

Técnicas para la optimización rendimiento-duración en las baterías de coque siderúrgico

**Autor:** D. Juan Antonio Llantada Ramírez

**Director:** Dr. Asensio Gonzalo

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica del País Vasco. Bilbao

Empleo del ordenador para el control de las curvas de cementación durante el tratamiento térmico en atmósferas controladas

**Autor:** D. Pedro J. Martín Alvarez.

**Director:** Dr. Belló Berbegal

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Lixiviación de sulfuro de mercurio en medio corrosivo utilizando ion cúprico y oxígeno como oxidante

**Autor:** D. Armando Rodríguez Sánchez

**Director:** Dr. De la Cuadra Herrera

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de la marcha metalúrgica y de los parámetros que determinan el coste de fabricación de acero con prerreducidos en horno de arco

**Autor:** D. Miguel Fernández López

**Director:** Dr. Mallol Fernández

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Estudio de los mecanismos de nucleación en cobres industriales

**Autora:** Doña Asunción García Escorial

**Director:** Dr. Torralba Díaz

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

**1984**

Contribución al estudio de la recristalización del cinc purificado por el método de «fusión por zonas»

**Autor:** D. Ángel Pardo Gutiérrez del Cid

**Director:** Dr. Otero Huerta

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

La extracción del hierro (III) en medio sulfato por la amina primene 81R

**Autor:** D. Francisco José Alguacil Priego

**Director:** Dr. Amer Amézaga

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Aplicación de las leyes de la difusión a los tratamientos térmicos de los aceros

**Autor:** D. Manuel Carsí Cebrián

**Director:** Dr. De Andrés Sanz

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

**1985**

Contribución al estudio de los fenómenos de recocido en cobre de elevada pureza

**Autora:** Doña María Luisa Blázquez Izquierdo

**Director:** Dr. Hernáez Marín

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Corrosión *in vitro* e *in vivo* de las prótesis mixtas acero inoxidable-cerámica

**Autora:** Doña María Lorenza Escudero Rincón

**Director:** Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid

Viabilidad de la reducción directa de los minerales magnéticos del suroeste

**Autor:** D. Francisco Javier Esteban de Parga

**Director:** Dr. Cobo Velasco

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Corrosión de armaduras galvanizadas en medios que simulan la fase acuosa del hormigón

**Autora:** Doña María Ángeles Macías García

**Directora:** Dra. Andrade Perdrix

Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid

Estudio de la adsorción de aminas sobre aceros e inhibición de su corrosión en medio ácido

**Autor:** D. Juan José de Damborenea González

**Director:** Dr. Vázquez Vaamonde

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1986

Aceros sinterizados con níquel y cobre

**Autor:** Mr. Walter Contreras Zapata

**Director:**

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Determinación de la porosidad y contenido real de gases en piezas inyectadas de zinc

**Autor:** D. José Ignacio Robla Villalba

**Director:** Dr. De Luis Martín, Leandro

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Propiedades magnéticas de los minerales de hierro con vistas a su separación de otras especies mineralógicas de las rocas que las contienen

**Autor:** D. Carlos Pérez Román

**Director:** Dr. García Carcedo

Facultad de Geológicas. Universidad Complutense de Madrid

Propiedades tecnológicas de las arenas de moldeo: estudio de las sustituciones isomórficas en las bentonitas

**Autor:** D. Dionisio Siguín del Dedo

**Director:** Dr. Froufe Carlos

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1987

Concentración de minerales complejos de cinc y plomo

**Autor:** D. Félix Antonio López Gómez

**Director:** Dr. López Aguayo

Dpto. de Física de la Materia Condensada Cristalografía-Mineralogía y Química Orgánica. Universidad de Valladolid

Influencia del cobre en las propiedades mecánicas de aceros de construcción

**Autor:** D. Juan José Aroztegui Urteaga

**Director:**



## 1988

Influencia de la composición y condiciones de solidificación en la microestructura y propiedades de aleaciones basadas en el sistema Ni-Cr-A

**Autor:** D. José Luis González Carrasco

**Director:** Dr. Aballe Caride

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Efecto del anhídrido sulfuroso y del cloruro sódico atmosféricos en la corrosión de metales pintados

**Autor:** D. L.S. Hernández Hernández

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1990

Aprovechamiento de residuos siderúrgicos por técnicas metalúrgicas y posterior aglomeración mejorando la calidad de los productos obtenidos

**Autor:** D. Ángel Vázquez García

**Director:** Dr. Ruiz Sierra

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Nuevos materiales estructurales de zinc reforzado

**Autor:** D. Manuel Prensa Martínez-Santos

**Director:** Dr. Madroñero de la Cal

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de los mecanismos de protección anticorrosiva de pinturas ricas en cinc formuladas con extendedores conductores

**Autor:** D. Sebastián Feliu Batlle

**Directores:** Dr. Morcillo Linares y Dr. Bastidas Rull

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1991

Aplicación de la termodinámica y transferencia de calor a la modelización de procesos pirometalúrgicos

**Autor:** Mr. Farid Chejme Janna

**Director:** Dr. Ruiz Sierra

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Mejora de la fabricación industrial de silicio metalúrgico por reciclado de productos residuales y obtención de silicio con bajo contenido de impurezas. Caracterización de residuos y de materiales obtenidos

**Autora:** Doña Juliana Nancy Ayala Montes

**Director:** Dr. García Carcedo

E.T.S. Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Caracterización de los nuevos materiales para gasoducto. Análisis de procesos y de severidad de defectos para evitar roturas catastróficas

**Autor:** D. Juan Durán Ardila

**Director:** Dr. Amo Ortega

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Estudio de distintas variables con influencia en el comportamiento en la atmósfera de los recubrimientos anticorrosivos de pintura aplicados sobre acero

**Autor:** D. Joaquín Simancas Peco

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Comportamiento de las tuberías de acero galvanizado en las instalaciones de distribución de agua. Evaluación de la velocidad de corrosión por su cara externa

**Autor:** D. J. Rodríguez Montero

**Director:** Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Granada

Reemplazo óptimo de maquinaria minera en explotaciones a cielo abierto mediante el análisis de sensibilidad económico financiero por la vía del riesgo

**Autor:** D. Ernesto Osvaldo Aduvire Patata

**Director:** Dr. López Jimeno

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Transformaciones de inequilibrio producidas por ciclos anisotérmicos en aceros inoxidables martensíticos tipo 13Cr y 14CrMoV

**Autora:** Doña Luisa Fernanda Álvarez Moreno

**Director:** Dr. García de Andrés

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1992

Influencia de la temperatura y del grado de humectación de los poros en la durabilidad de las estructuras de hormigón armado

**Autor:** D. Walter López González

**Director:** Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Caracterización y propiedades mecánicas de las aleaciones Al-6% Fe-5% Ce y Fe-0,8% B-1,3% C-1,6% Cr obtenidas por solidificación rápida

**Autora:** Doña María del Pilar Acosta Rangel

**Director:** Dr. Ruano Mariño

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

La gestión medioambiental de la escoria LD: Su utilización en agricultura y silvicultura

**Autor:** Doña Natalia Balcázar Navarro

**Director:** Dr. López Gómez

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Alcalá de Henares

Fabricación de nodulizados con aditivos aglomerantes de un superconcentrado magnetítico de mineral de hierro

**Autor:** D. Serafín Ferreira Rodríguez

**Director:** Dr. García Carcedo

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Extracción reactiva de galio. Aplicación a su recuperación a partir de cenizas volantes y corrientes residuales del proceso Bayer

**Autora:** Doña Beatriz Gutiérrez García

**Director:**

Facultad de Química. Universidad de Oviedo

Desgaste de recubrimientos cerámicos proyectados por plasma y tratados superficialmente mediante láser

**Autor:** D. José Manuel Cuetos Megido

**Director:**

Dpto. de Constr. e Ing. de Fabricación. Universidad de Oviedo

## 1993

Extracción de Au(CN)<sub>2</sub><sup>-</sup> mediante la amina Primene 81R y mezclas sinérgicas de ésta con los derivados organofosforados neutros Cyanex 923 y Cyanex 921

**Autora:** Doña C. Caravaca Moreno

**Directores:** Dr. Alguacil Priego y Dr. Trilleros

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Desarrollo de un modelo asistido por ordenador para la automatización del cálculo de las principales características de un reactor en contracorriente para la reducción de menas de hierro

**Autor:** D. Agustín Martínez Menéndez

**Director:** Dr. Formoso Prego

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

**1994**

Corrosión inducida por contaminantes hidrosolubles en la intercara metal-pintura

**Autor:** D. Francisco Javier Rodríguez Gómez

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Contaminantes salinos solubles en los productos de corrosión atmosférica del acero al carbono y del zinc. Su cuantificación y su efecto en el comportamiento de sistemas de pintura aplicados sobre aquellos sustratos

**Autor:** D. Santiago Eleodoro Flores Merino

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Corrosión de las armaduras embebidas en hormigón en ambientes de extrema agresividad. Posibilidades de protección mediante inhibidores

**Autora:** Doña Elmer Ramírez Cruz

**Director:** Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de métodos electroquímicos en el sistema acero-hormigón-medio ambiente

**Autora:** Doña Patricia Rodríguez López

**Director:** Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Propiedades mecánicas a alta temperatura de aleaciones pulvimetalúrgicas de base Al-Fe obtenidas por solidificación rápida

**Autor:** D. Fernando Carreño Gorostiaga

**Director:** Dr. Ruano Mariño

Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco

Modelización de la resistencia a la deformación en caliente de la austenita en aceros C-Mn, C-Si, C-Mo y microaleados con Ti, V y Nb

**Autor:** D. Carlos Adolfo Hernández Carreón

**Director:** Dr. Medina Martín

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Aplicaciones de la energía solar concentrada a la modificación superficial de aceros

**Autora:** Doña Gloria Patricia Rodríguez Donoso

**Director:** Dr. Vázquez Vaamonde

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio comparativo de la resistencia a la corrosión de aceros inoxidable austeníticos clásicos, de muy bajo contenido en níquel y pulvimetalúrgicos

**Autor:** José Ernesto B. Saenz More

**Director:** Dr. Otero Huerta

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

**1995**

Síntesis de hexaferritas de bario a partir de lejías ferrosas residuales de decapado

**Autor:** D. Javier Dufour Andía

**Directores:** Dr. López-Mateos y Dr. Formoso Prego

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Desarrollo de metodologías para el control analítico de ferrovanadio, ferroniobio y ferromolibdeno por fluorescencia de rayos X (dk y dE)

**Autora:** Doña Isabel Gutiérrez Cobo

**Directora:** Dra. Dorado López

Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid

Solidificación de polvos de acería eléctrica mediante peletización con cementos de escoria de horno alto

**Autor:** D. Enrique Sáinz Velicia

**Director:** Dr. López Gómez

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Valladolid

Análisis rápido no destructivo de residuos de granulometría fina por FRX con radioisótopo

**Autor:** Mr. Tribak Abdelghani Afailal

**Director:** Dr. García Carcedo

Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid

Racionalización de mezclas de minerales de hierro para la obtención de sinterizados de calidad

**Autor:** D. Alfredo Moro Antonio

**Directores:** Dr. Formoso Prego y Dr. Sánchez Suárez

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad de Oviedo

Estudio de la recristalización estática de la austenita en aceros C-Mn, C-Si, C-Mo y microaleados con Ti, V y Nb

**Autora:** Doña Juana Eloína Mancilla Tolama

**Director:** Dr. Medina Martín

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Solidificación, microestructura y propiedades mecánicas de aleaciones de Al-Cr-Ni, Al-Cr-Mo y Al-Cr-Si obtenidas por atomización centrífuga

**Autora:** Doña María Belén Sánchez Fernández

**Director:** Dr. Torralba Díaz

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Efecto de la contaminación atmosférica en las esculturas de bronce. Estudio de la pátina

**Autora:** Doña María Paz Alonso Cantalapiedra

**Directores:** Dr. Bastidas Rull y Dra. Dalmau Moliner

Facultad de Bellas Artes. Universidad Complutense de Madrid

El papel del NO en la corrosión atmosférica del acero

**Autor:** D. Carlos Enrique Arroyave Posada

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Comportamiento en la atmósfera del recubrimiento 55% Al-Zn sobre acero. Comparación con el recubrimiento galvanizado

**Autor:** D. Enrique Palma Bellido

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1996

Análisis de los procesos de sellado y autosellado en distintos medios naturales de las capas anódicas del aluminio

**Autor:** D. Víctor López Serrano

**Directores:** Dr. Lizarbe Ruiz y Dr. González Fernández.

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio electroquímico del proceso de corrosión de las aleaciones de aluminio-litio de interés aeroespacial

**Autora:** Doña Ana Conde del Campo

**Director:** Dr. de Damborenea González

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de sistemas de extracción con disolventes de Au(III) en medio clorhídrico con aminas y derivados organofosforados neutros

**Autora:** Doña Susana Martínez Gonzalez

**Director:** Dr. Alguacil Priego

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Caracterización mecánica y comportamiento a la oxidación del Ni<sub>3</sub>Al procesado por vía pulvimetalúrgica

**Autor:** D. Pablo Pérez Zubiaur

**Directora:** Dra. Adeva Ramos

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

**1997**

Estudio y resolución de la ecuación fenomenológica de Garofalo para la fluencia plástica en estado estacionario de materiales metálicos policristalinos, determinación de su capacidad de aplicación y base física

**Autor:** D. Ignacio Rieiro

**Director:** Dr. Carsí Cebrián

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio del efecto del NO<sub>2</sub> en la corrosión atmosférica del cobre

**Autor:** Doña Liboria Mariaca Rodríguez

**Directores:** Dr. Morcillo Linares y Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Cinética de oxidación y comportamiento frente a la corrosión de la superaleación MA 956

**Autora:** Doña María Cristina García Alonso

**Directores:** Dra. Escudero Rincón y Dr. González Carrasco.

Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid

Estudio del comportamiento mecánico y electroquímico de la superaleación MA 956 para su posible utilización como biomaterial protésico osteoarticular

**Autor:** D. Hugo Canahua Loza

**Directores:** Dr. Ruiz Fernández y Dra. Escudero Rincón

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Síntesis de láminas de diamante policristalino mediante deposición química en fase vapor por llama de combustión de acetileno

**Autor:** D. Ignacio M. García Diego

**Director:** Dr. Vázquez Vaamonde

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Sistema de evaluación automática de parámetros físico-químicos en aglomerados siderúrgicos

**Autor:** D. Pedro Pablo Gómez Ibáñez

**Director:** Dr. Formoso Prego

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Fabricación de un material compuesto base zamak reforzado con residuos carbonosos de origen petroquímico mediante la técnica de reocolado

**Autor:** D. Luis Javier Cruz Riaño

**Director:** Dr. Madroñero de la Cal

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Fibras cortas de carbono crecidas a partir de hidrocarburos gaseosos mediante el proceso VLS

**Autora:** Doña Edith Ariza Ávila

**Director:** Dr. Madroñero de la Cal

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de la capacidad anticorrosiva de las películas de pintura mediante técnicas electroquímicas

**Autor:** Juan Carlos Galván Sierra

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 1998

Desarrollo de metodologías para el control químico de lodos de anodizado de aluminio por fluorescencia de rayos X empleando fuente radiactiva

**Autor:** D. Nilo Cornejo Gómez.

**Director:** Dr. García Carcedo

Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid

Cambios microestructurales durante la deformación de dos aleaciones superplásticas de Al de pequeño tamaño de grano, Al-6%Cu-0,4%Zr y Al-5%Mg-1,2%Cr

**Autor:** Mr. Mohamed Eddahbi

**Director:** Dr. Ruano Mariño

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de la deformación de aleaciones superplásticas de aluminio mediante análisis de texturas

**Autora:** Doña MaríaTeresa Pérez Prado

**Directores:** Dr. Ruano Mariño y Dr. González-Doncel

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de la interacción recristalización-precipitación inducida por la deformación en aceros microaleados: aplicación a los procesos de conformación en caliente

**Autor:** D. Alberto Bacilio Quispe Cohaila

**Director:** Dr. Medina Martín

E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid



Caracterización microestructural y de resistencia a la corrosión de recubrimientos de base níquel obtenidos por láser y *electroless*

**Autor:** D. Ceferino Cabañas

**Directora:** Dra. Escudero Rincón

Escuela Politécnica Superior del Ejército

Estudio del sellado y autosellado del aluminio anodizado. Análisis de la posibilidad de reducir la temperatura y la duración del proceso industrial

**Autora:** Doña María Asunción Bautista Arija

**Directores:** Dr. González Fernández y Dr. López Serrano

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Refuerzo de aceros rápidos por adición de carburos complejos de tantalio y de niobio

**Autora:** Doña Elena Gordo Odériz

**Directores:** Dr. Ruiz Prieto y Dr. Ruiz Sierra

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

## 1999

Estudio experimental de los diseños empleados en estructuras metálicas implanto-soportadas

**Autor:** D. Jorge Blázquez Checa

**Directores:** Dr. Torralba Díaz y Dr. del Río

Facultad de Odontología. Universidad Complutense de Madrid

Producción de aleaciones nanocristalinas de base Al por enfriamiento ultrarrápido: análisis microestructural y propiedades mecánicas

**Autor:** D. Fernando Audebert

**Directores:** Dr. Sirkin y Dra. García Escorial

Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires (Argentina)

Modelización de las transformaciones de fase en calentamiento continuo de aceros con microestructura inicial de ferrita, perlita y ferrita-perlita

**Autora:** Doña Francisca García Caballero

**Director:** Dr. García de Andrés

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Modelización de las transformaciones de origen difusional producidas por descomposición isotérmica de la austenita en un acero carbono manganeso (0,37% C – 1,45% Mn) microaleado con vanadio y titanio

**Autor:** D. Carlos Capdevila Montes

**Director:** Dr. García de Andrés

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Utilización de los aceros inoxidables AISI 304 y AISI 316L en industrias que operan con cloruro sódico

**Autora:** Doña Conceta Luz Torres Ramírez

**Director:** Dr. Bastidas Rull

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Factores de influencia en el ampollamiento osmótico de pinturas marinas en inmersión continuada

**Autora:** D. Fernando Cayuela

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Dpto. de Ingeniería Química y del Medio Ambiente. Universidad del País Vasco

## 2000

Modelado de diagramas de impedancia en procesos de corrosión

**Autor:** D. José Luis Polo Sanz

**Director:** Dr. Bastidas Rull

E.T.S. de Ingeniería. Universidad Pontificia de Comillas (ICAI)

Propiedades mecánicas a alta temperatura de la aleación Al-5Cr-2Zr solidificada rápidamente

**Autora:** Doña Teresa Gerique Morón

**Directores:** Dra. Lieblich Rodríguez y Dr. Torralba Díaz

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

## 2001

Efecto de los vapores de los ácidos acético y fórmico en la degradación y patinado del cobre

**Autor:** D. Emilio Cano Díaz

**Director:** Dr. Bastidas Rull

Facultad de Bellas Artes. Universidad Complutense de Madrid

Comprobación de la eficacia de la realcalinización y de la extracción electroquímica de cloruros como métodos de rehabilitación de las estructuras corroídas de hormigón armado

**Autor:** D. Alfonso Cobo Escamilla

**Directores:** Dr. Otero Soria y Dr. González Fernández

E.T.S.I de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid

Corrosión en uniones solapadas de aceros recubiertos

**Autora:** Doña Belén Chico González.

**Directores:** Dr. Morcillo Linares y Dr. Otero Soria

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Respuesta tisular a la superaleación ODS MA956. Estudio experimental en ratas

**Autor:** D. Juan Carlos Rubio

**Directores:** Dra. Escudero Rincón y Dr. Munuera Martínez

Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Madrid

Caracterización y optimización tecnológica de un acero hipereutectoide

**Autor:** D. Alberto Fernández Vicente

**Directores:** Dr. Carsí Cebrián y Dr. Peñalba Díaz

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Caracterización de aleaciones de magnesio producidas por deposición física en fase vapor (PVD)

**Autor:** D. Gerardo Garcés Plaza

**Directora:** Dra. Adeva Ramos

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Desarrollo de composites de base aluminio reforzados con fibras cortas de grafito

**Autor:** D. Javier Coletto Fiaño

**Director:** Dr. Madroñero de la Cal

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 2002

Corrosión del cobre en medio ácido y su inhibición mediante compuestos cíclicos nitrogenados

**Autora:** Doña Paz Pinilla Cea

**Directores:** Dr. Bastidas Rull y Dr. Mora Peña.

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Efecto del NO<sub>2</sub> en la corrosión atmosférica del zinc

**Autor:** D. Juan Guillermo Castaño González

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Diseño, procesado y caracterización de aleaciones de aluminio pulvimetálicas reforzadas con intermetálicos

**Autora:** Doña Belén Torres Barreiro

**Directora:** Dra. Lieblich Rodríguez

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Coloración superficial en vidrios por cambio iónico y aplicación de capas delgadas

**Autora:** Doña Cristina Gil Puente

**Directores:** Dra. Villegas Broncano y Dr. Fernández Navarro.  
Facultad de Geológicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de los procesos de alteración de vidrieras históricas y de los tratamientos para su restauración y protección

**Autora:** Doña Noemí Carmona Tejero

**Directores:** Dr. Fernández Navarro y Dra. Villegas Broncano.  
Facultad de Ciencias. Universidad de Valladolid

Modificación superficial de aleaciones de Al mediante la utilización de un láser de CO<sub>2</sub>

**Autor:** D. Sebastián Adrián Rodríguez

**Directores:** Dr. De Damborenea González y Dr. Duffó  
Universidad de Buenos Aires (Argentina)

Inhibidores de bajo impacto medioambiental para el acero galvanizado

**Autora:** Doña María Ángeles Arenas Vara

**Director:** Dr. De Damborenea González  
Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

## 2003

Modelización de la cinética de austenización y crecimiento de grano austenítico en aceros ferrítico-perlíticos

**Autor:** D. David Marcos San Martín Fernández

**Director:** Dr. García de Andrés  
Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Influencia del Ti y el N en la evolución de la austenita deformada en caliente de los aceros estructurales

**Autora:** Doña María Isabel Vega Ruiz

**Director:** Dr. Medina Martín  
E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Influencia del mecanismo de transferencia de carga en el comportamiento mecánico de materiales compuestos de matriz metálica Al6061-15vol%SiC<sub>w</sub>

**Autor:** D. Ricardo Fernández Serrano

**Director:** Dr. González Doncel  
Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Influencia de partículas nanocristalinas en la microestructura y propiedades mecánicas del intermetálico Fe-40Al

**Autora:** Doña Carmen García Oca

**Directora:** Dra. Muñoz-Morris

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Pasivado de la hojalata con sales de cerio: una alternativa a las sales de cromo convencionales

**Autora:** Doña Nieves Mora Rubio

**Director:** Dr. Polo Sanz

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 2004

Desarrollo de aleaciones Fe-Cr-Al como posibles biomateriales: Caracterización mecánica y comportamiento a oxidación

**Autora:** Doña María Ángeles Montealegre Aguado

**Directores:** Dr. González Carrasco y Dra. Muñoz-Morris

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Procesado y caracterización microestructural y mecánica de materiales compuestos laminados de aceros de elevadas prestaciones

**Autora:** Doña Marta Pozuelo Alba

**Directores:** Dr. Carreño Gorostiaga y Dr. Ruano Mariño

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Microestructura, cinética de precipitación y propiedades mecánicas de materiales compuestos Al6061-15vol%SiC<sub>w</sub> extruidos a diferentes temperaturas

**Autor:** D. Alberto Borrego Díez

**Director:** Dr. González Doncel

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Aspectos diferenciales de la evolución microestructural de los aceros microaleados durante la deformación en caliente en condiciones isotérmicas y de enfriamiento continuo: recristalización estática, precipitación inducida, transformación de fase

**Autor:** D. Manuel Gómez Herrero

**Director:** Dr. Medina Martín

E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

Estudio del comportamiento del aluminio desnudo y los productos anodizados del aluminio en atmósfera de distinta humedad relativa y grado de agresividad

**Autora:** Doña Esther Escudero Baquero

**Directores:** Dr. López Serrano y Dr. González Fernández

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Análisis de la posibilidad de repasivación de las estructuras corroídas de hormigón armado

**Autora:** Doña Juana María Miranda Vidales

**Directores:** Dr. González Fernández y Dr. Otero Soria

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Influencia de la composición química del sustrato de acero y condiciones de recocido en el crecimiento del recubrimiento de *galvanneal*

**Autora:** Doña María Luz Pérez Revenga

**Director:** Dr. Feliu Batlle

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio de la corrosión en medio salino de distintos recubrimientos de zinc protegidos por microcapas orgánicas con cromo y libres de cromo

**Autora:** Doña Violeta Barranco Asensio

**Directores:** Dr. Feliu Batlle y Dr. Feliu Matas

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Compuestos bencénicos como inhibidores de corrosión del acero inoxidable AISI 316L en mezclas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -HF- $\text{H}_2\text{O}_2$

**Autora:** Doña Lilia Narváez Hernández

**Directores:** Dr. Bastidas Rull y Dr. Cano Díaz.

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio del mecanismo de interacción entre el cobre puro y los vapores de ácido propiónico

**Autor:** D. Alejandro Echavarría Velásquez

**Directores:** Dr. Echeverría Echeverría y Dr. Bastidas Rull

Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquía. Medellín (Colombia)

Avances en el conocimiento de las sales solubles y de su efecto en el comportamiento del sistema acero/recubrimiento orgánico

**Autor:** D. Daniel de la Fuente García

**Director:** Dr. Morcillo Linares

Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid

Tratamiento de los polvos procedentes de la metalurgia secundaria del aluminio

**Autor:** Mr. Hanan Tayibi

**Directores:** Dra. López Delgado y Dr. López Gómez

Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid

Aplicación tecnológica de un residuo de la industria del acero en la eliminación de metales contaminantes

**Autora:** Doña María Isabel Martín Hernández

**Directores:** Dr. López Gómez y Dr. Alguacil Priego

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Corrosión bajo tensión de nuevas aleaciones de aluminio

**Autora:** Doña Belén Davó Gutiérrez

**Director:** Dr. De Damborenea González

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

## 2005

Una nueva aplicación de las redes neuronales y la lógica difusa a la optimización del proceso de la fabricación del arrabio en un horno alto

**Autor:** Mr. Hussein Ghidham Hussen

**Director:** Dr. Mochón Muñoz

Universidad Complutense de Alcalá de Henares

## 2006

La transformación bainítica sin formación de carburos en aceros

**Autora:** Doña María Jesús Santofimía Navarro

**Directores:** Dr. García de Andrés y Dra. García Caballero

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

## 2007

Optimización microestructural de aceros duales mediante la modificación de su procesado

**Autora:** Doña Andrea García-Junceda Ameigenda

**Directores:** Dr. García de Andrés y Dra. García Caballero

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

Estudio y optimización del procesado termomecánico de aceros eléctricos de grano no orientado

**Autor:** D. Juan Pablo Ferrer Alcalde

**Directores:** Dr. García de Andrés y Dr. Capdevila Montes

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid





## PATENTES

La labor investigadora del CENIM ha dado lugar a numerosas patentes de invención algunas de las cuales se relacionan a continuación.

Pat. núm.: 466.422 - Fecha concesión: 20.07.68

**Mejoras introducidas en la patente principal n. 413.648 por procedimiento para la modificación permanente de las aleaciones aluminio-silicio eutécticas y próximas al eutéctico**

**Inventores:** Ferreira Rodríguez, Serafín  
Luis Martín, Leandro de

Pat. núm.: 356.358 - Fecha concesión: 26.06.69

**Procedimiento para la separación del mercurio por tratamiento por vía húmeda de los hollines del mismo**

**Inventor:** Fernández Tallante, Miguel

Pat. núm.: 406.595 - Fecha concesión: 10.12.74

**Procedimiento de beneficio de minerales de mercurio**

**Inventor:** González-Posada y Sánchez, Armando

Pat. núm.: 411.067 - Fecha concesión: 12.03.75

**Procedimiento para depuración del mercurio de gases metalúrgicos conteniendo anhídrido sulfuroso**

**Inventores:** Cuadra Herrera, Antonio de la  
Fernández Tallante, Miguel  
González-Posada y Sánchez, Armando

Pat. núm.: 413.648 - Fecha concesión: 15.04.75

**Procedimiento para la modificación permanente de las aleaciones aluminio-silicio eutéctica y próximas al eutéctico**

**Inventor:** Luis Martín, Leandro de

Pat. núm.: 438.713 - Fecha concesión: 05.02.76

**Sistema rotacional para la condensación de vapores y evaporación de líquidos en gases, en especial gases que contengan mercurio**

**Inventores:** Cuadra Herrera, Antonio de la  
Fernández Tallante, Miguel  
González-Posada y Sánchez, Armando

Pat. núm.: 432.455 - Fecha concesión: 17.05.76

**Sistema de obtención de prótesis para osteoplastias y piezas por osteosíntesis**

**Inventor:** Ruiz Fernández, José

Pat. núm.: 330.806 - Fecha concesión: 26.07.76

**Procedimiento para depuración del mercurio de gases metalúrgicos conteniendo anhídrido sulfuroso**

**Inventor:** Fernández Tallante, Miguel

Pat. núm.: 456.387 - Fecha concesión: 25.11.77

**Procedimiento e instalación para la inyección neumática de productos granulados y pulverulentos (en especial desulfurantes y ferroaleaciones) en el hierro fundido líquido**

**Inventores:** Asensio Gonzalo, Fermín Juan  
Gutiérrez Gracia, Antonio

Pat. núm.: 456.547 - Fecha concesión: 21.12.77

**Lanza de inmersión para soplar materiales sólidos, granulados o pulverulentos en metales fundidos, sobre todo desulfurantes en arrabio fundido**

**Inventores:** Asensio Gonzalo, Fermín Juan  
Gutiérrez Gracia, Antonio

Pat. núm.: 472.033 - Fecha concesión: 05.01.79

**Una prótesis total de cadera obtenida mediante la aplicación de un recubrimiento cerámico sobre un núcleo metálico**

**Inventores:** Ferreira Rodríguez, Serafín  
Ruiz Fernández, José

Pat. núm.: 480.010 - Fecha concesión: 16.10.80

**Procedimiento e instalación de depuración de humos para hornos de fabricación de acero con aprovechamiento del calor de aquellos para calentar sus materias primas**

**Inventor:** Fernández López, Miguel

Pat. núm.: 504.411 - Fecha concesión: 10.03.82

**Procedimiento para aprovechar ultrafinos de mineral de hierro en procesos de sinterización**

**Inventores:** Fillol Ciórraga, Antonio  
García Carcedo, Fernando  
Ruiz Sierra, Juan Carlos

Pat. núm.: 512.650 - Fecha concesión: 05.09.83

**Procedimiento para la corrección simultánea por volátiles y humedad de los finos de coque utilizados en el proceso de aglomeración de minerales de hierro**

**Inventores:** Alonso Fernández, Rafael  
Ferrón de la Fuente, Ernesto  
Formoso Prego, Antonio  
Moro Suárez, Aníbal

Pat. núm.: 521.534 - Fecha concesión: 18.01.84

**Mejoras introducidas en la patente de invención núm. 480.010 por procedimiento e instalación de depuración de humos para hornos de fabricación de acero con aprovechamiento del calor de aquellos para calentar sus materias**

**Inventor:** Fernández López, Miguel

Pat. núm.: 276.108 - Fecha concesión: 26.07.84

**Una prótesis total de cadera diseñada para el perro y obtenida mediante la aplicación de un recubrimiento cerámico sobre un núcleo metálico**

**Inventores:** Ferreira Rodríguez, Serafín  
Ruiz Fernández, José

Pat. núm.: 512.651 - Fecha concesión: 03.09.84

**Procedimiento y dispositivo para la dosificación del combustible en el proceso Dwight-Lloyd, mediante medida continua de resistividad eléctrica de los productos**

**Inventor:** Formoso Prego, Antonio

Pat. núm.: 272.910 - Fecha concesión: 28.11.84

**Una prótesis total de cadera obtenida mediante la aplicación de un recubrimiento cerámico sobre un núcleo metálico**

**Inventores:** Ferreira Rodríguez, Serafín  
Ruiz Fernández, Jesús Alfredo  
Ruiz Fernández, José

Pat. núm.: 524.256 - Fecha concesión: 16.04.85

**Procedimiento e instalación para la determinación en régimen continuo del grado de asimilación de la cal contenida en los sinterizados obtenidos por el proceso Dwight-Lloyd**

**Inventores:** Alonso Fernández, Rafael  
Ferrón de la Fuente, Ernesto  
Formoso Prego, Antonio  
Moro Suárez, Aníbal

Pat. núm.: 545.698 - Fecha concesión: 30.07.85

**Procedimiento hidrometalúrgico para la recuperación de los valores metálicos de sulfuros complejos**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Hernández Fernández, Ángel  
Limpo Gil, José Luis  
Luis Martín, Ángel de

Pat. núm.: 541.881 - Fecha concesión: 31.03.86

**Mejora de la transferencia energética en baños de reverbero**

**Inventor:** Vázquez Vaamonde, Alfonso José

Pat. núm.: 541.883 - Fecha concesión: 31.03.86

**Procedimiento y sistema para la determinación en marcha de la posición de la zona cohesiva de un horno alto mediante prospección eléctrica**

**Inventores:** Alonso Fernández, Rafael  
Ferrón de la Fuente, Ernesto  
Formoso Prego, Antonio  
Gutiérrez Gracia, Antonio  
Moro Suárez, Aníbal

Pat. núm.: 545.694 - Fecha concesión: 20.06.86

**Equipo y procedimiento para la determinación volumétrica de gases ocluidos y disueltos en piezas inyectadas de zinc**

**Inventores:** Luis Martín, Leandro de  
Robla Villalba, José Ignacio

Pat. núm.: 553.861 - Fecha concesión: 15.10.86

**Dispositivo de superficie giratoria helicoidal para separar sustancias sólidas de tamaño fino con distinta densidad en vía húmeda**

**Inventores:** García Laguna, Emilio  
López Gómez, Félix Antonio  
Medina García, Fernando  
Ruiz Sierra, Juan Carlos

Pat. núm.: 553.864 - Fecha concesión: 27.10.86

**Instalación para el precalentamiento de materias primas con destino a los procedimientos de fabricación de acero mediante conversión al oxígeno**

**Inventor:** Fernández López, Miguel

Pat. núm.: 551.036 - Fecha concesión: 03.03.87

**Horno modular de geometría variable e instalación de flujo aire-gases, para la investigación y desarrollo en planta piloto de los procesos de piroconsolidación de partículas aglomeradas**

**Inventores:** Álvarez Brito, José Miguel  
Boned Sopena, José Antonio  
Ferreira Rodríguez, Serafín  
Fillol Ciórraga, Antonio  
García Carcedo, Fernando  
López Gómez, Félix Antonio  
Medina García, Fernando  
Ruiz Sierra, Juan Carlos  
Sivila Aramayo, Miguel Ángel

Pat. núm.: 556.731 - Fecha concesión: 29.05.89

**Procedimiento para la depuración del mercurio de gases conteniendo dióxido de azufre**

**Inventor:** González-Posada y Sánchez, Armando

Pat. núm.: 8801073 - Fecha concesión: 09.10.89

**Rosetas de seis bandas extensométricas y variante de cinco bandas para determinación de tensiones residuales**

**Inventores:** Amo Ortega, Félix José María  
Chao Hermida, Jesús  
Durán Ardila, Juan

Pat. núm.: 8901371 - Fecha concesión: 21.12.89

**Dispositivo analizador del contenido de óxido ferroso en sinterizados de minerales de hierro y de magnetita equivalente**

**Inventores:** Formoso Prego, Antonio  
Gómez Ibáñez, Pedro Pablo  
Gutiérrez Gracia, Antonio

Pat. núm.: 8902487 - Fecha concesión: 06.03.90

**Procedimiento para la recuperación de cinc, cobre y plomo de minerales y materiales oxidados y/o sulfurados**

**Inventores:** Amer Amezaga, Sebastián  
Limpo Gil, José Luis  
Luis Martín, Ángel

Pat. núm.: 8803975 - Fecha concesión: 17.09.90

**Procedimiento de obtención de materiales laminados compuestos a partir de su recubrimiento en fase líquida**

**Inventores:** Damborenea González, Juan José de  
Vázquez Vaamonde, Alfonso José

Pat. núm.: 8901707 - Fecha concesión: 01.04.91

**Procedimiento para la obtención de cinc, plomo y hierro metálico a partir de los polvos generados en las acerías eléctricas de arco**

**Inventores:** López Gómez, Félix Antonio  
Medina García, Fernando  
Medina García, Jesús

Pat. núm.: 8901707 - Fecha concesión: 19.06.91

**Procedimiento de la fabricación de nuevos productos para su aplicación en la lucha contra la acidificación de suelos agrícolas y forestales**

**Inventores:** Formoso Prego, Antonio  
López Gómez, Félix Antonio  
Medina García, Fernando

Pat. núm.: 9000643 - Fecha concesión: 03.10.91

**Procedimiento para la depuración y recuperación de mercurio en forma metálica a partir de gases de tostación que lo contienen**

**Inventores:** Fernández Tallante, Miguel  
González-Posada y Sánchez, Armando

Pat. núm.: 9001682 - Fecha concesión: 13.02.92

**Procedimiento para evitar el vaciado de contenedores de sales o metales fundidos en caso de perforación de su pared**

**Inventores:** Damborenea González, Juan José de  
Vázquez Vaamonde, Alfonso José

Pat. núm.: 9002507 - Fecha concesión: 27.05.92

**Sistema biprocesador para análisis y control de calidad de potencia en instalaciones eléctricas industriales**

**Inventores:** Andrés Sanz, Miguel Pedro de  
Enríquez Berciano, José Luis  
Mochón Muñoz, Javier

Pat. núm.: 9200402 - Fecha concesión: 08.04.94

**Reactor para la mejora del rendimiento e incremento de la longitud de las fibras cortas cerámicas, especialmente de carbono, producidas a partir de gases**

**Inventor:** Madroñero de la Cal, Antonio

Pat. núm.: 9200847 - Fecha concesión: 01.09.94

**Procedimiento de compactación por peletización de residuos industriales sólidos**

**Inventores:** Formoso Prego, Antonio  
Leiro López, Ángel  
López Gómez, Félix Antonio  
Medina García, Fernando  
Sainz Velicia, Enrique

Pat. núm.: 9500605 - Fecha concesión: 28.03.95

**Procedimiento para la obtención de un óxido de cinc de alta pureza mediante lixiviación de óxidos Waelz con disoluciones de carbonato amónico**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Caravaca, Concepción  
Cobo, Antonio  
Dañobeitia, Iker  
García Carcedo, Fernando  
Goicoechea, Néstor de

Pat. núm.: 9501420 - Fecha concesión: 15.07.95

**Procedimiento hidrometalúrgico para la recuperación de cobre de residuos metalúrgicos oxidados**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Dorado López, María Teresa  
Gómez Coedo, Aurora  
Magne Ortega, Luis  
Navarro Donoso, Patricio  
Simpson Álvarez, Jaime

Pat. núm.: 9501858 - Fecha concesión: 26.09.95

**Procedimiento para la recuperación de cobre de materiales metálicos con base óxidos-sulfatos**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Magne Ortega, Luis  
Navarro Donoso, Patricio

Pat. núm.: 9600160 - Fecha concesión: 24.01.96

**Procedimiento para la recuperación de cobre mediante lixiviación de materiales metálicos oxidados con disoluciones de carbonato de amonio**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Alonso García, Jesús  
Dorado López, María Teresa  
Enríquez Berciano, José Luis  
Gómez Coedo, Aurora  
Magne Ortega, Luis  
Navarro Donoso, Patricio  
Simpson Álvarez, Jaime

Pat. núm.: 9600941 - Fecha concesión: 25.04.96

**Procedimiento hidrometalúrgico para la recuperación de cobre de minerales sulfurados**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Cobo Guzmán, Antonio  
Magne Ortega, Luis

Pat. núm.: 9601357 - Fecha concesión: 18.06.96

**Procedimiento para la recuperación de cobre de minerales y materiales metálicos oxidados y/o sulfurados**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Cobo Guzmán, Antonio  
Cristina del Peso, María del Carmen  
Dorado López, María Teresa  
Gómez Coedo, Aurora  
Magne Ortega, Luis

Pat. núm.: PCT/ESP96/00147 - Fecha concesión: 12.07.96

**Procedimiento hidrometalúrgico para la recuperación de cobre de materiales metálicos de carácter oxidado**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Dorado López, María Teresa  
Gómez Coedo, Aurora  
Magne Ortega, Luis  
Navarro Donoso, Patricio

Pat. núm.: 9701557 - Fecha concesión: 07.08.97

**Procedimiento para la desarsenificación de materiales metalúrgicos oxidados de la industria del cobre**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
López Delgado, Aurora  
López Gómez, Félix Antonio  
Navarro Donoso, Patricio



Pat. núm.: 9801501 - Fecha concesión: 14.07.98

**Procedimiento hidrometalúrgico para la recuperación de oro de minerales y materiales metálicos**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Hernández Fernández, Ángel  
Navarro Donoso, Patricio  
Sastre Requena, Ana María

Pat. núm.: 637.570 - Fecha concesión: 26.08.98

**Treatment of solid and liquid effluents from tan-yards for removing and recovering the chromium contained in the effluents**

**Inventores:** Amer Amezaga, Sebastián  
Amutio Polo, Guillermo  
Cot Cosp, Jaime  
Cuadra Herrera, Antonio de la  
Limpo Gil, José Luis  
Luis Martín, Ángel de  
Manich Bou, Alberto María

Pat. núm.: 9802084 - Fecha concesión: 07.10.98

**Procedimiento para la separación cobre(II)-molibdeno(VI) de medios acuosos ácidos mediante extracción líquido-líquido**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Sastre Requena, Ana María

Pat. núm.: 9501031 - Fecha concesión: 12.04.99

**Procedimiento para la separación y concentración de los elementos lantánidos con aplicación a su determinación mediante técnicas de espectrometría atómica**

**Inventores:** Fariñas Gutiérrez, Juan Carlos  
Larrea Marín, María Teresa

Pat. núm.: 93905349 - Fecha concesión: 28.04.99

**Reactor para la mejora del rendimiento e incremento de la longitud de las fibras cortas cerámicas, especialmente de carbono, producidas a partir de gases**

**Inventor:** Madroñero de la Cal, Antonio  
Monsalve Dorado, Luis Jesús

Pat. núm.: 9901876 - Fecha concesión: 13.08.99

**Procedimiento para la eliminación de compuestos aromáticos en efluentes gaseosos**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Alonso Gámez, Manuel  
Formoso Prego, Antonio

Pat. núm.: 9902170 - Fecha concesión: 01.11.99

**Procedimiento para la obtención de cobre electrolítico a partir de materiales base cobre**

**Inventores:** Adeva Ramos, Paloma  
Alguacil Priego, Francisco José  
Alonso Gámez, Manuel  
Cristina del Peso, María del Carmen

Pat. núm.: 9702703 - Fecha concesión: 01.03.00

**Utilización de los lodos de hidróxido de aluminio procedentes de las plantas de anodizado para su utilización en la fabricación de aluminato y procedimiento para realizarlo**

**Inventores:** Ayala Montes, Juliana Nancy  
García Carcedo, Fernando  
Hernández Fernández, Ángel

Pat. núm.: 9702398 - Fecha concesión: 01.04.00

**Utilización de lodos de hidróxido de aluminio procedentes de las plantas de anodizado como floculante en la purificación de aguas residuales**

**Inventores:** Ayala Montes, Juliana Nancy  
Bartolomeu, Filomena  
Chambino, Teresa  
Delmas, Francisco  
García Carcedo, Fernando  
Hernández Fernández, Ángel  
Ruiz-Ayúcar y de Merlo, Enrique M.

Pat. núm.: 9802248 - Fecha concesión: 16.11.01

**Obtención de materiales dotados de resistencia mecánica y baja lixiviabilidad obtenidos a partir de residuos mineros e industriales**

**Inventores:** Mymrin, Svevolod A.  
Vázquez Vaamonde, Alfonso José

Pat. núm.: 9802082 - Fecha concesión: 01.02.02

**Procedimiento para el enriquecimiento de menas gráficas**

**Inventores:** Ayala Montes, Juliana Nancy  
Cornejo López, Nilo Felipe  
Dufour Andía, Javier  
García Carcedo, Fernando  
García Ventosa, María Eva  
Hernández Fernández, Ángel

Pat. núm.: 200200855 - Fecha concesión: 11.04.02

**Procedimiento para la eliminación de partículas sólidas suspendidas en gases mediante un precipitador electrostático-difusivo**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Alonso Gámez, Manuel

Pat. núm.: 200200852 - Fecha concesión: 11.04.02

**Dispositivo para el cargado eléctrico de nanopartículas suspendidas en una corriente gaseosa**

**Inventores:** Alonso Gámez, Manuel  
Alguacil Priego, Francisco José

Pat. núm.: 200200856 - Fecha concesión: 11.04.02

**Procedimiento para la mejora de la resolución del analizador diferencial de movilidad eléctrica mediante el intercambio de los flujos de entrada**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Alonso Gámez, Manuel

Pat. núm.: 9801123 - Fecha concesión: 16.06.02

**Procedimiento optimizado para la obtención de zeolitas a partir de lejías residuales de la industria de anodización y extrusión, utilizables en la formulación de detergentes**

**Inventores:** Dufour Andía, Javier  
García Carcedo, Fernando  
González García, María Victoria  
Hernández Fernández, Ángel  
Laiglesia Fernández, Ángel

Pat. núm.: 200202635 - Fecha concesión: 15.11.02

**Procedimiento hidrometalúrgico para la disolución y separación de molibdeno y otros metales de concentrados de molibdenita**

**Inventores:** Adeva Ramos, Paloma  
Alguacil Priego, Francisco José  
Alonso Gámez, Manuel

Pat. núm.: 200300082 - Fecha concesión: 14.01.03

**Procedimiento para la preparación de materiales de alta porosidad**

**Inventores:** Alguacil Priego, Francisco José  
Alonso Gámez, Manuel

Pat. núm.: 200100760 - Fecha concesión: 16.02.05

**Procedimiento de recuperación de metales reciclables, en residuos sólidos de las industrias siderúrgicas, por destilación y reducción carbotérmica, en los estados sólido y líquido**

**Inventor:** Fernández López, Miguel

Pat. núm.: 200101712 - Fecha concesión: 01.03.05

**Procedimiento para la obtención de recubrimientos protectores base cerio sobre hojalata**

**Inventores:** Bastidas Rull, José María  
Cano Díaz, Emilio  
Mora Rubio, María Nieves

Pat. núm.: 20010173 - Fecha concesión: 01.03.05

**Procedimiento para la obtención de pátinas de colores entre marrón y negro sobre cobre y bronce**

**Inventores:** Bastidas Rull, José María  
Cano Díaz, Emilio  
Mora Rubio, María Nieves

Pat. núm.: 200200313 - Fecha concesión: 16.03.05

**Procedimiento de estabilización/compactación de polvo de aluminio**

**Inventores:** López Delgado, Aurora  
López Gómez, Félix Antonio

## ASISTENCIA TÉCNICA

Durante algún tiempo, la Asistencia Técnica ha ocupado una importante parte de la actividad del CENIM. A continuación, se presentan algunos de los casos más espectaculares en los que investigadores del Centro han intervenido para resolver problemas, conocer las causas que los provocaron o servir como árbitro entre partes en conflicto.

La información que sigue ha sido preparada por los siguientes investigadores:

- José María Amo Ortega
- José María Bastidas Rull
- Félix Antonio López Gómez
- Víctor López Serrano
- Manuel Morcillo Linares
- Eduardo Otero Soria

Es justo añadir que, aunque sus nombres no aparezcan aquí, han sido muy numerosos los investigadores del CENIM que contribuyeron con sus conocimientos a la preparación de muchos informes.

### INTRODUCCIÓN

Una línea de trabajo que el CENIM ha mantenido desde su fundación ha sido la colaboración con la industria mediante la investigación aplicada. En este sentido, se considera de notable importancia la actividad que en el Centro se conoce como *Asistencia Técnica a la Industria* y que se refiere a cualquier trabajo de colaboración dentro de programas de investigación de gran amplitud, a la práctica del análisis de fallos, al asesoramiento técnico en calidad e inspección, a los estudios sobre procesos metalúrgicos, o a la simple determinación de las características de tracción, la composición química o la microestructura del acero u otras aleaciones metálicas. Así, puede decirse que por asistencia técnica entendemos la realización de una gran variedad de tipos de trabajo que van desde ensayos de rutina hasta

la preparación de informes, dictámenes, asesoramiento, estudios tecnológicos e incluso trabajos de arbitraje en casos de discrepancia entre suministradores y usuarios (Tabla I).

Salvo los casos en los que la asistencia técnica se limita a la rutina de obtener unos datos por medio de ensayos normalizados, las peticiones exigen, en muchas ocasiones, un trabajo de investigación e interpretación de mayor o menor importancia, cuyas dificultades se agravan, muchas veces, porque falta una de las condiciones previas indispensables para iniciar cualquier trabajo de investigación: la información, y ello por la muy humana razón de no confesar posibles errores propios. Así, cuando se solicita un estudio de malos resultados de comportamiento en servicio, los datos que se acompañan no permiten decidir en algunas ocasiones si aparecieron en un buen uso o en un abuso del material. A veces, el carácter confidencial asegurado a los informes resultantes del estudio y los contactos personales entre el investigador y los técnicos de la empresa alivia esta situación (Tabla II).

Los frutos de esta clase de asistencia técnica pueden ser muy grandes, ya que, especialmente para la pequeña industria, los resultados llegan a ser muy provechosos y, a través de esta utilidad y del contacto personal entre el investigador y los técnicos de la empresa, se obtienen beneficios invisibles, pero notables, de conocimiento y confianza mutua, y se contribuye de manera muy importante a mejorar las imprescindibles relaciones investigación-industria, que en algunas ocasiones puede ser el inicio de futuras colaboraciones en proyectos de investigación.

La cruz, en cambio, corresponde al investigador, pues el carácter confidencial de los resultados impide, en muchos casos, la publicación y por tanto el enriquecimiento de su currículum en ese apartado que se llama «trabajos publicados». Pero también le proporciona la satisfacción de sentirse más directamente útil a los demás que cuando trabaja diluido en un campo parcial de un programa de investigación, al tiempo que le permite profundizar en sus conocimientos científicos, por la gran variedad de problemas que ha de solucionar dentro de su campo de trabajo, de una manera que no podría lograrse de otra forma. Además, le proporciona una visión más cercana de la industria a cuyo desarrollo ha de contribuir con sus actividades de investigación (Tabla III).

De particular interés se considera la práctica del análisis de fallos, cuyo objetivo final es determinar las causas primarias de la rotura de un componente metálico y establecer las soluciones adecuadas para prevenir otros fallos similares que, en muchas ocasiones, suponen pérdidas económicas muy importantes, a veces acompañadas de pérdida de vidas humanas. La identificación de las causas de un fallo y el estudio de su prevención en etapas futuras contribuye decisivamente al progreso tecnológico, supone un importante ahorro económico y, lo que es más importante, puede ser un

TABLA I. Distribución de la asistencia técnica en las diferentes Secciones del CENIM. Período 1966-1975.

	1966	1967	1968	1969	1970	1972	1973	1974	1975
Ensayos Mecánicos	54	214	405	425	483	436	488	424	427
Análisis Químicos	177	279	303	450	430	195	250	264	237
Análisis Metalúrgicos Especiales	32	28	7	20	30	16	15	27	8
Metalografía	84	86	85	128	105	59	52	56	79
Siderurgia	7	--	20	20	24	22	16	15	21
Metalurgia no Férrica	4	--	5	7	5	10	8	--	--
Fundición	3	--	12	9	17	10	7	7	7
Arenas de Moldeo	4	11	8	--	--	13	10	10	8
Tratamientos Térmicos	29	--	20	18	30	27	17	20	18
Soldadura	176	96	104	87	152	115	110	68	124
Radiología y Ensayos no Destructivos	97	141	102	107	123	71	65	70	47
Metalurgia Física	--	--	2	4	8	5	12	12	4
Corrosión y Protección	27	47	58	56	59	62	60	77	60
Galvanización	--	--	3	--	--	19	13	18	11
Total	694	902	1134	1331	1466	1060	1123	1068	1051

TABLA II. Tipificación de la asistencia técnica realizada por el CENIM.  
Período 1977-1982.

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Ensayos mecánicos	271	242	216	204	225	188
Análisis químicos	262	274	298	215	217	218
Informes sobre materiales	226	214	134	97	132	127
Ensayos no destructivos	32	37	24	20	18	25
Homologaciones	52	32	30	20	27	21
Otros trabajos	30	28	27	23	15	5
Total	873	827	729	579	634	584

factor decisivo en la protección de los trabajadores expuestos al riesgo de accidentes.

En numerosas ocasiones, el CENIM ha realizado intervenciones en el campo del análisis de fallos tanto a solicitud de las propias empresas involucradas, como a petición de juzgados de instrucción encargados de causas abiertas con ocasión de siniestros con víctimas.

Un ejemplo característico de este tipo de investigaciones fue el estudio sobre fallos estructurales de buques soldados en los Estados Unidos durante la II Guerra Mundial. Durante dicho conflicto bélico, se construyeron

TABLA III. Tipificación de la asistencia técnica realizada por el CENIM.  
Período 1983-1987.

	1983	1984	1985	1986	1987
Determinación de las causas de rotura, desgastes, accidentes, etc. de piezas o materiales en funcionamiento que implica estudios metalográficos, de corrosión o de soldadura	66	24	62	56	40
Controles y homologaciones de materiales o procedimientos	--	53	8	50	36
Inspecciones tecnológicas	8	4	5	7	9
Estudios y análisis de materiales	--	21	28	38	24
Análisis químicos, ensayos mecánicos, no destructivos, etc.	566	448	372	279	202
Total	640	550	475	430	311



en los Estados Unidos aproximadamente 5.000 barcos mercantes. Antes de abril de 1946, más de 100 de estos barcos tuvieron una vida inferior a tres años y desarrollaron grietas de distinta consideración, que en ocasiones, provocaron la pérdida de barcos y vidas humanas. En la bibliografía, se cita que al menos 10 buques cisterna y 3 buques de carga rompieron en dos partes como consecuencia de la propagación de grietas iniciadas en algún lugar de la estructura del casco. Otros 25 buques sufrieron la rotura completa del fondo de la cubierta o del fondo del casco. Entre la bibliografía no se incluyen los daños inducidos por ataques de guerra o por causas externas, como colisiones.

En 1953, se reconoció que la rotura de estos barcos costó a la nación, además de numerosas vidas humanas, un importe del orden de 50 millones de dólares.

A raíz de los primeros accidentes, en abril de 1943, el Secretario de la Armada, nombró un Grupo de Trabajo para la Investigación del Diseño y Métodos de Construcción de Barcos Mercantes Soldados. Una parte fundamental de la investigación fue el estudio de las causas de la rotura en condiciones normales de servicio. Cuando el proyecto terminó en 1946, el National Bureau of Standards continuó la investigación como una parte fundamental del estudio de la naturaleza de la fractura y su propagación en metales. El resultado de este estudio puso de manifiesto que el fallo se produjo por la acción combinada de concentraciones de tensión por efecto de entallas geométricas y el uso de aceros sensibles a la fractura frágil y al efecto de entalla a la temperatura de servicio. El tipo de fallo ocurrido en estos barcos también se produjo en puentes, tanques de almacenamiento, recipientes a presión y otras estructuras soldadas.

A este respecto, en la década de los 70, se produjeron en España una serie de roturas de iguales características en grúas-torre y en torres para tendido eléctrico. En el CENIM, se investigaron las causas del fallo en algunas de ellas, y se confirmó que la rotura, del tipo frágil, estaba motivada por el empleo de aceros sensibles a la rotura frágil y al efecto de entalla. En aquella época, no existían exigencias específicas de calidad para los aceros destinados a la fabricación de grúas, por lo que, en general, se consideraban adecuados los de la antigua norma UNE 36080-74 *Aceros para uso general en construcción*. En una buena práctica, y en ausencia de normativa, se debería seleccionar de esta norma el tipo que corresponde al límite elástico necesario en razón de las cargas de servicio y la clase de estructura, y dentro de un mismo tipo, el grado conveniente atendiendo a condiciones de fabricación (soldadura o no) y de servicio (temperaturas de trabajo, concentraciones de tensiones, esfuerzos de choque, etc.). Sin embargo, debido al desconocimiento sobre el comportamiento tenaz-frágil de los aceros y también a la falta de especificaciones explícitas, era normal que los constructores seleccionaran debidamente el tipo de acero, pero no el grado, que en ocasiones era deficiente.

En la actualidad, este tipo de fallos, debidos a un defecto en la selección del material en relación con sus características de tenacidad, siguen ocurriendo, aunque, en general, en elementos estructurales de menor responsabilidad que las estructuras soldadas antes comentadas. En el caso de grúas-torre, la normativa vigente exige el uso de aceros seleccionados tanto por sus características de resistencia mecánica (tipo de acero) como por las de tenacidad de fractura (grado de acero).

De este modo, el Centro, dedicando su atención a la asistencia técnica a la industria ha intentado cumplir con su misión de contribuir al progreso tecnológico de los sectores metalúrgicos del país, mediante la búsqueda de soluciones a los problemas que a los industriales les planteaban sus propios procesos productivos, los materiales empleados en los mismos o su control. En muchas ocasiones, el CENIM ha colaborado de forma destacada en la solución de problemas de gran importancia, contribuyendo así a la mejora de los procesos, de los materiales, o a la más correcta utilización de los mismos.

Si bien esta actividad no constituye, por lo general, tareas que puedan encuadrarse en el capítulo de la investigación, muchas de ellas han exigido, para llevarla a cabo, niveles elevados de conocimientos científicos y técnicos, y en algunos casos han proporcionado verdaderos trabajos de investigación, aunque dado su carácter privado no han podido ser, en muchos casos, objeto de publicación.

El CENIM ha tratado siempre de que esta importante labor no interfiriera con la primera y más importante finalidad del Centro, la investigación científica y técnica. No obstante, en numerosas ocasiones el desarrollo de esta actividad de apoyo tecnológico ha sido germen de numerosas e importantes investigaciones llevadas a cabo por el Centro.

En la figura 1 puede observarse cómo en sus primeros años (1966-1970), el CENIM realizó un elevado número de servicios de este tipo. Con el tiempo, esta actividad fue decreciendo, a la par que la industria fue mejorando y ampliando sus propios medios que le permitieran resolver sus problemas.

El CENIM ha disfrutado de la condición de Laboratorio Acreditado por el Ministerio de Industria y Energía (MINER) para efectuar los ensayos y pruebas especificados para la homologación oficial, de obligado cumplimiento, de los siguientes productos metálicos, según establecían los Reales Decretos que se citan:

- Recubrimientos galvanizados sobre productos, piezas y artículos diversos. (R.D. 2531/1985, de 18 de diciembre).
- Productos metálicos básicos (plomo de obra, plomo refinado de 1ª fusión, plomo refinado de 2ª fusión, óxidos de plomo, aleaciones de plomo antimonioso, cinc de 1ª fusión, aleaciones de cinc, laminados de cinc, cadmio). (R.D. 2705/1985, de 27 de diciembre).

- Soldadura blandas Sn-Ag. (R.D. 2705/1985, de 27 de diciembre).
- Barras corrugadas para hormigón armado (*BOE*, de 14 de noviembre de 1988).

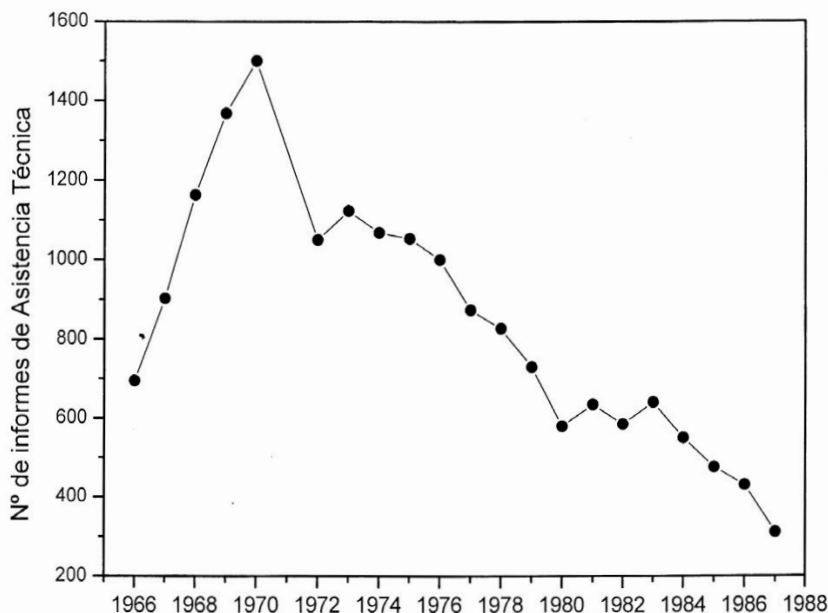


Fig. 1. Evolución del número de informes de Asistencia Técnica entre 1966 y 1988.

Como Laboratorio Clase B homologado por los Ministerios de la Vivienda y de Obras Públicas y de Urbanismo (*BOE* de 8 de noviembre de 1974), el CENIM ha intervenido en la emisión de los dictámenes de calidad exigidos por los citados Ministerios.

En los años 60 y 70, el CENIM fue Centro de referencia en España para el control radiográfico y el organismo encargado del control de grandes construcciones metálicas soldadas en los sectores químico y petroquímico, en centrales nucleares, como las de Zorita, Garoña, Vandellós y Almaraz y centrales térmicas, como la de Puentes de García Rodríguez.

En el sector de oleoductos, gasoductos y grandes tuberías, deben destacarse los trabajos de inspección realizados en el oleoducto Málaga-Puertollano y en el trasvase Tajo-Segura.

En el de la fabricación de grandes depósitos cabe destacar el trabajo realizado en el primer tanque criogénico de 80.000 m<sup>3</sup> para almacenamiento de gas natural en el puerto de Barcelona, con fondo de acero al 9%

de Ni, y los efectuados en grandes tanques de almacenamiento para las empresas CAMPSA y Butano, S.A.

El desarrollo industrial de nuestro país trajo como consecuencia la creación de empresas dedicadas a trabajos básicos de inspección, por lo que en la década de los años 80, al considerar que este campo de actividad se encontraba suficientemente cubierto, el CENIM decidió utilizar estos métodos de ensayo como técnicas complementarias al análisis de fallos.

En lo que se refiere a Procesos de Soldadura puede citarse, por ejemplo, los realizados para la empresa Philips en los años 70 para mejorar los equipos de soldadura, obteniendo las características estáticas y dinámicas de los transformadores y rectificadores, y determinando su aptitud al soldeo. En este mismo sentido, la determinación de las propiedades mecánicas de los materiales de aportación empleados en soldadura manual, semiautomática bajo gas o por arco sumergido ha constituido un notable trabajo de colaboración con la industria del sector de la soldadura. Actualmente, esta actividad está incluida en la aceptación y cualificación de procesos de soldeo en relación con la compatibilidad entre metal base y material de aportación, y sigue realizándose, por ejemplo, en las industrias del sector del transporte ferroviario en trenes y locomotoras para alta velocidad.

Como resumen, puede afirmarse que el CENIM ha realizado un importante esfuerzo para mantener la actividad en el campo de la asistencia técnica a la industria, llevando a cabo numerosos trabajos técnicos solicitados unas veces por alguna de las partes interesadas, otras por las compañías aseguradoras de una de las partes y también por otros organismos de la Administración interesados en el estudio y resolución de un determinado siniestro. Algunos de estos trabajos se describen a continuación.

#### ESTUDIO SOBRE LA EXPLOSIÓN DE UN CALDERÍN ACUMULADOR DE VAPOR EN LA FACTORÍA DE ENSIDESA EN AVILÉS

##### **Solicitado por el Ministerio de Industria Delegación Provincial de Oviedo**

La rotura del calderín se produjo en 1971, aproximadamente a los seis años de empezar a funcionar, para una presión inferior a la máxima normal de servicio según pudo comprobarse en los aparatos registradores que no fueron dañados por efecto de la explosión.

Como consecuencia de la explosión, el calderín se rompió en seis fragmentos de grandes dimensiones, que se encontraron empotrados en el suelo o en edificios situados a distancias del lugar de la instalación variables entre 150 y 700 metros. En todos los casos, causaron destrozos de mayor o menor importancia según el punto de impacto, pero siempre indicativos de que el impacto se había producido llevando las piezas una

gran energía cinética. La figura 2 muestra uno de los fragmentos resultantes de la rotura donde se inició el fallo en servicio del calderín.



Fig. 2. Fragmento de un calderín acumulador de vapor tras su explosión en la factoría de ENSIDESA en Avilés (Asturias).

El estudio realizado permitió establecer que el fallo se había producido en un proceso de agrietamiento por corrosión bajo tensiones de tracción variables en zonas de la unión soldada con elevados niveles de dureza y afectadas por concentradores de tensiones. Se considera como causa primaria de la concentración de tensiones y de la susceptibilidad del acero al proceso de corrosión bajo tensión, los máximos de dureza observados en el material próximo a la línea de fusión, y la heterogeneidad de propiedades mecánicas del cordón de soldadura debido a operaciones de reparación de las uniones soldadas previas a la rotura final catastrófica.

#### ESTUDIO SOBRE LA ROTURA DE UN DEPÓSITO ESFÉRICO PARA ALMACENAMIENTO DE GAS EN LA FACTORÍA DE GAS MADRID EN LA CARRETERA DE BURGOS

#### **Solicitado por el Juzgado de 1ª Instancia e Instrucción núm. 9 de Madrid**

El depósito roto tenía forma esférica, 21 m. de diámetro medio y estaba construido en chapa de acero de 37 mm de espesor. La rotura se produjo en 1971, durante la prueba hidráulica, que se realizó a una presión aproximada de 20 kg/cm<sup>2</sup>, inferior a la prevista en el ensayo de control (22,66 kg/cm<sup>2</sup>). El desplome de la esfera en su rotura y la avalancha del agua de la prueba afectaron al personal que directamente estaba realizando la prueba (Figs. 3 y 4).

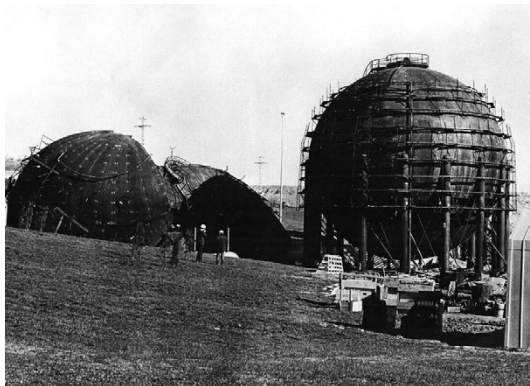


Fig. 3. Rotura durante la prueba hidráulica de un depósito esférico para almacenamiento de gas en la factoría de Gas Madrid en la carretera de Irún.

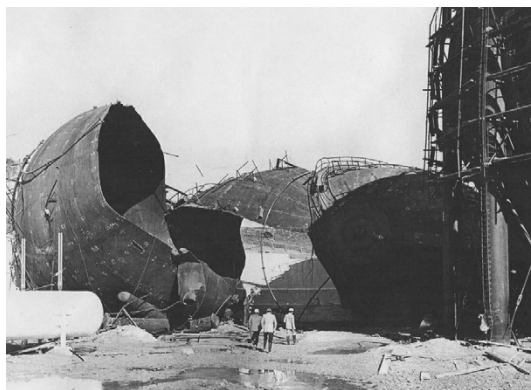


Fig. 4. Fragmentos del depósito de la figura 3.

Las marcas en forma de «espiga» o «raspa de pez», observadas sobre la superficie de fractura, proporcionaron información sobre la zona del depósito donde se inició la rotura, y permitieron centrar la investigación en la unión soldada del segmento lateral al segmento central en el casquete inferior, en una longitud de la unión soldada del orden de 200 mm. Los resultados del estudio indicaron que el fallo del depósito se produjo por rotura frágil en la zona de unión soldada, donde por efecto de la soldadura se desarrollaron microestructuras metalúrgicas en el acero y concentraciones de tensión que favorecen su comportamiento frágil a baja temperatura.

ESTUDIO SOBRE LA ROTURA DE UNA CISTERNA PARA TRANSPORTE  
DE GASES LICUADOS**Solicitado por Butano, S.A.**

La rotura de la cisterna se produjo en 1978, durante la prueba de presión hidráulica realizada posteriormente a una reparación, conforme a lo especificado en el Código Español de Recipientes y Aparatos a Presión. La rotura se produjo circunferencialmente por la zona afectada térmicamente en la unión soldada entre virolas en la zona que se indica en la figura 5.

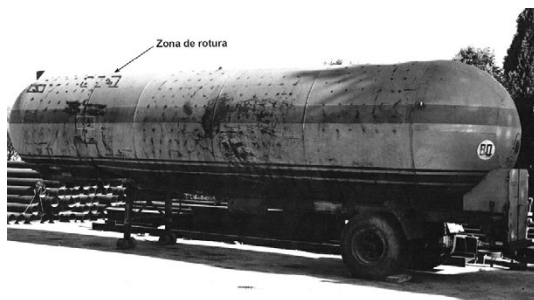


Fig. 5. Rotura de una cisterna para transporte de gases licuados de la empresa Butano, S.A.

El estudio reveló que la rotura de la cisterna se produjo en zonas de la unión soldada, donde, debido a las condiciones de servicio, había aparecido agrietamiento en un proceso de corrosión bajo tensión. Dicho agrietamiento, cuya penetración en la chapa de la virola es superior al 50% de su espesor, reduce notablemente la sección resistente de la cisterna y permite su rotura bajo carga en la prueba de presión. El proceso de corrosión bajo tensión de esta cisterna que, entre otros productos, había transportado amoníaco, está favorecido por el tipo de acero utilizado en su fabricación y el procedimiento de soldeo, que desarrolla zonas de estructura martensítica y elevada dureza susceptibles de agrietamiento por un mecanismo de corrosión bajo tensión.

ESTUDIO SOBRE LA ROTURA DE LA CISTERNA QUE DIO LUGAR  
AL INCENDIO DEL *CAMPING* DE LOS ALFAQUES EN SAN CARLOS DE LA RÁPITA

**Solicitado por la Dirección General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales (Ministerio de Industria) y el Juzgado de 1ª Instancia e Instrucción núm. 2 de Tortosa**

El suceso tuvo lugar en 1978. La cisterna se rompió en tres fragmentos de grandes dimensiones y, como consecuencia de su rotura, se produjo el incendio del *camping* Los Alfaques, con pérdida de la vida de un elevado número de personas. La figura 6 muestra uno de los fragmentos resultantes de la rotura donde se inició el fallo en servicio de la cisterna.

El estudio de la cisterna sugiere que la rotura es del tipo dúctil, lo que se confirma por la deformación observada, incluso a simple vista, como disminución localizada de espesor en las proximidades de las superficies de rotura. Las características de resistencia mecánica y de tenacidad del material de la virola donde se inició la rotura eran adecuadas a las condiciones de servicio de la cisterna, y en la zona de inicio no se manifestaron defectos significativos de fabricación o debidos a condiciones de servicio que pudieran haber afectado a su comportamiento bajo carga. En estas condiciones y en tanto que no se manifestaron defectos debilitadores importantes, la interpretación final y resumida del estudio es que la cisterna rompió por sobrecarga, bajo una presión interna elevada, que en cualquier caso debió ser superior a la de prueba (Figs. 6 y 7).



Fig. 6. Fragmentos de la cisterna para gases licuados que ocasionó el accidente del *camping* de Los Alfaques.



Fig. 7. Otro fragmento de la cisterna de la figura 6.



Como consecuencia de los accidentes ocurridos con estas dos cisternas, se realizó una inspección intensiva de todo el parque de camiones cisterna de España. Como resultado de esta inspección, se retiraron del servicio todas aquellas que manifestaban daños estructurales que pudieran afectar a su seguridad y que, por la peligrosidad del producto transportado, pudieran dar lugar a un accidente catastrófico.

**ESTUDIO SOBRE LA ROTURA DE UN RECIPIENTE METÁLICO  
PARA ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO A PRESIÓN, PERTENECIENTE  
A LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DEL OXÍGENO QUE EXPLOSIONÓ EN SU  
FACTORÍA DE VILLAVERDE (MADRID)**

**Solicitado por la Unión y el Fénix Español**

El accidente ocurrió en 1983. Se trataba de un recipiente de acero para almacenamiento de hidrógeno que anteriormente se había utilizado como tanque para oxígeno (Fig. 8).



Fig. 8. Fragmentos de un depósito para almacenamiento de hidrógeno a presión que explotó en la factoría de la Sociedad Española del Oxígeno en la carretera de Villaverde (Madrid).

En su uso para almacenamiento de oxígeno, el sistema de cierre de la botella se realizaba por roscado de una tapa de acero al interior del cuello del recipiente y sellado posterior por soldadura con aporte de metal.

En su destino posterior para almacenamiento de hidrógeno, se modificó el sistema de cierre, adoptando la forma de roscado de la tapa a la superficie exterior del cuello del recipiente y utilizando una junta de cierre intermedia de material base cobre.

El examen de la superficie de fractura permitió localizar, mediante las marcas características en forma de espiga, el inicio de la rotura en la superficie interior roscada de la botella (zona de cierre para uso con hidrógeno),

bajo el cordón de soldadura del sellado de cierre, según puede observarse en la figura 9. El estudio del material en la zona de inicio indica que por efecto de la citada soldadura se ha producido la transformación estructural del acero a martensita no revenida de elevada dureza (570 HV1), y en esta zona se ha desarrollado un proceso de corrosión bajo tensión con resultado final de rotura catastrófica.

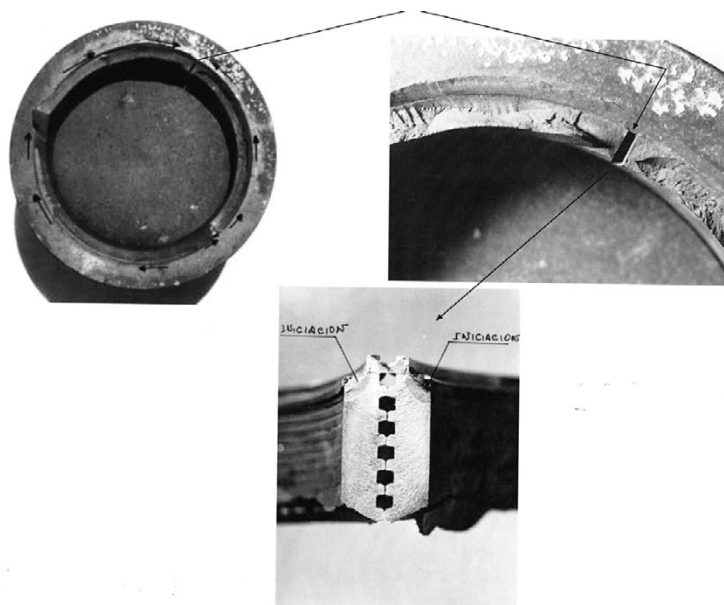


Fig. 9. Detalles de la rotura del recipiente para almacenamiento de hidrógeno a presión de la figura anterior.

#### ESTUDIO SOBRE LA ROTURA DE UNA BOTELLA DE ACERO SIN SOLDADURA PARA GAS

**Solicitado por Argón, S.A.**

La rotura de la botella, en 1979, se produjo al menos en trece fragmentos de diferentes dimensiones (Fig. 10) con formación de marcas en forma de espina de pez sobre la superficie de fractura, que permiten centrar el inicio de la rotura en el cuerpo cilíndrico de la botella, en los dos fragmentos de mayores dimensiones marcados. En el estudio del material de la botella se comprobó que la rotura, del tipo frágil, estaba condicionada por la existencia de defectos de fabricación en su superficie interior (pliegues de forja), así como por el estado metalúrgico del acero, que corresponde al de conformado termomecánico, sin tra-

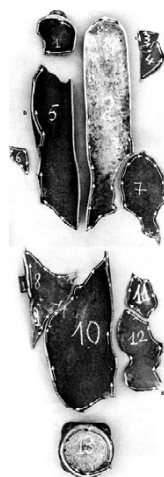


Fig. 10. Fragmentos de la rotura de tipo frágil de una botella de acero sin soldadura para gas.

tamiento térmico posterior, con desarrollo de una estructura metalográfica muy grosera de elevada fragilidad.

#### INSPECCIÓN NO DESTRUCTIVA EN CENTRALES NUCLEARES Y TÉRMICAS

Los primeros años después de la creación del CENIM coinciden con la construcción en España de centrales nucleares y térmicas. La experiencia del Instituto de la Soldadura en el control radiográfico de uniones soldadas se mantuvo y amplió en el CENIM y la confianza de las empresas constructoras de dichas centrales en el CENIM hizo posible la colaboración en el control no destructivo durante la construcción de centrales como Zorita, Garoña, Vandellós, Almaraz, Puentes de García Rodríguez, etc. La labor desarrollada por el personal del CENIM especializado en radiología industrial debe considerarse muy meritoria y así ha sido reconocido, demostrando un conocimiento comparable al de las empresas internacionales en el control de uniones soldadas.

#### FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE GRAN DIÁMETRO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA

La fabricación de tuberías de gran diámetro requiere una técnica de fabricación especial, tanto en tubería con soldadura longitudinal como en tuberías con soldadura helicoidal. El CENIM a solicitud de las empresas fabricantes realiza trabajos de verificación y certificación de la calidad de las uniones soldadas, controlando los procesos de fabricación y colaborando con las empresas del proyecto. Estos trabajos en campo se iniciaron a partir de los realizados para el trasvase Tajo-Segura, basado en la experiencia adquirida en el control realizado sobre grandes redes nacionales de transporte de derivados del petróleo (Fig. 11).



Fig. 11. El CENIM participa en los trabajos de verificación y certificación de la calidad de las uniones soldadas en tuberías de gran diámetro para el transporte de agua.

Actualmente, se colabora, a petición de las empresas fabricantes de grandes tuberías recubiertas de hormigón, en el asesoramiento sobre las uniones soldadas de la propia tubería soldada.

#### ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL

En 1977, se inicia una nueva etapa en la tecnología de construcción de tanques, dado que se hace necesario almacenar gas natural. Para este fin, se construye en el puerto de Barcelona un tanque de 80.000 m<sup>3</sup> de capacidad para almacenamiento de gas natural licuado.

El fondo y las primeras virolas del tanque se construyeron con acero al 9% Ni, lo que supuso un importante reto en la preparación de procesos de soldadura para este tipo de acero y en las uniones disimilares de este acero con acero al carbono. El CENIM colaboró con las empresas constructoras y de inspección en trabajos específicos correspondientes a las uniones soldadas y principalmente en la verificación y certificación de los procesos de soldadura.

#### CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS DE SOLDADURA Y MATERIALES DE APORTACIÓN

En la década de los 70, el desarrollo de la construcción metálica, y en especial de la calderería para la industria química experimentó un gran desarrollo. Al mismo tiempo, se puso de manifiesto la necesidad de disponer de equipos de soldadura con mejores características, para proporcionar la estabilidad de arco adecuada a las exigencias planteadas por los nuevos electrodos utilizados como material de aportación.

A solicitud de los principales fabricantes de equipos de soldadura por arco, el CENIM trabajó en el estudio de las características estáticas y dinámicas de dichos equipos. El resultado de estos estudios permitió mejorar de manera importante los procesos de fabricación y, en consecuencia, mejorar la calidad de las soldaduras.

Por otra parte, las características mecánicas de los materiales de aportación fueron sometidas a ensayos exhaustivos, en especial sus valores de resiliencia a muy baja temperatura y su tendencia a la fisuración bajo impacto. El CENIM colaboró con las sociedades de clasificación en el estudio de esas características mecánicas.

#### ALEACIONES LIGERAS PARA TRENES DE ALTA VELOCIDAD

La introducción de la alta velocidad en las redes ferroviarias ha supuesto un reto tecnológico importante en lo que se refiere a la fabricación de vehículos para el transporte de viajeros. A los procesos de fabricación se han incorporado nuevos materiales ligeros, en especial aleaciones de aluminio de gran resistencia, con perfiles laminados o conformados, lo

que ha supuesto la realización de estudios sobre la utilización de los procesos de soldadura más idóneos que garantizaran estabilidad estructural y el adecuado comportamiento frente a la fatiga.

El CENIM colabora con la empresa TALGO en la solución de estos retos de fabricación con respecto a las uniones soldadas, verificando la calidad metalúrgico-mecánica de las mismas y asegurando la calidad operativa de las personas que han de realizar dichos trabajos (Fig. 12).



Fig. 12. El CENIM colabora con la empresa TALGO en el estudio de la soldadura de las aleaciones ligeras que se emplean en los ferrocarriles de alta velocidad.

#### INFORMES TÉCNICOS SOLICITADOS POR AUTORIDADES JUDICIALES

En el transcurso del tiempo, el CENIM, como centro de referencia en temas metalúrgicos, ha recibido frecuentemente solicitudes de las autoridades judiciales para intervenir, desde el punto de vista técnico, en procesos judiciales abiertos como consecuencia de accidentes producidos en diferentes tipos de construcciones metálicas, tanto en el sector de la calderería como en el de la construcción metálica civil. A modo de ejemplo, puede considerarse, por su repercusión en Madrid, el incendio ocurrido en los Almacenes Arias.

El CENIM estudió las diferentes muestras de fabricación metálica en acero estructural procedente de la edificación, en especial, las uniones viga-pilar afectadas por el fuego y la calidad de su ejecución, así como diferentes componentes metálicos interiores a la propia estructura. Los resultados de estos estudios dieron lugar al correspondiente dictamen técnico.

#### DAÑOS EN LA VERJA DEL BANCO DE ESPAÑA

La verja del edificio del Banco de España, situado en la plaza de la Cibeles de Madrid está formada por módulos repetitivos de iguales características. Dichos módulos están constituidos por un cuerpo principal en

barras forjadas de sección cuadrada y por una serie de adornos, obtenidos por moldeado, de forma diferente. Los adornos están formados, en algunos casos, por una única pieza moldeada y, en otros, por varias piezas unidas entre sí mediante soldadura con plomo. Limitando cada módulo se encuentran columnas de fundición con el caduceo de Mercurio.

En la figura 13 se muestra un módulo de la verja situado en la calle de Los Madrazo.

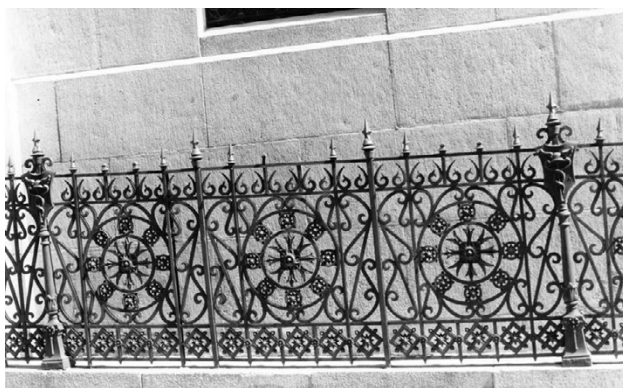


Fig. 13. La verja del Banco de España en su edificio de la plaza de Cibeles en Madrid. El CENIM realizó un estudio para determinar las causas de la aparición de corrosión en resquicios.

Los daños fueron debidos a la existencia de cavidades, hendiduras o resquicios en las uniones de los adornos a las barras de forja o entre las distintas piezas de un mismo adorno. Tales resquicios pueden ser de fabricación o haberse producido posteriormente debido a dilataciones y contracciones de las piezas con los cambios de temperatura. La corrosión, localizada en tales hendiduras (conocida como «corrosión en resquicios»), dio lugar al deterioro progresivo de los adornos. Los efectos galvánicos derivados de la existencia de plomo, utilizado para rellenar y unir las piezas, también debieron favorecer el ataque localizado.

El agrietamiento y la rotura de los adornos fue motivado en gran parte por las tensiones desarrolladas por el aumento de volumen que acompaña a la formación de óxido entre las superficies internas del adorno y las de las barras forjadas en las que se encuentran alojados.

#### PARTICIPACIÓN DEL CENIM EN EL COMITÉ DE EXPERTOS DE LA EMERGENCIA ECOLÓGICA DE DOÑANA

En la madrugada del 25 de abril de 1991, más de 5 millones de m<sup>3</sup> de lodos tóxicos fueron vertidos al río Guadamar debido a la rotura de la presa de minerales de las minas de Aznalcóllar. Estos hechos se considera-

ron como la catástrofe ambiental más grave ocurrida en Europa tras el accidente nuclear de Chernobyl.

En pocas horas, los ríos Agrio y Guadiamar, tras recibir 5 millones de m<sup>3</sup> de agua y lodos tóxicos procedentes de la presa accidentada, distribuyeron la letal carga a lo largo de 70 km. En algunos puntos del cauce, hasta incluso los 500 m de ancho, una espesa capa de lodos negros y ácidos arrasó a su paso toda la fauna del río, envenenando vegetación y cultivos en un espacio de terreno superior a las 3.600 ha (Fig. 14).



Fig. 14. Detalle del frente contaminante en la zona del arroyo Cigüeña el día después de la catástrofe ecológica en el Coto de Doñana.

Las consecuencias directas de la catástrofe fueron: cerca de 40.000 personas de diez poblaciones se vieron afectadas (agricultores, jornaleros, pescadores, cangrejeros, ganaderos, recolectores, mineros, cazadores...); 5.000 empleos afectados; contaminación de los acuíferos.

Uno de los mejores espacios naturales de Europa, Reserva de la Biosfera y Patrimonio de la Humanidad, Doñana, quedó malherido; contaminación de las aguas del río Guadiamar desde la zona de los vertidos en Aznalcóllar, hasta Doñana; contaminación de una gran extensión de las marismas; impacto sobre la avifauna.

En la tarde del 29 de abril, en la sede central del CSIC, tuvo lugar la primera reunión del Comité de Expertos del CSIC, que acababa de ser creado y que estaba constituido inicialmente por 17 personas y presidida por el Prof. César Nombela, Presidente del CSIC. Posteriormente, se amplió el Comité con la presencia de expertos de universidades y de otros organismos públicos de investigación.

Los objetivos científicos-ecológicos-estratégicos del Comité fueron consultar a todos los expertos posibles, tanto nacionales como extranjeros; responder adecuadamente a los problemas que se planteaban «casi cada día»; elaborar un plan de actuación riguroso desde el punto de vista científico; construcción de un dique en Entremuros para evitar que la conta-

minación llegara al parque y a las marismas; organizar y supervisar la retirada de los lodos, su estudio y ubicación, teniendo en cuenta que en muchos lugares había espesores de 80 cm y temperaturas de 40 °C en un intervalo muy amplio del día; organizar y supervisar el trasvase del agua del dique, tratamiento, neutralización y vertido controlado al Guadamar; seguimiento exhaustivo de los efectos de la contaminación sobre el agua, sobre todo, de los acuíferos y en especial del acuífero 27 que abastecía al parque; seguimiento exhaustivo de los efectos de la contaminación sobre flora y fauna; remediación de las zonas afectadas por la contaminación y el control a largo plazo de sus efectos.

La participación del CENIM en los trabajos del Comité de Expertos consistió en:

- Estudio de los lodos tóxicos y sus posibles efectos contaminantes (naturaleza físico-química, mineralógica y toxicológica de las muestras de lodos recogidas en la zona de Doñana); Participación en la elaboración del plan de actuación realizado por el Presidente del CSIC (estrategias de regeneración y almacenamiento de los lodos extraídos de la zona afectada; estudio de alternativas al agua de Entremuros; consideraciones sobre la utilización de cal en la neutralización de las aguas contaminadas (Zona de entremuros).
- Estudio de la meteorización de los lodos.
- Participación en el seguimiento del efecto del vertido tóxico en el entorno de Doñana
- Seminario *ad hoc* ESF-CSIC (1988)
- Seminario internacional sobre corredores ecológicos y restauración de ríos y riberas (1999)

Desde el 29 de abril de 1998 hasta enero de 2001, se elaboraron trece informes. El Comité de Expertos del CSIC se caracterizó por su rigor y credibilidad, dentro y fuera del país. Las Administraciones con competencia en la zona, siguieron las recomendaciones de los expertos. Institucionalmente, el CSIC salió reforzado y eso ayudó a consolidar su imagen corporativa y representó un «antes» y un «después» en la imagen de la institución en la sociedad y medios de comunicación.

### **La corrosión del pecio del petrolero *Prestige***

El 19 de noviembre de 2002, el petrolero *Prestige*, construido 26 años antes, mediante la tecnología de estructura monocasco y que transportaba unas 77.000 t de fuel pesado en sus tanques, se hundió frente a las costas del noroeste español tras partirse en dos. El hundimiento provocó un vertido contaminante de crudo al agua de mar de consecuencias desastrosas para esta zona del litoral español (Fig. 15).

El naufragio del *Prestige* conmocionó a toda la población. Fue, sin lugar a dudas, la noticia del año en España y tuvo unas importantes repercusio-



nes sociales, dando lugar a movimientos de voluntariado para la limpieza de playas y acciones de solidaridad nunca vistas anteriormente.

Los dos pecios del buque siniestrado, parcialmente hundidos en los sedimentos del fondo marino, se encuentran a 3.830 m (proa) y 3.545 m (popa) de profundidad. La temperatura del agua de mar en esa zona es de 2,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto 5,4 ml/l (7,7 ppm).



Fig. 15. Momento del hundimiento del *Prestige*. El CENIM realizó un informe sobre la durabilidad del casco por encargo del Comité Científico Asesor designado por el Gobierno español.

El fuerte impacto del pecio con los fondos marinos produjo importantes deformaciones en distintas zonas del casco, así como la formación de grietas debido a deformaciones estructurales locales.

Aunque se redujo muy notablemente el vertido de fuel al agua de mar mediante el sellado de las grietas por las que se producían las fugas, interesaba conocer la posible aparición, y cuándo, de nuevas fugas originadas por la corrosión de las planchas metálicas del pecio en contacto con el agua de mar.

Por ello, para resolver el problema que planteaba la gran cantidad de fuel que todavía contenía el *Prestige*, el Comité Científico Asesor designado por el Gobierno español encargó al CENIM la realización de un estudio, considerando las condiciones más desfavorables, sobre la estimación de la durabilidad del casco del buque hasta su perforación.

De acuerdo con las normas de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), se asumió que los espesores de las planchas de acero de la cubierta, mamparas y costados del buque siniestrado tuvieran unos valores mínimos aceptables de 20,0; 9,6; y 15,5 mm, respectivamente.

El CENIM realizó una revisión bibliográfica sobre datos publicados de velocidades de corrosión del acero al carbono (material con el que fue construido el casco del *Prestige*) a grandes profundidades marinas, que pudieran servir como base para un pronóstico. Tomando como base los

escasos estudios realizados por los Estados Unidos en los Océanos Pacífico y Atlántico y por India en el Mar Árabe y en la Bahía de Bengala, y realizando una estimación por exceso del pronóstico más desfavorable, se determinó que los focos de ataque preferente podrían llegar a alcanzar penetraciones de 400  $\mu\text{m/año}$ . Considerando esta velocidad máxima de ataque preferente y asumiendo que la corrosión tiene lugar a velocidad constante, el tiempo requerido para que se produjeran perforaciones en las mamparas (9,6 mm), costados (15,5 mm) y cubierta (20,0 mm) del buque *Prestige* sería de 24, 39 y 50 años, respectivamente.

Todos los medios de información, prensa, radio y televisión, se hicieron eco de esta noticia y el Gobierno de España tomó la decisión de extraer el fuel remanente en el pecio.

### CORROSIÓN EN INSTALACIONES DE FONTANERÍA

Sin la menor duda, los problemas de corrosión más frecuentes llegados al CENIM para su estudio corresponden a los de conducciones de distribución de agua en el interior de inmuebles, tanto por su superficie externa como por su interior, debido en gran parte a los miles de kilómetros de tuberías instaladas en el interior de los edificios. Estos problemas de corrosión, aparentemente secundarios, adquieren su verdadera dimensión cuando se tiene en cuenta.

- a) el elevado costo inicial de las instalaciones de calefacción y distribución de agua, que puede estimarse en un 15% del valor del inmueble,
- b) los considerables trastornos y gastos que supone para los usuarios la sustitución de una instalación dañada, empotrada en paredes y suelo y
- c) en los casos de corrosión interna de tuberías se incorporan al agua productos que pueden afectar negativamente a sus propiedades organolépticas, llegando incluso a hacerla inadecuada para el consumo humano.

Consciente de que la mejor forma de combatir la corrosión es difundir el estado de conocimientos sobre la misma, el CENIM ha tratado este tema en diversos cursillos, tanto de carácter general como específicos impartidos a técnicos en esta materia,<sup>1</sup> cooperando también, a instancias del Instituto Nacional para la Calidad en la Edificación (INCE), en la elaboración de un Código de Buena Práctica<sup>2</sup> a fin de combatir los frecuentes casos de corrosión en estas instalaciones. (Fig. 16).

<sup>1</sup> *Corrosión y tratamiento de agua en instalaciones de fontanería*. Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). Editorial Index. Madrid (1980), 227 págs.

<sup>2</sup> *Recomendaciones para prevenir la corrosión de tuberías de acero galvanizado en instalaciones de fontanería*. INCE (1983), 81 págs.

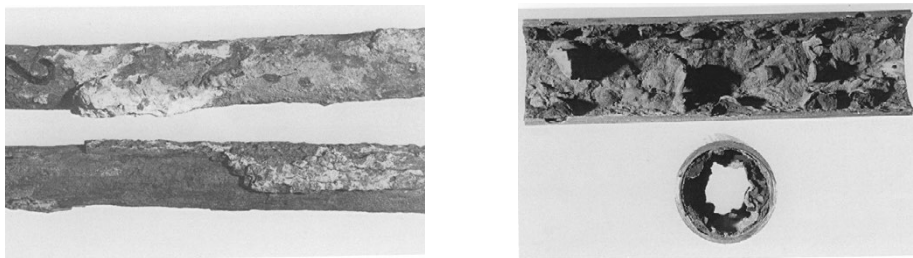


Fig. 16. Ejemplos típicos de corrosión de tuberías. Izq.) Corrosión externa. Dcha.) Corrosión interna.

### PLANCHAS CALCOGRAFICAS

Hasta la aparición de la fotografía (a mediados del siglo XIX), el grabado fue el único medio del que se dispuso para la reproducción de imágenes. Así como la imprenta supuso la difusión del libro, el grabado calcográfico permitió la de la imagen durante unos cuatro siglos, por lo que las planchas calcográficas constituyen un legado de incalculable valor, en las que se encuentran recogidas imágenes de todos los campos de la actividad humana a lo largo de ese período de tiempo.

Actualmente, Calcografía Nacional es la depositaria de un importante fondo calcográfico del cual aproximadamente el 90% corresponde a grabados realizados sobre planchas de cobre que, en mayor o menor grado, acusan el paso del tiempo con la formación de películas superficiales, más o menos oscuras, y retención en las tallas de tinta reseca que dificulta su funcionalidad (estampación de copias) (Fig. 17).

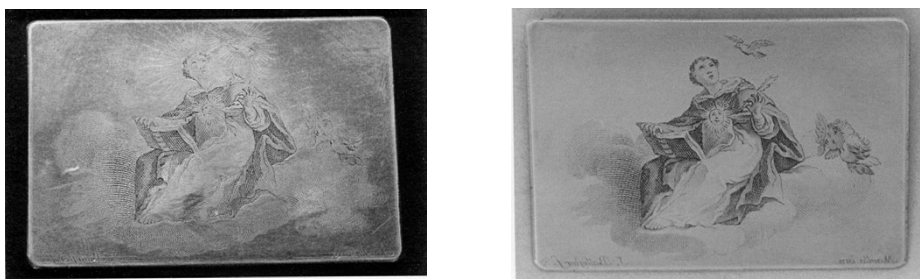


Fig. 17. Pequeña plancha calcográfica de cobre (7,5×5,1). Izq.) Antes del tratamiento. Dcha.) Después del tratamiento.

Gracias a un extenso estudio realizado por el CENIM se han conseguido procedimientos capaces de devolver a las planchas de cobre su aspecto inicial (reduciendo las películas superficiales) y recuperar su funcionalidad (eliminando la tinta reseca de las tallas), con la garantía de no provocar detrimento alguno en las planchas calcográficas.

## ENRESA

Desde 1994, el CENIM ha realizado, de forma ininterrumpida, diferentes estudios científico-técnicos para la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA). Actualmente se encuentra en curso un «Estudio de I+D para seguimiento de la corrosividad de la atmósfera interna del cajón del reactor de la central nuclear Vandellós 1» iniciado en febrero de 2002 (Fig. 18).

Se estima que tras el cierre de una central nuclear, son necesarios 50 años para que el elevado grado de contaminación radiactiva en el cajón del reactor disminuya a niveles tolerables y pueda procederse a su demolición. Ello obliga a garantizar la seguridad del citado cajón durante medio siglo, incluyendo el posible riesgo de corrosión de las complejas estructuras metálicas contenidas en su interior. En el CENIM, se ha diseñado y puesto a punto un dispositivo experimental, actualmente instalado en la central nuclear de Vandellós 1, que permite el seguimiento de la corrosividad atmosférica en el interior del cajón del reactor.



Fig. 18. Descenso de un dispositivo experimental en uno de los tres pozos del cajón del reactor de la central nuclear de Vandellós 1.

## DAMASQUINADO

El damasquinado es un arte decorativo de origen árabe (como claramente indica su nombre) que arraigó de forma sorprendente en Toledo, donde se ha conservado hasta nuestros días, al punto que, actualmente, también se le conoce como *oro de Toledo*. Básicamente consiste en incrustar artesanalmente por percusión oro o plata sobre la pieza a decorar (normalmente acero) para formar figuras o filigranas. Posteriormente, la pieza se somete a un tratamiento de pavonado, consiguiendo así un fuerte contraste que resalta la imagen previamente incrustada y produce un bello efecto decorativo (Fig. 19).

Sin embargo, las capas de conversión creadas por el pavonado tienen un carácter protector limitado, que, en ocasiones, es la causa de su deterioro prematuro (aparición de manchas de óxido), como ocurría en el caso de exportaciones a países



Fig. 19. Ejemplo de damasquinado.

allende los mares. Por ello, a petición del Gremio de Artesanos Damasquinadores de Toledo (principal productor mundial de esta modalidad artística), el CENIM realizó, a principios de los años 70, un extenso estudio sobre la cinética de oxidación de diversos aceros en distintos baños de decapado, sobre las propiedades protectoras de las capas de pavón en función de las condiciones para su obtención, y sobre el efecto de diversas impregnaciones posteriores al pavonado para mejorar su resistencia a la corrosión.

El trabajo desarrollado, que respondía a la necesidad real de mejorar la durabilidad del damasquinado, también constituyó una significativa contribución científica al conocimiento de tratamientos de pavonado que, conforme se indicaba en la primera publicación fruto del citado estudio, «se aplican con arreglo a procedimientos que algunas veces parecen extraídos de un tratado de alquimia».

## ILZRO

La Internacional Lead Zinc Research Organization (ILZRO) es una prestigiosa entidad entre cuyas actividades destaca el desarrollo de baterías ácidas. Debido al riesgo de formación de estibamina con las aleaciones Pb-Sb tradicionales utilizadas durante los años 60 para fabricar las rejillas de las baterías, así como su tendencia a la autodescarga y también al creciente precio del antimonio en dicha época, se estudiaron nuevas aleaciones alternativas en las que se sustituía parcialmente dicho aleante por otros capaces de proporcionar rejillas con similares características mecánicas y de resistencia a la corrosión en medio sulfúrico (Fig. 20).

Durante aproximadamente una década, ILZRO patrocinó sucesivos contratos de investigación en el CENIM para estudiar el comportamiento en ácido sulfúrico de numerosas aleaciones (binarias, ternarias y cuaternarias) de base plomo, con especial interés en el efecto de los diferentes aleantes, de la estructura de colada, de la precipitación de segundas fases y del proceso de envejecimiento de dichas aleaciones frente a la corrosión que sufren las rejillas de las baterías, que afecta con mayor intensidad a las positivas.

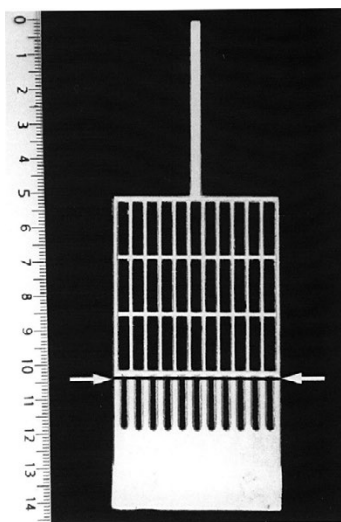


Fig. 20. Rejilla utilizada en los ensayos de corrosión. La parte inferior, correspondiente al bebedero, se separaba cortando por la línea indicada con flechas.

# ESTUDIO Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTATUA ECUESTRE DE FELIPE IV EN MADRID

En el año 1990, investigadores del CENIM realizaron un estudio sobre el estado de conservación de diferentes monumentos históricos de reconocido valor artístico dentro del proyecto C226/90 titulado «Estudio de parámetros medioambientales que afectan a la degradación de materiales metálicos, incluidos los de valor histórico y cultural». El proyecto estaba financiado por el Plan Regional de Investigación de la Comunidad de Madrid.

En el estudio colaboraron el Centro Regional de Conservación del Patrimonio Histórico Inmueble de la Comunidad de Madrid, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de Madrid, la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Madrid y el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla.

La escultura fue realizada por el escultor Pietro Tacca en 1640 en Florencia, Italia, basándose en el retrato ecuestre de Felipe IV de Diego Velázquez y el busto en barro de Juan Martínez Montañés. El cálculo estructural para lograr la estabilidad de la escultura (sólo apoyada sobre las patas traseras y la cola) fue realizado por Galileo Galilei. La estatua estuvo situada en los Jardines del Buen Retiro de Madrid y, en la actualidad, está ubicada en la plaza de Oriente de Madrid, frente al Palacio Real.

La figura 21 muestra el momento en el que los investigadores del CENIM toman medidas de la estatua ecuestre de Felipe IV.



Fig. 21. Estatua de Felipe IV en la plaza de Oriente de Madrid.

## EL GIRALDILLO

La monumental estatua de bronce (4 m de altura), popularmente llamada «Giraldillo» (Fig. 22), que corona el campanario de la catedral de Sevilla constituye un símbolo mundialmente conocido de la capital hispanense. Instalada en agosto de 1568, ha sufrido varias reparaciones a lo largo de su historia, quedando constancia de una de ellas en la propia estatua (1684, brazo izquierdo).

El estudio metalúrgico realizado en el CENIM del bronce utilizado por el fundidor Bartolomé Morel en el Giraldillo (limitado a la muestra disponible para tal fin) revela diferencias microestructurales sensibles entre las superficies externa e interna de la estatua, aunque en líneas generales



Fig. 22. El CENIM realizó un estudio metalúrgico del bronce de la estatua del *Giralddillo* de la catedral de Sevilla.

se observa una segregación intergranular de segundas fases (fundamentalmente Pb) que le confiere una elevada fragilidad y deficientes características de resistencia mecánica y ductilidad.

Suponiendo que esta microestructura sea extensible a toda la estatua, deberá tenerse en cuenta ante posibles intervenciones futuras, evitando la aplicación de procedimientos que generen tensiones, tanto de origen mecánico como de origen térmico.

#### MARCA DE CALIDAD EWAA/EURAS

La marca internacional de calidad EWAA/EURAS nació por iniciativa de la European Wrought Aluminum Association (EWAA) y de la European Anodisers Association (EURAS), siendo QUALANOD International la depositaria de esta marca que ampara los productos de

aluminio anodizado destinados a la construcción, sector que consume la mayor parte de la producción mundial de aluminio.

Durante dos décadas el CENIM ha sido el responsable en España de realizar los controles iniciales y las posteriores inspecciones periódicas de vigilancia (tanto de las plantas de producción como de los productos acabados) para la concesión y mantenimiento de la citada marca, a la que estaban acogidas las principales empresas españolas de anodización del aluminio.

Tal labor, que obliga a conocer las innovaciones que se produzcan en el campo del aluminio anodizado, siempre estuvo respaldada en nuestro Centro por una continua actividad investigadora fruto de la cual, además de numerosas publicaciones, ha sido la internacionalmente aceptada como Norma EN 12373-4 para control de la calidad del sellado, ideada y desarrollada por nuestro querido colega el Dr. Rafael Lizarbe Ruiz (Fig. 23).

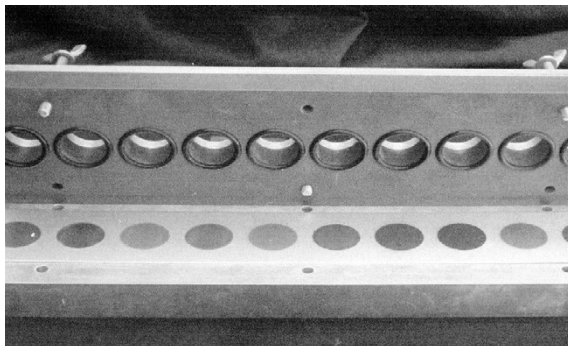


Fig. 23. Ensayo de la gota de color ideado por el investigador del CENIM Dr. Lizarbe.





## INFORMACIÓN ECONÓMICA

MANUEL MORCILLO LINARES

La información económica relacionada con el CENIM se ha obtenido a partir de las Memorias del Centro, aunque lamentablemente dicha información sólo aparece y en forma muy escasa a partir de 1972.

En cuanto al origen de las subvenciones para realizar investigación, cabe distinguir, *grosso modo*, tres etapas claramente diferenciadas.

### 1ª ETAPA (1963-1976)

Esta primera etapa coincide con la existencia del Patronato Juan de la Cierva (PJC) y con la dependencia del CENIM de este organismo autónomo.

En la tabla I se muestra la información económica relacionada con los ingresos obtenidos durante los años 1972-1974 y 1976. Como puede observarse, la mayor fuente de ingresos fueron las Tasas y Exacciones Parafiscales (TEP) y los procedentes de los Planes de Desarrollo Económico para planes de investigación sectoriales. Tampoco son de desdeñar los ingresos procedentes de contratos (convenios) de investigación realizados con importantes firmas españolas y extranjeras, subvenciones por acciones concertadas con empresas, pago de servicios, etc., facetas para las que el Centro contaba con Comisiones Técnicas de Trabajo y Programación en sus relaciones con la industria.

### TASAS Y EXACCIONES PARAFISCALES (TEP)<sup>1</sup>

En relación con las Tasas y Exacciones Parafiscales (TEP), conviene realizar algunos comentarios.

---

<sup>1</sup> Informe elaborado en el CENIM por el Comité de Estudio de Exacciones (1979).

TABLA I. Fuentes de ingresos obtenidos por el CENIM durante el período 1972-1976.

Fuentes de ingresos	Millones de pesetas			
	1972	1973	1974	1976
• Percepciones procedentes de las industrias, recaudadas a través del Ministerio de Industria, en concepto de Tasas y Exacciones Parafiscales (TEP)	116,8 (75%)	91,3 (49%)	146,5 (48%)	93,8 (28%)
• Ingresos procedentes de otros organismos oficiales o directamente del Plan de Desarrollo Económico para planes de investigación sectoriales	18,2 (11,5%)	73,0 (39,5%)	141,0 (46,3%)	208,1 (61,4%)
• Ingresos procedentes de empresas privadas (españolas y extranjeras) por convenios (contratos) de investigación, subvenciones, pago de servicios, etc.	21,0 (13%)	19,9 (11%)	14,9 (5%)	35,3 (10%)
• Otros: ayudas a becarios (Ministerio de Educación), cuotas de miembros, venta de publicaciones, etc.	0,8 (0,5%)	0,5 (0,5%)	2,1 (0,7%)	2,1 (0,6%)
Total	156,8	184,7	304,5	339,3

### Objeto, bases y tipo de gravamen

El Decreto 662/60 de 31/03/60 (BOE Nº 88, 12/04/60), de acuerdo con lo que determinaba la disposición transitoria primera de la ley reguladora de Tasas y Exacciones Parafiscales de 26/12/58, convalida las exacciones parafiscales del Patronato Juan de la Cierva y establece, en relación con las actividades de investigación realizadas en el CENIM, las siguientes bases y tipos de gravamen.

#### *Productos siderúrgicos*

- 1) Lingote, tocho, palanquilla y demás laminados, el 0,50%.
- 2) Oxígeno, acetileno, carburo de calcio, nitrógeno, hidrógeno, argón, aire líquido y comprimido, electrodos, aparatos y accesorios para la soldadura, oxicorte y técnicas afines, el 1%.
- 3) Estaño, cinc, aluminio y plomo, el 0,50%.

Los porcentajes establecidos se aplicaban sobre las primeras ventas en el mercado nacional, deducido, en su caso, el valor del envase, al realizarse la facturación correspondiente a las ventas de que se tratase por las empresas productoras, cualquiera que fuese su origen.

## **Destino de las exacciones**

El importe de las exacciones se destinaba a cubrir los gastos que originasen los trabajos y organizaciones creados o estimulados por el Patronato Juan de la Cierva, que guardasen relación con los respectivos artículos gravados y a trabajos de investigación pura y otras atenciones del organismo.

## **Administración de las exacciones y su recaudación**

La gestión efectiva y directa de estas exacciones correspondía a la Secretaría General Técnica del Ministerio de Industria y su distribución y aplicación al Patronato Juan de la Cierva.

## **De las exacciones recaudadas y de las que resultaron fallidas**

La tabla II corresponde a las cantidades que, según comunicaban los Servicios del Patronato al CENIM, se habían percibido como exacciones. Estas cantidades están desagregadas por años en los tres capítulos establecidos.

La oscilación que presenta la recaudación de unos años respecto a otros se debe en parte a las fechas en que se hacen dichos pagos, que una vez se asientan en el año correspondiente y otras en el año siguiente. No obstante, las oscilaciones más marcadas y, en particular, las del sector siderúrgico, se deben a impagos.

Comparadas las cantidades recibidas reflejadas en la tabla II, con las que se deberían haber recibido obtenidas a partir de los datos de los Anuarios de Estadística, se observan unos niveles de impago muy importantes.

Las figuras 1, 2 y 3 permiten comparar los niveles de recaudación de las exacciones parafiscales, con los que deberían haberse efectuado (bien entendido que éstos están establecidos por defecto).

La evidencia de los datos hace innecesario cualquier comentario en torno a la cuantía de las percepciones.

A pesar de que las exacciones pagadas por las diferentes industrias fueron muy inferiores a las que correspondían legalmente, no es menos cierto que eran los sectores industriales los que en esos años sostenían económicamente al Centro y así se decía explícitamente en las diferentes memorias de esa época.

Como contraprestación, las investigaciones que realizaba el Centro eran de carácter muy aplicado. Así, en la introducción de las memorias anuales podían leerse frases como: «El CENIM tiene como finalidad contribuir, por medio de la investigación y de la ayuda técnica, a un mejor desarrollo de la industria nacional implicada en el campo que le compete, y asimismo, hacer aportaciones al progreso de la ciencia metalúrgica en la medida que los medios económicos disponibles lo permitan».

TABLA II. Cantidades percibidas como exacciones según información recibida de los Servicios del Patronato Juan de la Cierva.

Año	Siderurgia	Soldadura	Metales	TOTAL
1964	45.784.365	11.172.507	10.933.061	67.889.933
1965	57.022.533	13.186.930	13.751.413	84.760.976
1966	61.469.841	13.486.064	17.200.636	92.154.543
1967	68.280.974	13.952.675	15.266.840	97.500.489
1968	70.415.714	16.120.244	17.627.929	104.163.887
1969	100.696.134	16.554.093	24.444.963	141.695.190
1970	86.508.448	17.952.569	25.088.504	129.549.521
1971	55.304.899	21.510.809	31.532.928	108.348.636
1972	103.777.723	14.413.429	27.831.720	146.022.872
1973	49.306.327	23.921.282	48.269.873	121.497.482
1974	114.233.760	25.770.972	43.130.661	183.075.393
1975	22.027.462	44.907.703	81.597.821	148.532.986
1976	39.454.106	29.755.896	48.050.167	117.260.169
1977	111.688.549	24.083.545	52.389.999	180.162.093
1978	1.069.569	24.868.725	37.415.785	63.354.079

«Tanto la labor investigadora general como la prestación de ayuda técnica realizada por el Centro han repercutido positivamente en el desarrollo industrial del sector siderometalúrgico, favoreciéndose el deseado incremento de las relaciones Industria-CENIM. El reconocimiento de la eficacia de las actividades del CENIM en el mencionado sector, se ha visto muchas veces atestiguado, entre otras manifestaciones, por numerosas y expresivas cartas.»

«La labor investigadora del CENIM ha concentrado esfuerzos en líneas de investigación que tienen un impacto más o menos inmediato en aquellos campos de la tecnología del sector que están más necesitados de un desarrollo y para el cual la investigación nacional es un factor decisivo. Esta concentración de esfuerzos en determinadas líneas de investigación ha supuesto el tener que suspender algunos programas de trabajo de un interés no tan inmediato y el acortar y finalizar otros y por el contrario, iniciar otros nuevos.»

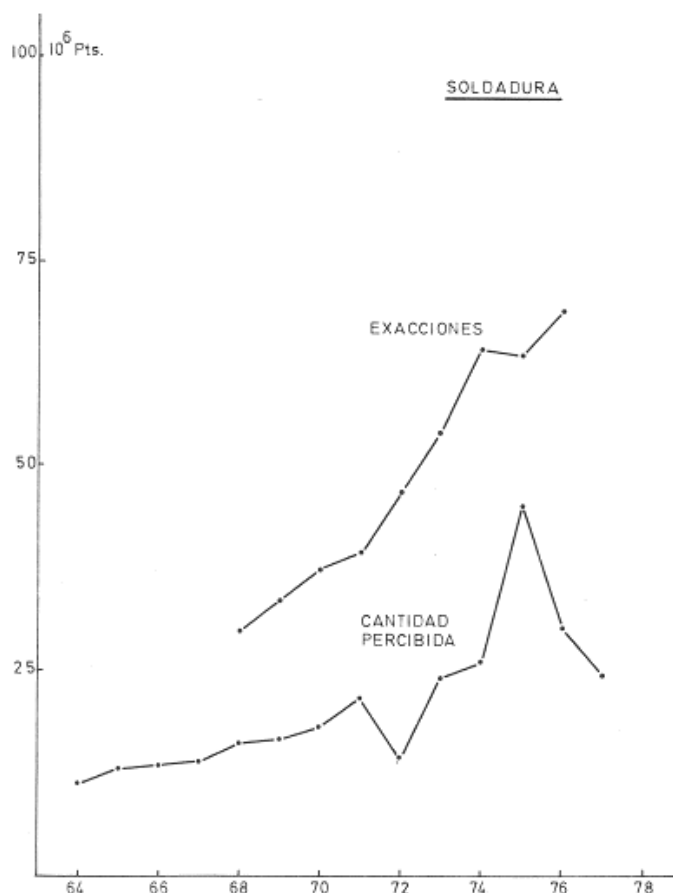


Fig. 1. Evolución del valor de las exacciones parafiscales (soldadura) y de la cantidad percibida por este concepto en el Patronato Juan de la Cierva.

«Se ha seguido prestando atención a todas aquellas peticiones del exterior, industria, organismos, etc. de asistencia técnica, servicios, realización de dictámenes, informes, etc. cuyo número continúa ascendiendo cada año. El CENIM considera que, aunque esto suponga una dedicación de esfuerzos que restan su potencialidad investigadora, se presta así un indudable servicio a la industria metalúrgica española, que no posee los medios necesarios para ello, al mismo tiempo que la resolución de estos múltiples y variados problemas tienen un impacto directo en la tecnología de los procesos y en la calidad de los productos finales.»

Estos hechos quedaban reflejados en la definición que el mismo CENIM realizaba sobre sí mismo como Centro de carácter tecnológico. La tabla III señala las actividades (en porcentajes de dedicación) del Centro en el período 1972-1976.

TABLA III. Distribución (en %) de las actividades realizadas por el CENIM durante el período 1972-1976.

	1972	1973	1974
Investigación fundamental	10	10	8
Investigación aplicada	70	65	66
Desarrollo tecnológico	20	25	26

	1975	1976
Investigación y desarrollo	70	80
Actividades conexas (*)	30	20

(\*) Servicios y asistencia técnica, información y documentación, enseñanza especializada a diferentes niveles y colaboración en trabajos de normalización.

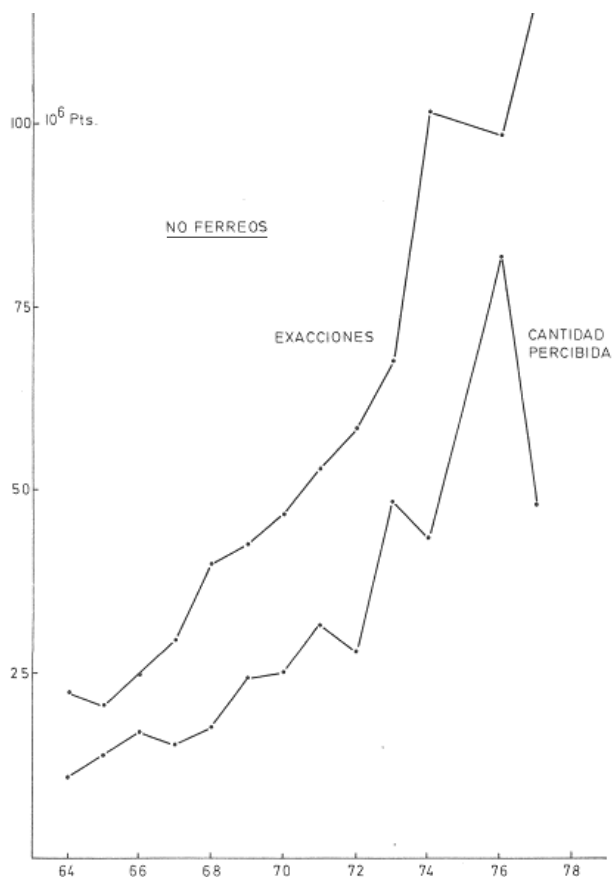


Fig. 2. Evolución del valor de las exacciones parafiscales (no férreos) y de la cantidad percibida por este concepto en el Patronato Juan de la Cierva.

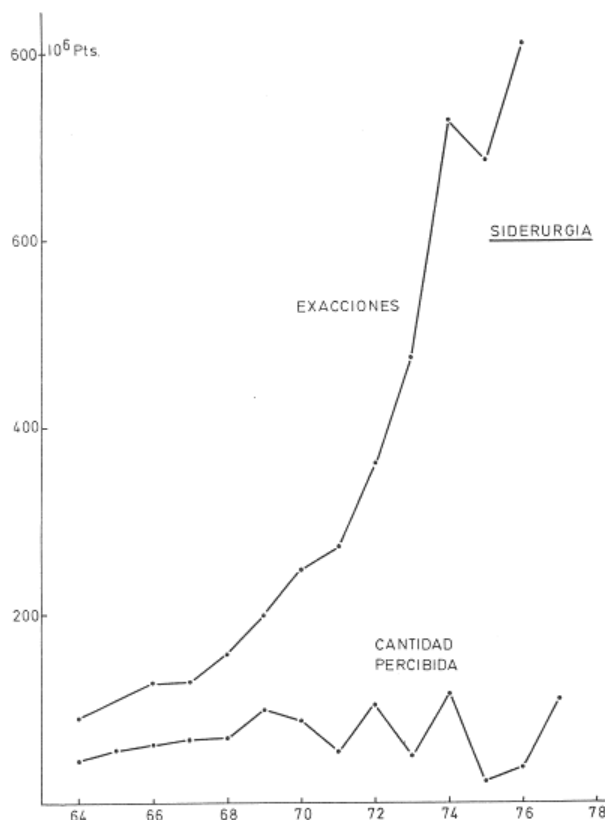


Fig. 3. Evolución del valor de las exacciones parafiscales (siderurgia) y de la cantidad percibida por este concepto en el Patronato Juan de la Cierva.

## 2ª ETAPA (1977-1985)

En 1977, coincidiendo con la extinción del Patronato Juan de la Cierva, Real Decreto 62/77 de 21/1/1977 (BOE núm. 25/1/1977), se reestructuró el CSIC. En dicha reestructuración, el Centro quedó integrado directamente en el CSIC e inició un cambio en su filosofía de actuación.

Así, en las actividades de asistencia técnica se empieza a implantar ya el criterio de selectividad, tratando de disminuir los esfuerzos a dedicar a esta tarea en favor de una más genuina labor investigadora para las empresas.

Durante los años 1977-1979 el Centro exhibe una pérdida de ritmo de actividad, coincidente con la crisis económica que afecta a los sectores productivos con los que colabora el CENIM, y que se traduce en una cierta disminución de la demanda de tareas. Esta situación resulta agravada por la implantación de las medidas para la puesta en vigor del Regla-

mento Orgánico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, promulgado por el Real Decreto 3450/1977 (BOE del 30/12/1978), que impuso el establecimiento de un esquema participativo del personal en lo que afectaba a la reorganización del Centro. Dicha reestructuración se llevó a cabo durante todo el año 1979 y supuso una elevada participación del personal, muy especialmente del estamento científico. Su costo fue considerable e influyó en la actividad general del Centro, que disminuyó sensiblemente.

Durante este período las fuentes de financiación del Centro las constituían básicamente:

- Las Tasas y Exacciones Parafiscales
- Las subvenciones de los programas de investigación aprobados por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT)
- La financiación propia del CSIC de proyectos de investigación a través de la Comisión Científica del organismo, para aquellos programas que no conseguían financiación externa.
- Los contratos de investigación con entidades públicas o privadas (empresas).

En el BOE núm. 110 de 8 de marzo de 1979 se publica la Orden de 15 de marzo de 1979 sobre nombramiento de los Consejos Técnicos Administrativos, regulando la composición y forma de nombramiento de sus miembros. No obstante, hasta abril de 1981 no se celebró la primera reunión del Consejo Técnico Administrativo del CENIM, que acababa de ser constituido.

El citado Consejo, integrado por representantes de las industrias que tenían atribuido por ley abonar tasas parafiscales, intervenía, a su vez, en las cuestiones relacionadas con los sectores industriales. Su misión era la propuesta de programas de investigación a financiar con las Tasas y Exacciones Parafiscales, así como su seguimiento y evaluación de los resultados obtenidos. A finales de 1981, la Junta de Gobierno del CSIC aprobó los primeros programas propuestos por dicho Consejo Técnico y que, previamente, habían sido aprobados por la Junta de Instituto del Centro.

Cabe señalar que la asignación de presupuestos por programas de investigación dejaba desatendidas una serie de actividades importantes para el CENIM, que mantenía relaciones de colaboración con diversos organismos internacionales, en cuyos trabajos estaba participando, y en los que en muchos casos ostentaba la representación española. Otro tanto ocurría con los sectores industriales españoles, con los que era deseable alcanzar un mejor grado de relación, pero que se veía limitado por la falta de recursos.

Así, esta nueva estructura de financiación de la actividad investigadora supuso la paralización de programas que llevaba el Centro y que no encontraron financiación, dados los escasos recursos económicos globales para inversiones (Presupuestos y Recursos Propios) de que se venía disponiendo desde 1976, que no alcanzaban al 2% del presupuesto anual.

Con el tiempo, resultaba ya imperiosa la necesidad de disponer de recursos para las atenciones de mantenimiento del Centro, cuya mayor dotación producía un gasto creciente, así como la falta de financiación para mantener la adecuada atención presupuestaria que permitiese al



CENIM mantener un grado mínimo de relación con los organismos internacionales de los que era miembro y con sectores industriales del país, con los que debía mantener un grado de relación más estrecho a fin de poder atenderlo adecuadamente en sus necesidades. Estos problemas con el paso del tiempo se iban agravando.

La aprobación en 1984 de un programa de relación con los sectores industriales permitió relanzar una serie de actividades, en especial la activación de las Comisiones Técnicas y la participación en los trabajos de diversos organismos internacionales.

Sobre la importancia relativa de las tres fuentes de financiación de la investigación, sobresalen las procedentes de las TEP, seguidas de las del CSIC y las del CAICYT, según los datos correspondientes a las memorias del período 1983 a 1985 (Tabla IV).

TABLA IV. Financiación porcentual de las diversas fuentes durante el período 1983-1985.

	1983	1984	1985
TEP	59	68	48
CSIC	33	23	44
CAICYT	8	9	8

### 3ª ETAPA (1986-ACTUALIDAD)

Dos hechos de gran importancia señalan el inicio de esta tercera etapa: la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea (CEE) y la aprobación de la ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (Ley de la Ciencia).

Además, se produce la desaparición de una fuente tradicional de financiación del CENIM en los últimos años (Tasas y Exacciones Parafiscales), que fue prácticamente absorbida en el Presupuesto.

La incorporación de España a la CEE trajo consigo la participación del CENIM como representante español en el ESIC (European Steel Institutes Committee). Este organismo reunía a los representantes comunitarios de los centros de investigación siderúrgica. En el ámbito de la actividad investigadora del CENIM, esta incorporación tuvo desde el principio un claro reflejo con la aprobación de dos proyectos de investigación dentro del Programa Acero de la Comunidad Económica del Carbón y del Acero (CECA), que colocaba al CENIM en la vanguardia de los centros de investigación españoles que habían obtenido financiación comunitaria.

Por otra parte, varios científicos pertenecientes al CENIM fueron designados representantes oficiales en los comités de seguimiento de los proyectos aprobados.

Con el tiempo, las relaciones del CENIM con la CEE fueron cada vez más importantes, de tal modo que el número de contratos CECA, EURAM, BRITE, SPRINT, etc., situaban a este Centro en primera línea respecto a los Institutos del CSIC.

Durante esta etapa, el CENIM realizaba también investigaciones subvencionadas por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAYCIT), posteriormente Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), dentro del Programa de Promoción General del Conocimiento (PGC) y del Programa de Nuevos Materiales (PNM).

Otra parte de los programas de investigación desarrollados en el CENIM eran aprobados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de acuerdo con los criterios de prioridades nacionales establecidos por dicho organismo central, siendo financiados por el CSIC y con los remanentes de TEP.

Por último, mediante contratos con empresas, el CENIM llevó a cabo determinados programas que tenían por finalidad estudios metalúrgicos de interés para los solicitantes. Con relación a esta fuente de ingresos hay que señalar, que los recursos propios –investigación contratada (contratos I+D directos con las empresas/participación en planes concertados con el CEDETI) + asistencia técnica– representaban en aquella época una contribución importante (27%) de las inversiones, que se iban incrementando lentamente. Teniendo en cuenta la desaparición de una fuente tradicional de financiación (TEP), este aumento de la investigación contratada era aún más significativo.

El CENIM mantenía reuniones periódicas con los sectores industriales a través de Comisiones Técnicas (Horno Alto, Acería, Laminación, Tratamientos Térmicos, Plomo, Cobre, Zinc, Aluminio, Corrosión y Soldadura) que permitían un intercambio directo de necesidades, problemas e inquietudes entre el personal investigador y los ingenieros de producción que trabajaban en la industria, lo que facilitaba tanto el trasvase de conocimientos como la interrelación para el desarrollo de proyectos europeos o el establecimiento de contratos bilaterales de I+D.

De la importancia relativa de esas tres fuentes de financiación da fe la tabla V.

Como complemento, en lo que respecta a la investigación, cabe señalar el apoyo institucional del CSIC en la llamada «financiación puente», que permitió la iniciación de algunos proyectos que posteriormente se presentaron a las diversas convocatorias nacionales. En esta misma línea se hallaban también las financiaciones de Acciones Especiales conseguidas en convocatorias internas, que permitieron al CENIM continuar algunas de sus actividades complementarias. Este tipo de actividades científico-técnicas supuso un paso importante en el desarrollo de los objetivos del CENIM, ya que sirvió para dar una respuesta práctica, a partir de investigaciones científicas originales, a los problemas tecnológicos planteados en los proyectos de investigación.

Por último, con el comienzo de los años 90 se iniciaron proyectos de investigación financiados por la Comunidad Autónoma de Madrid, una nueva fuente de financiación de la investigación realizada por el CENIM.

TABLA V. Financiación, en millones de pesetas, de las diversas fuentes durante los años 1987 y 1988.

	Millones de pesetas	
	1987	1988
CSIC - CICYT	41	59
CECA – EURAM	30	35
Contratos I+D	45	81

Con esta estructura de financiación de la investigación:

- Proyectos internacionales
- Proyectos nacionales
- Proyectos regionales y
- Contratos de investigación

se ha seguido hasta nuestros días.

#### EL CENIM EN SUS GRANDES CIFRAS

Puede resultar interesante conocer las magnitudes macroeconómicas del Centro a lo largo de toda su historia. En la figura 4 se exponen los gastos anuales del Centro durante un amplio período de tiempo, desde 1972 hasta nuestros días.

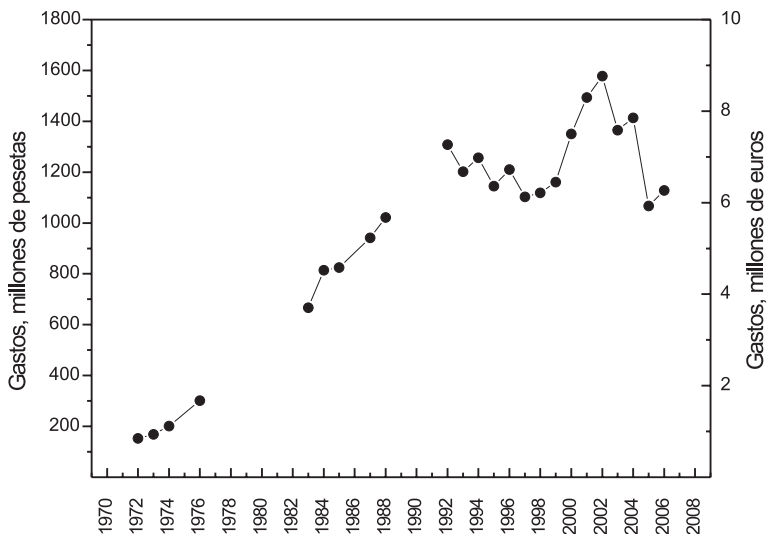


Fig. 4. Evolución de los gastos anuales del Centro desde 1970 hasta 2006.

Se observan los grandes incrementos habidos en los distintos períodos, así como el decremento, por ejemplo, durante el período 1992-1998, debido al estancamiento en los Presupuestos Generales del Estado de las partidas destinadas a investigación. Este hecho, unido al elevado número de jubilaciones habidas en el Centro durante ese período, hizo que el presupuesto de gastos fuese disminuyendo año tras año.

La distribución del presupuesto de gastos en las grandes partidas del Centro a lo largo de su historia se presenta en la tabla VI.

TABLA VI. Distribución porcentual de los gastos del Centro en las distintas partidas.

Gastos de personal	60 – 80
Gastos para la realización de investigación (contratos y proyectos)	15 – 25
Gastos de funcionamiento (presupuesto ordinario)	6 – 8
Inversiones en equipamiento y bibliografía científica (libros y revistas)	4 – 8

## DIRECTORES

En esta Sección, se presenta una breve semblanza de quienes han dirigido tanto los Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero y de Metales no Férreos como el propio CENIM.

Para prepararla, se ha contado con la colaboración de los directores vivos, cada uno de los cuales nos ha proporcionado su propio *curriculum vitae*. Las de los directores fallecidos han sido preparados utilizando los documentos, en ocasiones muy escasos, que se encuentran en los archivos de personal del Centro.

D. JOSÉ RUBÍ Y RUBÍ

**10 de octubre de 1946/1º de marzo de 1947**

Nació en Villaviciosa de Odón (Madrid) el 14 de abril de 1884 y falleció en Madrid el 28 de marzo de 1950.

Aun cuando en realidad su cargo era el de Presidente del Consejo de Administración, de hecho, desde el momento de su nombramiento asumió la dirección del Instituto de la Soldadura y desempeñó como tal las labores ejecutivas del mismo hasta el 1º de marzo de 1947, fecha en la que se separaron los cargos de Presidente y Director. El Sr. Rubí continuó como Presidente hasta su fallecimiento en 1950 y como Director fue nombrado D. Francisco Bustelo Vázquez.



Ingresó en la Academia Militar de Ingenieros en Guadalajara, de la que salió en junio de 1914 con el grado de teniente. Ese mismo año fue destinado a África. Más tarde, ingresó por oposición en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, cuerpo en el alcanzó el grado de General de Brigada. En 1938 fue nombrado Jefe del Ramo de Ingenieros del Arsenal de La Carraca. Al crearse el Consejo Ordenador de Construcciones Navales Militares fue nombrado Subdirector y destinado a Madrid.

Fue Profesor de la Escuela de Ingenieros Navales, Jefe de la Asesoría Técnica Naval del Instituto de Crédito para la Reconstrucción Nacional, Consejero de la Empresa Nacional Calvo Sotelo y Vocal del Instituto Nacional del Combustible.

Fue también asiduo colaborador de revistas técnicas, en especial de *Ingeniería Naval*, y escribió varios libros, entre otros *Nociones de Física Atómica*.

D. AGUSTÍN PLANA SANCHO

**23 de enero de 1947/25 de marzo de 1963**

Nació en Castellote (Teruel) el día 11 de diciembre de 1899. Falleció en Huesca el día 10 de septiembre de 1990.

El Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) es el resultado de la fusión de tres Institutos, el Instituto del Hierro y del Acero, el Instituto de la Soldadura y el Instituto de Metales no Ferreos. En el caso del primero de ellos, la labor llevada a cabo por su director y fundador fue muy destacada, debido principalmente a las dificultades económicas y sociales del país en el año 1947, fecha de su creación. A D. Agustín Plana Sancho, fundador del Instituto del Hierro y del Acero, le cabe el honor de haber sido quien, gracias a su destacada posición, su gran visión y superando muchos obstáculos, hizo ver a las autoridades la necesidad de construir los edificios que actualmente son la sede del CENIM.



Permaneció en el cargo de Director desde la fecha de la fundación del Instituto del Hierro y del Acero, el 23 de enero de 1947, hasta el 25 de marzo de 1963, fecha en la que, a propuesta de la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva, fue nombrado Director Honorario del Instituto y pasó a ser Asesor Técnico de la Junta de Gobierno del recién fundado CENIM.

En el año 1926 publicó una importante obra, compuesta por tres volúmenes de texto y un atlas de micrografías, que puso orden en el papel de los ensayos sobre hierros, aceros y fundiciones y que en aquellos años fue considerado libro de referencia para quienes desarrollaban su actividad en el campo de los ensayos de productos siderúrgicos.

Terminada la Guerra Civil española fue nombrado sucesivamente Director Técnico de Altos Hornos de Vizcaya, cargo que ocupó durante dieciocho años, Presidente de la Comisión Reguladora de la Producción de Metales, Director de la Comisaría de Material Ferroviario y Subsecretario del Ministerio de Obras Públicas, cargo que llevaba consigo el de Presidente del Consejo de Administración de la RENFE.

En el año 1926 publicó una importante obra, compuesta por tres volúmenes de texto y un atlas de micrografías, que puso orden en el papel de los ensayos sobre hierros, aceros y fundiciones y que en aquellos años fue considerado libro de referencia para quienes desarrollaban su actividad en el campo de los ensayos de productos siderúrgicos.

En el año 1926 publicó una importante obra, compuesta por tres volúmenes de texto y un atlas de micrografías, que puso orden en el papel de los ensayos sobre hierros, aceros y fundiciones y que en aquellos años fue considerado libro de referencia para quienes desarrollaban su actividad en el campo de los ensayos de productos siderúrgicos.

El libro en cuestión se titulaba *Hierros, Aceros y Fundiciones. Ensayos completos* y era un tratado para la realización de análisis químicos y ensayos mecánicos en dichos materiales.

Su actividad y dedicación fueron decisivas en el posterior desarrollo del Instituto del Hierro y del Acero. Gracias a sus acertadas gestiones, a su prestigio personal y al prestigio de que, en el breve tiempo transcurrido desde su creación, logró para el Instituto una gran proyección, tanto nacional como internacional.

Una de las grandes virtudes de D. Agustín Plana fue su gran visión para rodearse de las personas más capaces en cada uno de los campos en que el Instituto desarrollaba sus actividades.

Durante los años que desempeñó el cargo, D. Agustín se hizo querer de todo el personal del Instituto del Hierro y del Acero, sobre todo por su trato cordial y cercano con todo personal.

En su larga vida profesional, fue galardonado con numerosas distinciones tanto civiles como militares, entre las que cabe destacar, la Gran Cruz de la Orden d'Orange-Nassau, la Encomienda de Número de la Orden del Mérito Civil y más tarde con la Gran Cruz de la misma Orden. También se le concedieron la Gran Cruz de Isabel la Católica y las Medallas de Oro de la Ciudad de Zaragoza y de la Provincia de Teruel, así como el Título de Hijo Adoptivo de la Ciudad de Huesca.



D. FRANCISCO BUSTELO VÁZQUEZ

**1º de marzo de 1947/3 de marzo de 1950**

Fue el primer director del Instituto de la Soldadura que actuó con esta denominación.

D. Francisco Bustelo era Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Consejero Delegado de la Sociedad Ibérica del Nitrógeno y de Energías e Industrias Eléctricas Aragonesas e Ingeniero Asesor de SNIACE.

D. MANUEL DE MIRÓ RAMONACHO

**3 de marzo de 1950/1º de noviembre de 1960**

Nació en Barcelona el día 25 de diciembre de 1901. Falleció el día 6 de julio de 1983.

D. Manuel de Miró Ramonacho finalizó sus estudios de Ingeniería en dicha capital en junio de 1924, iniciando seguidamente su vida profesional en actividades relacionadas con las industrias metalúrgica y de comunicaciones, con una innata inclinación hacia los problemas de la soldadura. Se desplazó a París para asistir a los cursos de la Escuela de Altos Estudios de la Soldadura, donde consiguió el correspondiente y nuevo título de Ingeniero en dicha especialidad.



Durante su paso por la industria privada prestó sus servicios como Ingeniero Jefe del Servicio Técnico de Aplicaciones de la Soldadura y sus Técnicas Afines en la Sociedad Española del Oxígeno, así como también, a continuación, el de Director Técnico de la firma Ibérica de Suministros, Instalaciones y Proyectos, S.A. (IBERSIP), donde se creó una importante factoría que se dedicó a la fabricación de gases para soldadura.

Creado el Instituto de la Soldadura fue uno de los primeros funcionarios que ingresó en el mismo, el 20 de febrero de 1947, en el que colaboró en las Secciones de Investigación, Laboratorios y de Enseñanza. Más adelante, desde el 3 de marzo de 1950 al 1º de noviembre de 1960, asumió el cargo de Director del Instituto.

Su participación en la preparación de los planes de estudio para los Cursos de Soldadura tuvo gran importancia. También fue muy destacada su contribución al desarrollo de los mismos, que siempre alcanzaron un gran éxito, tanto los celebrados en el Instituto de la Soldadura como los que se realizaron posteriormente en el CENIM. Durante el tiempo que desempeñó el cargo de Director, el Instituto de la Soldadura consiguió que el Ministerio de Educación Nacional concediese carácter oficial a los Cursos de Alta Especialización en Soldadura.

Desde su creación en Bruselas en 1948, colaboró muy intensamente con el Instituto Internacional de la Soldadura, del que fue miembro de su Comité de Dirección y Vicepresidente y participó como Delegado en diversas Comisiones de Trabajo, como las de *Soldadura con gas*, *Higiene y Seguridad* y *Soldabilidad*, entre otras.

D. Manuel de Miró se jubiló el 31 de enero de 1971.

D. RAMÓN PÁRAMO DÍAZ

**1º de noviembre de 1960/1º de julio de 1963**

D. Ramón Páramo Díaz era Coronel del Cuerpo de Ingenieros de Armamento. Desempeñó el cargo de Vicepresidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto de la Soldadura y fue Director del mismo hasta la disolución de dicho Instituto. A la creación del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas se incorporó a la Organización Central del Patronato Juan de la Cierva en calidad de Adjunto a la Secretaría General.



D. JOSÉ MARÍA SISTIAGA AGUIRRE

**26 de abril de 1963/31 de octubre de 1979**

D. José María Sistiaga Aguirre nació en San Sebastián el día 23 de junio de 1927.

Estudió Ciencias Químicas en la Universidad Complutense de Madrid, donde se licenció en el año 1949 y alcanzó el título de Doctor en 1952.

En 1950 inició su actividad profesional ingresando en calidad de becario en el Instituto de la Soldadura, donde, posteriormente, fue nombrado Colaborador.

En 1951 se trasladó a Alemania con el fin de ampliar estudios y continuar su formación. En Alemania, permaneció tres años y, durante diversos períodos, trabajó en el Institut für Werkstoffkunde und Schweisstechnik, de la Technische Hochschule, de Braunschweig, en el Max Planck Institut für Eisenforschung, de Düsseldorf, y en el Institut für Werkstoffkunde, de la Technische Hochschule, de Hannover. Tuvo como maestros durante su estancia en Alemania a destacados investigadores, como los Profesores Hoffmann y Matting.

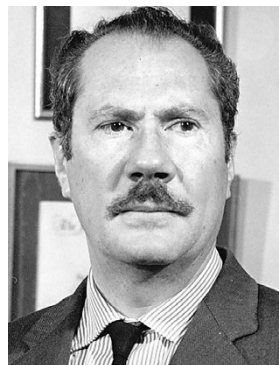
En octubre de 1953 accede a la categoría de Investigador, y en noviembre de 1954 es nombrado Vocal de la Comisión de Investigaciones Metalúrgicas del Patronato Juan de la Cierva.

Posteriormente, en septiembre de 1955, se trasladó a los Estados Unidos de Norteamérica para realizar, bajo la dirección del Prof. G. Sachs, en calidad de *Visiting Profesor*, tareas de investigación en los laboratorios metalúrgicos del Institute for Industrial Research, de la Universidad de Siracusa, en el Estado de Nueva York.

El 2 de enero de 1957, la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva decide la creación de un Departamento de Metales no Férreos, que dependería directamente del Patronato, y al mismo tiempo, acuerda nombrar director del mismo a D. José María Sistiaga Aguirre. Posteriormente, este Departamento fue elevado a la categoría de Instituto y el Sr. Sistiaga fue refrendado en el cargo de director, que continuó desempeñando hasta 1963.

El 26 de abril de 1963, el Consejo Ejecutivo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, a propuesta de la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva, acordó aprobar su nombramiento como Director Técnico, luego Director, del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, nuevo centro de investigación creado para integrar en él al Instituto del Hierro y del Acero, al Instituto de la Soldadura y al Instituto de Metales no Férreos.

Por Decreto de julio de 1964, el Ministerio de Educación Nacional le nombra Consejero de Número del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



En enero de 1967 fue nombrado Subdirector General de Investigación y Cooperación Científica del Ministerio de Educación y Ciencia, y en enero de 1979, Director General de Promoción Industrial y Tecnología del Ministerio de Industria y Energía.

Tras su cese en el Ministerio de Industria, se incorpora a la Organización Central del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, hasta el 1º de julio de 1987, fecha en la que es trasladado de nuevo al Centro Nacional de Investigaciones Científicas como Adjunto a la Dirección del mismo, donde permanece hasta su jubilación el 23 de junio de 1992.

Es autor de numerosas publicaciones científicas en revistas españolas y extranjeras y tiene registradas varias patentes de invención. Le han sido concedidos premios relevantes por sus actividades investigadoras.

Ha sido Miembro de la Junta de Gobierno del Instituto Internacional de la Soldadura, del cual ha sido también Vicepresidente, Delegado de España en el Comité de Investigación Científica de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y Presidente del Consejo del Centro de Investigaciones Técnicas de Guipúzcoa (CEIT).

Está en posesión de la Encomienda con Placa de Alfonso X el Sabio.

D. JOSÉ ANTONIO BONED SOPENA

**31 de octubre de 1979/28 de febrero de 1983**

D. José Antonio Boned Sopena nació en Huesca el 5 de mayo de 1923.

Cursó su Licenciatura en Ciencias Químicas en la Facultad de Ciencias de Zaragoza durante el período 1940-1945.

Hasta febrero de 1947, bajo la dirección del Prof. D. Mariano Claver, fue becario del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Zaragoza, que dirigía el catedrático D. Mariano Tomeo Lacrué, fecha en la que en unas oposiciones a Profesores Auxiliares Numerarios ganó, con el número 1, una plaza para la Cátedra de Física, Química y Termodinámica en Escuelas de Peritos Industriales. Unos meses más tarde, fue trasladado a la Escuela de Madrid por Concurso de Méritos.



El día 26 de mayo de 1947 ingresó en el Instituto del Hierro y del Acero y sucesivamente fue nombrado Ayudante Científico (16 de mayo de 1947), Colaborador (1º de febrero de 1949), Investigador (1º de julio de 1955), Jefe de Sección (1º de enero de 1959). Ya en el CENIM fue Jefe de Departamento (1º de marzo de 1965), Profesor de Investigación (1º de abril de 1971) y Vicedirector (14 de marzo de 1968),

En 1949, siendo ya Colaborador en el Instituto del Hierro y del Acero, trabajó en los Laboratorios de Investigación Metalúrgica en la Facultad de Ciencias de Madrid, dirigidos por el Profesor D. Emilio Jimeno, y en los del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica. Desde esta época se dedicó a especializarse en la preparación de minerales de hierro y en la producción de arrabio.

El 22 de diciembre de 1954 lee su Memoria Doctoral en la Universidad de Madrid, que es calificada con la nota de *Sobresaliente cum Laude* por unanimidad del tribunal juzgador. Se le concede el Premio Extraordinario correspondiente al Curso Académico 1954-1955.

En abril de 1956 fue pensionado durante dos años; en Francia, en el Institute de Recherches de la Sidérurgie (IRSID), donde realizó seis trabajos de investigación, uno de los cuales fue seleccionado y presentado al II Symposium International sur l'Agglomération des Minerais de Fer (París, 1957).

Con fecha 28 de enero de 1974, la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva resuelve nombrar a D. José Antonio Boned Sopena, Director en funciones del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, cargo que desempeñó hasta su cese como Vicedirector del Centro. Posteriormente, el 31 de octubre de 1979, fue nombrado Director. Permaneció en ese puesto hasta el 28 de febrero de 1983.

Durante el período en que fue Director del CENIM se hizo cargo de la reorganización del Centro para adecuarlo a lo que establecía el nuevo Reglamento de Régimen Orgánico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El Sr. Boned Sopena es personalidad conocida en el ámbito científico metalúrgico nacional y extranjero por su participación en numerosos programas de investigación y comisiones técnicas y por ser autor de más de setenta comunicaciones, muchas de las cuales han sido publicadas en *Revista de Metalurgia*, la revista del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

Contribuyó notablemente a la formación y a la puesta en funcionamiento del Consejo Técnico del Centro, órgano constituido, en su mayor parte, por representantes de los sectores industriales metalúrgicos.

En sus casi cuatro años como Director, supo mejorar el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales del CENIM, lo que se plasma en el desarrollo de veinticuatro programas con financiación exterior. Asimismo dedicó sus esfuerzos a reactivar el funcionamiento de las Comisiones Técnicas Industriales.

Superada esta difícil época de transición, presentó la dimisión de su cargo para dar paso a la nueva reestructuración del Centro llevada a cabo por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y se reintegró a sus actividades investigadoras, después de dedicar más de catorce años a tareas directivas en el CENIM, en calidad primero de Vicedirector y, posteriormente, de Director.

Dirigió seis tesis doctorales, cuatro de ellas obtuvieron la calificación de *Sobresaliente cum Laude*, y varias tesis de licenciatura. Ha publicado setenta trabajos de investigación. Seis de ellos fueron distinguidos con distintos premios.

En el año 1963 le fue concedido el, en aquella época, prestigioso premio *Francisco Franco* de Investigación Técnica. En el año 1986, el Premio Emilio Jimeno por su relevante aportación científica y técnica en el campo de la Siderurgia.

Durante el período 1980-1988 fue nombrado Experto y más tarde Asesor de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) (Viena) para el Pacto Andino, con las misiones de colaborar y asesorar en el desarrollo de algunas investigaciones de carácter sidero-metalúrgico llevados a cabo en centros tecnológicos iberoamericanos de Chile, Venezuela y en el Instituto Tecnológico Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), de Lima, en el que intervino, además, en su nueva planificación de actividades. También estableció colaboraciones en investigaciones de mutuo interés en el área de la preparación de minerales de hierro y metalurgia primaria con centros como el Instituto Argentino de Siderurgia (IAS), el Instituto Mexicano de Investigación Siderúrgica (IMIS), el Instituto Brasileiro de Investigaciones Tecnológicas. Trabajó también en proyectos conjuntos del CENIM con el Instituto Argentino de Siderurgia y con INBEMI. También mantuvo contactos con la empresa venezolana Siderúrgica del Orinoco (SIDOR).

Finalmente, en sus cuatro últimos años de actividad, desde 1985 hasta 1988, participó en el CENIM en distintas colaboraciones con el IRSID francés, el CRM belga, el VdEH alemán, el CSM italiano y el Corus del Reino Unido, en cuatro proyectos de investigación cofinanciados por el Programa Acero, de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero.

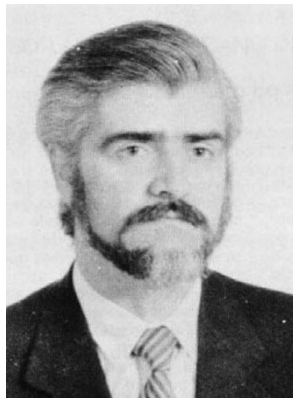
Terminó su actividad dirigiendo un nuevo proyecto, insertado en el apartado de Plantas Piloto de Investigación. Este proyecto estaba basado en una idea y desarrollo novedosos de un proceso de peletización de minerales de hierro en el que participaron, junto al Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, la Empresa Nacional Aceralia y la Siderurgia Nacional de Portugal. El proyecto terminó con éxito y dio lugar a una patente, siendo aprobado y publicado por el Directoriado General XII, Ciencia, Investigación y Desarrollo, Comité Ejecutivo B. Reducción de Mineral de Hierro.



D. ALFONSO J. VÁZQUEZ VAAMONDE

**1º de marzo de 1983/31 de septiembre de 1987**

D. Alfonso J. Vázquez Vaamonde nació en Vivero (Lugo), en 1939. Obtuvo los títulos de Bachiller en el Instituto de Orense (1955), de Licenciado en Ciencias, Sección de Químicas, en la Universidad de Santiago de Compostela (1961) y de doctor en Química Industrial en la Universidad Complutense de Madrid (UCM) (1972). Es diplomado en Gestión de la Investigación, UAH-OGEINAP (1983), en Comunidades Europeas, MAE-ED (1986) y en Creación de Empresas de la UCM (2003).



Fue Profesor de Física y Química en los Institutos Nacionales de Bachillerato *Cardenal Cisneros* y *Beatriz Galindo* de Madrid (1961-63), Becario honorífico del Instituto Alonso Barba del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (1963-1966), de las Fundaciones Segundo Gil Dávila (1965) y Juan March (1966) y Profesor Ayudante de Química General e Ingeniería Química de la UCM (1963-1967). El Prof. Costa Novella, de ese Departamento, dirigió su Tesis Doctoral sobre *Cinética Catalítica en Fase Vapor en Lecho Fluidizado*, con la que obtuvo la calificación de *Sobresaliente cum laude*. Durante 1969-1970, fue Ingeniero de Proceso en Procospain, S. L.

En 1967, se incorporó al CSIC en el Departamento de Fundición y Procesos del CENIM, donde creó el Laboratorio de Investigación en Galvanización por Inmersión en Caliente, dentro del plan de fomento de la relación investigación-industria para apoyo al sector del zinc y de la galvanización promovido por su Director, Prof. Sistiaga Aguirre.

De 1983 a 1987 fue Director del CENIM. En ese período, logró recuperar la financiación de Tasas y Exacciones Parafiscales en beneficio del Centro. Gracias a ello, fue posible que, en 1986, tras incorporarse España a la Unión Europea, el CENIM fuera el Centro de Investigación que logró presentar más proyectos y obtener más recursos de la Unión Europea de toda España.

Fue representante de España en el Comité Técnico de Corrosión de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero.

Consiguió aumentar la plantilla de investigadores a la máxima de toda la historia del CENIM y bajo su impulso se relanzó la actividad docente propia, promoviendo la realización de tres Cursos de Alta Especialización en Soldadura, que sirven para calificar a los Titulados Superiores para el diseño de estructuras soldadas.

En la actualidad es Profesor de Investigación (1987) en el Departamento de Corrosión y Protección del CENIM.

Obtuvo el Premio de UERT por su Proyecto de Doctorado en Química Industrial, *Planta de Galvanización en Caliente* (1972), de la Diputa-

ción de Pontevedra, en Arqueometalurgia (1983), por su trabajo sobre *Estudio arqueometalúrgico del hallazgo de hachas de bronce en Samieira* y el *Silver Pin* de la European General Galvanizers Association (EGGA) (1986) por su «gran contribución al desarrollo científico de la galvanización en caliente».

Es Presidente del Comité de I+D de la Asociación Técnica Española de Galvanización, (1984) y del comité de R&D de la EGGA desde esa fecha.

Miembro de la Asociación Nacional y del Colegio de Químicos, ha sido miembro activo de sus Juntas y de la Revista *Química e Industria*, de la que es activo colaborador en temas profesionales y de difusión de la Química; de *Metalurgia y Electricidad* y de *Materials and Design* de cuyo Comité Editorial es miembro.

Propuso la creación de la Sociedad Española de Materiales (1965) y fue Secretario del Comité fundacional y de su primera Junta de Gobierno (1968). De 2001-2007 fue Presidente de la Sociedad, de cuya Junta directiva sigue siendo miembro. En este período, aumentó la frecuencia de su Congreso Nacional de trienal a bienal. Propuso la incorporación de la Sociedad a la Federación Europea de Sociedades de Materiales, FEMS (1988), y fue miembro de su Asamblea. Ha fundado la Asociación Federal de Sociedades Iberoamericana de Materiales (2006), de la que es Presidente, con el objetivo de fomentar las relaciones internacionales en materiales e integrarlas en la FEMS.

Como Presidente de la Asociación de Personal Investigador del CSIC (1986-2006) mantuvo una activa política editorial y de información, organizando varias reuniones, internacionales en colaboración con la World Federation of Scientific Workers (WFSW), y nacionales en temas relacionados con la I+D y con el futuro del CSIC.

Ha destacado por su defensa de los derechos de los investigadores (precarios), de su dignidad investigadora y de la condición laboral de los Titulados Superiores becarios de investigación, asunto sobre el que pronunció numerosas conferencias. Esta labor la ha continuado a través de la Sección Sindical del CSIC de ASI-Federación SAP, de la que es Presidente, en su condición de representante sindical ante el CSIC y ante el Ministerio de Educación y Ciencia.

Además de su actividad docente y su experiencia industrial anterior y contemporánea con su trabajo como investigador, su trabajo fundamental ha sido en el ámbito de la investigación y desarrollo tecnológicos.

Tras la creación en 1967 del Laboratorio de Galvanización por Inmersión en Caliente del CENIM, el laboratorio fue designado por el Ministerio de Industria para la homologación nacional e internacional de materiales galvanizados (1985). Finalmente, logró su acreditación por ENAC y es el único Laboratorio de Ensayos de materiales Galvanizados en Caliente de España (2002), del que es actual Responsable de Calidad.

Su actividad investigadora se refleja en más de un centenar de trabajos de investigación relativos a distintos aspectos del proceso de galvanización y del material galvanizado, tales como los estudios sobre la reactividad Sandelin, ahorro energético, disminución de la contaminación del

medio ambiente por reducción de residuos producidos en distintas etapas del proceso, desarrollo tecnológico, etc.

Dirigió la tesis doctoral del Prof. Damborenea sobre *Inhibidores de Baños de Decapado*, el cual, tras su incorporación al CENIM, ha desarrollado una excelente labor investigadora en el campo de la Corrosión y Protección.

Es autor de varias patentes y de más de dos centenares de informes técnicos internacionales, nacionales, peritajes judiciales, etc. Ha dado varios cursos sobre Galvanización en España y América y pronunciado numerosas conferencias en esta línea sobre diseño de plantas, diseño de productos, corrosión y protección de materiales galvanizados, etc.

Inició los primeros estudios en España sobre protección de las armaduras de acero mediante galvanización en caliente en colaboración con el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. Esta línea se desarrolló en colaboración con Doña María del Carmen Andrade, con la que ha publicado varios trabajos, la cual, luego, incorporada ya al Instituto, la desarrollaría con notable eficiencia y calidad.

Sobre recuperación de residuos destacan sus trabajos con el Prof. Mymrim, de la Universidad de Moscú, realizados durante su estancia en el CENIM dentro del Plan de Movilidad con científicos de Europa del Este. Se ha conseguido la recuperación y reutilización, como material de construcción, de residuos de barrojos de la industria del aluminio, de jarositas de la industria del zinc, de piritas, de arenas de fundición, de polvo de acería y de escorias de horno eléctrico y horno alto, que han sido objeto de patente.

En el campo del empleo de altas densidades energéticas, publicó algunos trabajos sobre modificación de la superficie de los materiales metálicos con láser (1986) con el Prof. Damborenea en colaboración con el Imperial College. De ahí surgió su idea de crear una nueva línea de trabajo, pionera en España: la aplicación de la Energía Solar Concentrada (ESC) a la modificación de la superficie de los materiales metálicos (1987).

Iniciada en colaboración con la Plataforma Solar de Almería (PSA), CIEMAT, que poseía las instalaciones adecuadas, dirigió el primer proyecto internacional realizado en España sobre ese tema, con financiación de la UE. El interés de esta línea llevó a la PSA a incorporarla como una línea propia en su plan de actividades, con gran éxito.

También ha realizado trabajos en el Horno Solar de Odeillo, CNRS, en Francia y dentro del marco del programa INCO-COPERNICUS con el Instituto Physics Sun de Tashkent, Uzbekistán, y el Instituto Superior Técnico de Lisboa; éste también ha iniciado esta línea de trabajo con una instalación similar a la desarrollada en el CENIM.

Dentro del convenio de colaboración CENIM-PSA para el desarrollo de la ESC destaca sobre otros trabajos, objeto de numerosas publicaciones, el diseño, construcción y puesta a punto de un horno de lecho fluidizado calentado con ESC. En él, se han desarrollado varios trabajos sobre tratamiento térmicos de materiales metálicos, tratamiento de residuos y en diversos procesos químico-metalúrgicos. En la actualidad, esa instalación es utilizada por otros grupos de investigación nacionales y extranjeros.

Asimismo ha creado en el CENIM un Laboratorio de Energía Solar donde hay distintos equipos de concentración, según desarrollo propio y en colaboración con empresas españolas.

Dirigió la primera tesis doctoral en España sobre aplicaciones metalúrgicas de la ESC, *Tratamientos térmicos de aceros mediante ESC* a la Doña G.P. Rodríguez, hoy Profesora en la Universidad de Castilla La Mancha (UCLM), que ha creado un grupo de trabajo muy activo en esta línea. Fruto de una colaboración triangular UCLM-Horno Solar de Odeillo-CENIM, ha trabajado en aleación superficial, *cladding*, de acero inoxidable sobre acero común, etc.

Entre otros trabajos sobre modificación de superficies, se pueden mencionar los de nitruración de aleaciones de titanio con ESC; fabricación de materiales compuestos galvanizados; de *Obtención de Diamante a partir de Acetileno*, que fue la Tesis del Dr. García y de *Obtención de Intermetálicos de AlNi con ESC asistida por SHS*, que fue la Tesis de la Dra. Sierra, que obtuvo un premio de AITEMIN. Actualmente está dirigiendo otra Tesis al Lic. Usero sobre *Mejora de las características tribológicas de intermetálicos AlNi adicionados con polvo de WC*. En este campo de la ESC aplicada a la modificación de la superficie de materiales metálicos, ha pronunciado numerosas conferencias en todo el mundo dentro de congresos y como Profesor invitado.

Organizó el primer curso de Ciencia e Ingeniería de la Superficie de los Materiales Metálicos y de la Corrosión, que hoy está ya en su décima edición y ha sido co-editor y co-autor de varios libros sobre corrosión publicados por la editorial del CSIC y sobre Arqueometalurgia.

En el campo de la difusión de la ciencia destacan sus varios artículos y participaciones en Congresos, como los presentados en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia celebrado en Granada (1999); en la sección *La Química es Vida*, que publica mensualmente en *Química e Industria* desde hace varios años; en la participación en cursos de actualización y formación de profesorado de INBs; en el Maratón sobre Materiales organizado por el Museo de Ciencia y Tecnología; en la Feria de la Ciencia; en colaboración con una ONG para la difusión de la ciencia mediante conferencias en centros penitenciarios.

Ha desarrollado, en colaboración con distintos INBs de la Comunidad de Madrid, un proyecto interno para el de Fomento de Vocaciones Científicas entre estudiantes del último curso de Bachillerato que se han concretado en diversos trabajos, alguno de los cuales le ha valido un premio a alguno de esos alumnos en Certámenes nacionales.

D. MIGUEL PEDRO DE ANDRÉS SANZ

**1º de octubre de 1987/27 de julio de 1992**

Nació en Cantalejo (Segovia) el 18 de enero de 1926. Falleció en Madrid el 24 de septiembre de 1994.

D. Miguel Pedro de Andrés Sanz finalizó sus estudios de Licenciatura en Ciencias Químicas en la Universidad de Valladolid y se doctoró en la Universidad Complutense de Madrid en 1952. Asimismo, alcanzó el grado de Doctor Ingeniero por la Escuela Técnica Superior de Aquisgrán (Alemania).

El 1º de septiembre de 1952 ingresó, con la categoría de Colaborador en el Instituto del Hierro y del Acero. El 1º de enero de 1957 fue nombrado Investigador.

El día 1º de junio de 1960, para cumplimentar el acuerdo de la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato Juan de la Cierva, tomado durante su reunión de 21 de mayo de 1960, la dirección del Instituto del Hierro y del Acero designó al Sr. De Andrés Jefe de la Sección de Tratamientos Térmicos y Ensayos Mecánicos. Posteriormente, con ocasión de la integración de los antiguos institutos que conformaron el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, esta Sección se desglosó en dos: Tratamientos Térmicos y Ensayos Mecánicos, la Jefatura de la primera le fue confiada al Sr. de Andrés. El 1º de marzo de 1965, tras la reorganización del Centro, fue nombrado Jefe del Departamento de Procesos Metalúrgicos y Fundición.

Con ocasión de la creación del Gabinete Técnico del CENIM, el 23 de mayo de 1966, se le designa miembro del mismo.

En 1971, con efectividad a partir del día 1º de abril, es nombrado Profesor de Investigación.

En 1980, tras una nueva reestructuración, la Junta de Instituto del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas le nombró Jefe de la Unidad Estructural de Investigación Metalurgia de Transformación y Soldadura.

Desempeñó el cargo de Director del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas desde el 1º de octubre de 1987 hasta la fecha de su jubilación el 18 de enero de 1991. Sin embargo, una vez jubilado firmó un contrato con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas para continuar como director hasta cumplir los cuatro años para los que había sido elegido.

Fue becado por la Max-Planck Gesellschaft y por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para permanecer durante un período de seis años en el Max-Planck Institut für Eisenforschung, de Düsseldorf, y en el Institut für Härtereitechnik, de Bremen. Durante estos años, amplió sus estudios de Metalurgia en la Technische Hochschule, de Aquisgrán, donde se graduó en Minería y Metalurgia y, en 1961, en la misma Universidad, alcanzó el grado de Doctor en Ingeniería de Materiales.



Formó parte del Grupo de Expertos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y fue Miembro de prestigiosas asociaciones tanto nacionales como internacionales, como la Verein Deutscher Ingenieure, del International Group on Wear of Engineering Materials y representante de España en la Association Internationale de Traitement Thermique des Matériaux, en la Verein Deutscher Eisenhüttenleute y en la Internationaler Verband für die Wärmebehandlung des Werkstoffe.

Su experiencia en el campo científico le condujo a implicarse en diferentes actividades de investigación y desarrollo tecnológico en el sector industrial del acero, desempeñando desde 1966 a 1968 la Dirección Técnica de Fundiciones Echevarría, S.A., de Beasaín (Guipúzcoa).

Durante algún tiempo, desarrolló sus actividades profesionales en la industria privada sucesivamente como Jefe de Fabricación de Acero en Talleres de fundición Gabilondo, S.A. (Valladolid) y Director Técnico de Fundiciones Echevarría, S.A. de Beasaín (Guipúzcoa).

Durante los dos primeros decenios de su vida profesional, simultaneó sus actividades de investigación con la docencia universitaria, colaborando con las Universidades de Valladolid y Complutense de Madrid. Posteriormente, fuera ya del entorno de la Universidad, mantuvo su vocación docente impartiendo numerosos cursos, participando en seminarios y pronunciando conferencias de su especialidad.

Representó a la CAICYT en las Asociaciones de Investigación de Fundición y Cubertería, y fue Miembro del Comité Científico Internacional sobre Tribología y Presidente del Grupo Español de Tribología.

Publicó 150 trabajos de investigación, 30 de los cuales fueron incluidos en revistas extranjeras, y varias monografías técnicas. Registró cinco patentes de invención y dirigió siete tesis doctorales. Asimismo, realizó numerosos trabajos de asistencia técnica y dirigió numerosos programas de investigación, como Investigador Principal, con la industria de automoción.

Fue nombrado Investigador Principal en diversos proyectos de investigación, en las programaciones de los períodos 1981-1984 y 1985-1987, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y dirigió el equipo sobre Tratamientos Termomecánicos del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

Impartió Cursos Monográficos en las Universidades de Madrid, Barcelona y Bilbao. Fue Profesor de la disciplina Procesos Metalúrgicos, en la Universidad de Madrid y en el Instituto Católico de Artes e Industrias (ICAI) en la asignatura Fundición y Procesos.

Por sus trabajos de investigación en el campo de la Metalurgia recibió en cuatro ocasiones el Premio Manuel Torrado Varela, de la Asociación Técnica Española de Estudios Metalúrgicos (ATEEM) y en una ocasión el Premio Colada, por la Asociación Española de Fundición.

Desde 1980 fue representante de la Comisión Científica y de la Junta de Gobierno del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Esta etapa, dedicada a la organización y gestión de la actividad científica del organismo, finalizó el 1º de octubre de 1987, fecha en la que fue nombrado Director del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

D. JOSÉ LUIS ÁLVAREZ RIVAS

**1º de agosto de 1992/17 de mayo de 1996**

D. José Luis Álvarez Rivas nació en Madrid el día 14 de febrero de 1935. Se licenció en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid en 1958 y alcanzó el grado de Doctor por la misma Universidad en 1963.

En 1958, tras licenciarse en la Universidad ingresó, en calidad de becario, en la Junta de Energía Nuclear (JEN), en la actualidad Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) para trabajar en un grupo recién creado para estudiar la Física del Plasma. En 1960 fue nombrado Colaborador Auxiliar de Investigación y en 1966, Colaborador de Investigación.



Desde 1965 a 1967 se trasladó a los Estados Unidos de América donde actuó como Investigador Asociado en el Departamento de Física del Laboratorio Nacional de Brookhaven.

En 1970 realizó una estancia de tres meses en el Centro Internacional de Física Teórica de Trieste (Italia) para estudiar los defectos en sólidos.

Desde 1973 a 1987 fue nombrado sucesivamente en la JEN, Jefe de Grupo y posteriormente de Sección de Estado Sólido y más tarde Jefe de la División de Física.

También fue miembro de diversos organismos en la Agencia Europea para la Energía Atómica (EURATOM), en la que formó parte del Comité Consultivo del Programa de Fusión, del Consejo del JET, del Comité de Gestión de la Tecnología de Fusión y del Comité de Programación del Programa de Fusión.

A principios de 1992 fue llamado para formar parte de un Comité que debía evaluar la actividad investigadora del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Más tarde, el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas le encargó la tarea de reorganizar nuestro Centro. En el mes de julio de ese mismo año fue nombrado Director del CENIM, cargo que desempeñó hasta el momento de su fallecimiento en mayo de 1996.

Fue Investigador Principal en numerosos proyectos de investigación y como único autor o en colaboración publicó numerosos trabajos en las más prestigiosas revistas de todo el mundo.

D. ANTONIO FORMOSO PREGO

**1º de octubre de 1996/30 de noviembre de 2000**

D. Antonio Formoso Prego nació en La Coruña el 25 de agosto de 1933.

Se licenció en Ciencias Químicas, en la especialidad de Química Industrial, en la Universidad Complutense de Madrid. Su tesis doctoral, que fue realizada en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y en la Cátedra de Química Industrial de la misma Universidad bajo la dirección del Catedrático D. Ángel Vián Ortuño, trató sobre *El aumento en el rendimiento y productividad en el horno alto* y fue calificada con la nota de *Sobresaliente cum Laude* en enero de 1972.



Fue becario del Patronato Juan de la Cierva desde el 1º de febrero de 1962 hasta el 30 de junio de 1965 y simultáneamente Profesor Ayudante de la Cátedra de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias Químicas desde el 1º de octubre de 1962 hasta el 30 de junio de 1965.

La carrera profesional del Dr. Formoso se extendió durante un período de 42 años, durante los cuales desarrolló actividades académicas y de investigación en el campo metalúrgico, especialmente en áreas relacionadas con la siderurgia y el medio ambiente.

Ingresó en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas el 1º de julio de 1965 como Colaborador de 2ª, ascendiendo a Colaborador de 1ª en septiembre de 1967. En septiembre de 1972 alcanzó, mediante un Concurso Oposición, la categoría de Investigador Científico, y desde 1982 a 1994 fue Jefe del Departamento de Siderurgia.

A principios de 1987 fue nombrado, por el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vicedirector del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, cargo que desempeñó simultáneamente con el de Jefe del Departamento de Siderurgia.

Desde abril de 1994 hasta octubre de 1996, con motivo de una reestructuración del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, se hizo cargo de la jefatura del Departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales.

En noviembre de 1996 fue nombrado por el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas Director del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas puesto que ocupó durante cuatro años, desde el 1º de octubre de 1996 hasta el 30 de noviembre de 2000.

Dirigió más de 40 proyectos de investigación, tanto nacionales como internacionales, financiados por la Unión Europea (BRITE-EURAM, ECSS-CECA, ONUDI, etc.), por organismos nacionales (CDTI, CAICYT, etc.) y por contratos con empresas públicas y privadas del sector minero-



metalúrgico. Gran parte de las investigaciones realizadas en los distintos proyectos han sido transferidas a la industria, dando lugar a numerosas patentes de aplicación industrial.

Desempeñó numerosos cargos de carácter nacional e internacional, en este caso representando a España, entre otros en los siguientes organismos europeos: miembro del International Iron and Steel Institute (1996-2000), European Blast Furnace Committee (1985-2001), Steel Research Executive Committee (1986-1989), Commission Européenne de L'Energie (1995-1997). Fue miembro de varios Working Groups del sector siderúrgico europeo y miembro de número del Institute of Materials. También fue Presidente del Comité Español de Horno Alto, del Comité de Combustibles e Inyecciones y del Comité de Aglomeración (1984-1996). Asimismo fue miembro fundador del Comité Español de Tecnología en la Industria Siderúrgica (1985-2001), miembro del Comité Español de Tecnología Siderúrgica, de la Asociación Española para la Calidad (1992-2001).

Ha actuado como representante español en los Comités Científicos y Ejecutivos de cuatro Congresos Siderúrgicos Europeos. También ha sido Presidente de los Comités Organizadores de varios congresos metalúrgicos españoles y miembro de los Consejos Asesores de varias revistas metalúrgicas españolas.

También ha sido Evaluador Experto, externo e independiente, del VI Programa Marco de la Unión Europea para el Programa Research Fund for Coal and Steel (RFCS).

Ha sido Consultor de ONUDI para diferentes proyectos de I+D en Latinoamérica e investigador visitante en más de 30 centros de investigación metalúrgica en distintos países.

Es autor de ocho patentes de aplicación industrial, autor y coautor de más de 40 libros y monografías, uno de ellos en su 13ª edición y autor de unos 130 artículos incluidos en Actas de Congresos nacionales e internacionales y coautor de más de 90 artículos publicados en revistas nacionales y extranjeras de alto nivel. Ha dirigido también cinco tesis doctorales en diferentes universidades españolas, una de las cuales ha recibido la distinción de alcanzar el Premio Extraordinario (1995) de la Universidad de Oviedo.

El Sr. Formoso se jubiló el 24 de agosto de 2003.

D. MANUEL MORCILLO LINARES

**2 de noviembre de 2000**

Nació en Madrid el día 30 de octubre de 1948.

Se licenció en Ciencias Químicas, Especialidad Metalurgia, en la Universidad Complutense de Madrid en 1970 y se doctoró en la misma Universidad en 1974. Se especializó en temas relacionados con la corrosión en ambientes naturales y en la protección contra ese fenómeno mediante recubrimientos.

Se incorporó al Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM), en el Departamento de Corrosión y Protección, como Becario Honorífico en 1969. Superó sucesivamente las oposiciones para Colaborador Científico (1973), Investigador Científico (1981) y Profesor de Investigación (1990) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

De 1990 a 1996 desempeñó el cargo de Jefe del Departamento de Corrosión y Protección y, posteriormente, entre 1998 y 2000 el de Jefe del Departamento de Ingeniería de Materiales, Degradación y Durabilidad. Ha realizado estancias en diversos centros de investigación: International Nickel Co. Ltd. (R.U., 1970), SSPC/Carnegie-Mellon Institute of Research (EE.UU., 1997), Dirección General de Asesoramiento Técnico (Argentina, 1981), Forschungsinstitut für Pigment und Lacke (Alemania, 1987), G.V. Akimov's State Research Institute for the Protection of Materials (Checoslovaquia, 1988) e Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (Perú, 1989).

Ha publicado numerosos artículos científicos en revistas nacionales y extranjeras y ha sido coeditor de diversos libros y autor de capítulos en obras colectivas nacionales y extranjeras.

Ha dirigido quince tesis doctorales y presentado numerosas ponencias en Congresos Nacionales e Internacionales. Asimismo, ha participado como investigador principal en proyectos de investigación financiados por la Unión Europea, por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología (CYTED), por el Plan Nacional, por el Plan Regional de la Comunidad de Madrid y por empresas privadas nacionales y extranjeras, actuando como Coordinador Internacional en varios de ellos.

También ha dirigido proyectos de investigación en Convenios con instituciones de Argentina, Cuba, Italia, Portugal, Reino Unido y República Checa.

En lo que se refiere a relaciones internacionales, ha representado a España en el Comité Internacional Permanente para la Investigación sobre la Preservación de Materiales en Medio Marino (COIPM) y en el Comité Ejecutivo F2 Corrosion and Surface Protection, de la European



Coal and Steel Community (UE), delegado español en la Federación Europea de la Corrosión y representante del CENIM en el Consejo de Pintado de Estructuras de Acero (SSPC), de los Estados Unidos y Asesor de Corrosión y Protección de UNIDO y del GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Alemania).

Ha sido Presidente de la Asociación Iberoamericana de Corrosión y Protección y Presidente de la Sección Técnica de Corrosión y Protección de la Asociación Nacional de Químicos de España (Delegación Centro). En la actualidad es Vicepresidente del International Corrosion Council (ICC), miembro del Comité TGS5 (Finishing and Coating), del Research Fund for Coal and Steel (RFCS), antigua Comunidad Económica del Carbón y del Acero (CECA), miembro del Grupo de Trabajo *Coatings* de la Federación Europea de la Corrosión y Miembro del Grupo Español Especializado de Electroquímica, de la Real Sociedad Española de Química. Ha sido Presidente de la Comisión Técnica 112 del Instituto de Racionalización y Normalización (IRANOR). En la actualidad, es miembro de Comités de Normalización de la Asociación Española de Normalización (AENOR, CTN 48) y de la International Standards Organization (ISO, TC35 y TC156).

Ha sido Evaluador de Proyectos europeos (CECA, BRITE-EURAM y RFCS) y proyectos nacionales (CDTI, CICYT, SPIRIT y CM), así como evaluador de artículos científicos en diversas revistas de la especialidad.

Ha sido Redactor-Jefe y miembro del Comité Editorial de *Revista Iberoamericana de Corrosión y Protección* y *Contributing Editor* de la revista *Protective Coatings Europe*, miembro del Comité Editorial de las revistas *Corrosion Reviews* (Israel), *Arbor* (CSIC, España) y *Corrosión y Protección* (Perú). Es, en la actualidad, miembro del Consejo de Redacción de *Revista de Metalurgia* (CENIM), colaborador habitual de la revista *Corrosão e Protecção de Materiais* (Portugal) y *Afinidad* (España) y miembro del Comité Editorial de la revista *Progress in Organic Coatings* (Elsevier).

Ha obtenido diversos premios por trabajos científicos publicados en las revistas *Journal of Coatings Technology* (EE.UU., 1989), *Revista Iberoamericana de Corrosión y Protección* (1992), *Journal of Protective Coatings and Linings* (EE. UU., 1994, 1998 y 2003), así como distinciones de la Asociación Española de Técnicos de Pinturas y Adhesivos (1994), *NACE International* (EE. UU., 1995), este último por sus contribuciones científicas al campo de la corrosión atmosférica y por promover la cooperación internacional en este campo, y el Edward Greco (2002) otorgado por el International Corrosion Council.



## ASAMBLEAS

Desde su creación en el año 1963, el CENIM, al igual que sus predecesores, los Institutos del Hierro y del Acero, de la Soldadura y de Metales no Férreos, ha tenido como una de sus principales preocupaciones mantener el contacto más directo posible con sus miembros, a los que siempre ha destinado sus esfuerzos.

La actividad del CENIM tiene dos vertientes principales. Una de ellas es la investigación al más alto nivel, en tanto que la otra tiene como finalidad ayudar a resolver los problemas que se le plantean a la industria, y que ésta, por no disponer de los medios adecuados para el estudio de los mismos, no puede afrontar. En estas circunstancias, es preciso mantener canales permanentemente abiertos para establecer la comunicación más fluida posible con los industriales a quienes se les plantean esos problemas, que están interesados en comprobar los resultados de algún innovador método de producción o que precisan asesoramiento en cualquier materia relacionada con las competencias del CENIM.

Por otra parte, el CENIM ha establecido otros procedimientos para que estos contactos con quienes participan de su actividad se realicen de forma más solemne, más formal. Se trata de las Asambleas Generales, que normalmente se organizan cada cuatro años y en las que se presentan los resultados del trabajo llevado a cabo en ese período por los distintos Departamentos, Unidades o Secciones del Centro, y de los Congresos, que se suelen dedicar a temas monográficos.

La historia de las Asambleas y Congresos organizados por el CENIM viene de antiguo. Sus antecesores, los ya mencionados Institutos del Hierro y del Acero, y el de la Soldadura, celebraron sus primeras Asambleas hace ya muchos años. El Instituto de Metales no Férreos, dado lo breve de su existencia, no tuvo tiempo de organizar ninguna Asamblea.

**ASAMBLEAS Y REUNIONES DEL INSTITUTO DE LA SOLDADURA**

Además de las Asambleas Generales que el Instituto de la Soldadura celebraba cada cuatro años aproximadamente y cuya organización estaba abierta a la participación de técnicos e investigadores aunque no fuesen Miembros, el Instituto también organizaba todos los años, conforme al artículo 10 del Reglamento que regía las actuaciones del Instituto, unas denominadas Juntas Anuales dirigidas exclusivamente a quienes estuviesen vinculados al mismo. En ellas, además de la presentación de la evolución de los trabajos de investigación que se llevaban a cabo en sus talleres y laboratorios, se daba cuenta de todas las vicisitudes por las que, en el curso del año transcurrido, había pasado el Instituto desde todos los puntos de vista, tanto científicos, como técnicos y aun sociales. Asimismo, se informaba a los Miembros de la programación para el año siguiente, que posteriormente se sometía a su aprobación.

El Instituto de la Soldadura celebró todos los años, ininterrumpidamente, dichas Reuniones, excepto el año 1956 en que España, a través del Instituto, recibió el encargo de organizar la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura. Esta institución, que acogía a las asociaciones nacionales dedicadas a esta actividad industrial, había sido creada en 1948 y el Instituto de la Soldadura era miembro fundador y representante español ante la misma.

Durante los primeros años de existencia del Instituto de la Soldadura, las Reuniones con los Miembros se celebraron en Madrid.

A partir de 1957, el Instituto, para facilitar la participación de los sectores nacionales dedicados a actividades relacionadas con la soldadura, decidió celebrar sus reuniones en aquellos lugares del país más implicados en dichas actividades.

Así, la Reunión correspondiente al año 1957 se celebró en Barcelona, en los locales de la Delegación del Instituto en la Ciudad Condal y la de 1958, en los de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de Bilbao.

Como se apuntaba anteriormente, el Instituto de la Soldadura debía celebrar también, cada cuatro años aproximadamente, una Asamblea General a la que, además de a los Miembros del Instituto, se invitase a participar a los especialistas, tanto españoles como extranjeros, que desarrollasen su actividad profesional en cualquiera de los campos de la soldadura o de las técnicas afines para discutir los problemas relacionados con esta técnica de unión o de cualquier aspecto técnico relativo a la misma.

A continuación, se incluye una reseña de dichas Asambleas.

**I Asamblea**

*Madrid, 18-25 de octubre de 1948*

La primera de las Asambleas celebradas por el Instituto de la Soldadura, se denominó Asamblea Anual y se celebró en Madrid entre los días 18 y 25 de octubre de 1948.

Las sesiones se celebraron en los locales del Instituto Alonso Barba, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Como Presidente actuó el del Consejo de Administración del Instituto, D. José Rubí y Rubí, quien estuvo acompañado por el Director, D. Francisco Bustelo Vázquez, por varios Vocales del citado Consejo y por el Secretario del mismo, D. Edmundo Núñez Limón.

Para inaugurar la Asamblea, tomó la palabra el Sr. Rubí, quien dio cuenta de las vicisitudes por las que hubo que pasar para llegar a la creación del Instituto. También se refirió a los proyectos para el futuro.

A continuación, el Director del Instituto, Sr. Bustelo Vázquez, resumió la labor realizada desde que en febrero de 1946, el Patronato Juan de la Cierva acordase su creación y en marzo de 1947 fuesen nombrados los primeros colaboradores y funcionarios.

También explicó la estructura adoptada por el Instituto para llevar a cabo su misión y destacó la atención que se había dedicado a establecer relaciones con las instituciones afines de los países más industrializados y, sobre todo, la participación del Instituto en la creación del Instituto Internacional de Soldadura y su adhesión al mismo en calidad de miembro fundador.

Seguidamente intervino el Sr. Martínez Hernández, de la importante firma del sector Autógena Martínez S.A., quien puso de manifiesto su condición de antiguo obrero soldador y de decano de la soldadura autógena en España. Asimismo, recordó que había sido el fundador de la primera revista sobre esta materia que se publicó en España y añadió que había sido también el primer director de la primera escuela para la difusión de la soldadura que se fundó en España.

Terminó animando a las autoridades del Instituto para que lo antes posible decidiesen la publicación de una revista que sirviese de ayuda a todos los interesados en cualquier materia relacionada con la soldadura.

A continuación, el Sr. Penche Felgueroso, de Talleres Unión, pidió al Director del Instituto que tan pronto como estuviesen montados los laboratorios, se comunicara a los miembros, para que quienes estuviesen interesados pudiesen utilizarlos. También resaltó la importancia de disponer de una buena sección de información bibliográfica.

Asimismo, adelantó que el laboratorio de rayos X estaría en condiciones de utilización a los pocos días de concluir la Asamblea.

Las Sesiones Técnicas programadas para esta I Asamblea del Instituto de la Soldadura fueron las siguientes: Soldabilidad de los Aceros, Tensiones Residuales, Enseñanza de la Soldadura, Electrodo y su Clasificación y Aplicaciones de la Soldadura. A todas ellas, se presentaron trabajos que fueron expuestos por sus autores.

En la Sesión dedicada a la Soldabilidad de los Aceros, D. Manuel de Miró Ramonacho, Jefe de la Sección de Investigación y Laboratorios del Instituto, presentó un trabajo titulado *Soldabilidad de los metales*. A continuación el Sr. Badías Aznar, Consejero Director de Tranvías de Alicante, leyó su trabajo *La soldabilidad de los aceros de construcción y su ley en carbono*.

Seguidamente, el Director del Instituto, Sr. Bustelo Vázquez, presentó un resumen de los más recientes trabajos ingleses y norteamericanos sobre ductilidad y temperaturas de transición de los aceros.

En la sesión dedicada a Tensiones Residuales, el Sr. De Miró Ramonacho presentó una ponencia en la que se refirió al estudio y determinación de las tensiones internas que se desarrollan en las construcciones soldadas.

En lo que se refiere a la sesión dedicada a Enseñanza de la Soldadura, el Sr. De Miró Ramonacho, Jefe Interino de la Sección de Enseñanza del Instituto, resumió la labor y los programas desarrollados con motivo del I Curso de Especialización en Soldadura para Técnicos, que se había celebrado en Madrid del 10 de mayo al 10 de julio de 1948 en los locales cedidos por la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid. En dicho Curso habían colaborado como profesores los Sres. Pottecher, Rodríguez Avial, Moral Martínez y Díez Torres, colaborador del Instituto. Posteriormente, se había celebrado el segundo de estos Cursos y se estaba organizando el tercero, que se celebraría en los primeros días del año siguiente, 1949.

En relación con estos Cursos, el Sr. Martínez Hernández indicó que le parecía muy interesante la labor del Instituto en este campo para la especialización de técnicos.

En la sesión Electrodo y su Clasificación, el colaborador D. Rafael Díez Torres señaló que era necesaria una clasificación racional de los electrodos para que la utilización de los mismos resultase más sencilla.

En este sentido, el Sr. De Miró Ramonacho explicó la labor que estaba llevando a cabo el Instituto Nacional de Racionalización (actualmente AENOR) en colaboración con el Instituto de la Soldadura. En concreto se refirió a las dos primeras Propuestas de Normas ya publicadas. Se trataba de las *Normas UNE 14001.- Electrodo para soldadura y técnicas afines (Terminología)* y *UNE 14002.- Electrodo revestido para soldadura manual por arco de aceros para construcción (Normalización de dimensiones)*.

En la sesión dedicada a Aplicaciones de la Soldadura intervinieron varios asambleístas que expusieron algunos ejemplos de aplicaciones de la soldadura.

El Sr. Martínez París, con el apoyo de una película, explicó las principales características de la estructura metálica del hangar del aeródromo de Torrejón de Ardoz (Madrid), construido por el INTA, así como las del puente sobre el Ebro a su paso por Tortosa.

El Sr. Coll y Gómez-Trevijano explicó el caso de una curiosa estructura soldada construida con tubo cuadrado, sistema que también fue utilizado por la Sociedad Ibérica del Nitrógeno.

La última sesión se celebró bajo el título Otros Temas. En ella, intervino en primer lugar el Sr. Cacharrón Armesto, Consejero del Instituto, que trató diversos temas relacionados con la práctica de la soldadura.

En la última Sesión de la Asamblea, se constituyeron las Comisiones de Estudio que se relacionan a continuación, así como los expertos que formarían parte de cada una de ellas.

– Soldabilidad de los Aceros

Sres. De Miró Ramonacho, Samyn, Villanueva Núñez, Martínez Montero, Penche Felgueroso, Badías Aznar, Coll y Gómez-Trevijano, Roselló Roselló y D. Huberto Samyn.



– Tensiones Residuales

Sres. Torroja Miret, Fernández Ávila, Bustelo Vázquez, De Miró Ramonacho, Martínez Montero, Martínez París, Segalá Vergés, y Penche Felgueroso.

– Electrodo

Sres. Martínez Montero, Díez Torres, Donis, Valin, Gilens Quintana, Montaner Serra, y Berga Méndez.

– Enseñanza



El Sr. Leroy, Director del Instituto de la Soldadura de París.

Sres. De Miró Ramonacho, Díez Torres, Martínez Hernández, Martínez París, Sagalá, Belderrain Oteiza y Pombo Angulo.

Una vez constituidas estas Comisiones, el Presidente del Instituto pronunció un breve discurso y declaró clausurada la I Asamblea del Instituto de la Soldadura.

Enmarcado en la Asamblea, durante los días 18, 19 y 20, se organizó un Ciclo de Conferencias en el que participó el Sr. Leroy, Director del Instituto de la Soldadura de París, que pronunció las tituladas: *Comprobación y calidad de las construcciones soldadas, Aspectos metalúrgicos de*

*la soldabilidad y Desarrollo en Francia de la construcción soldada.*

En este mismo Ciclo participó también el Sr. W. Soete, Director del Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad de Gante, que pronunció las conferencias *Determinación de tensiones residuales, Métodos de atenuación de las tensiones residuales, y Roturas por descohesión prematura*».

## II Asamblea

Madrid, 13-17 de noviembre de 1950

La II Asamblea del Instituto de la Soldadura se celebró también en Madrid durante los días 13 a 17 de noviembre de 1950 y tuvo como escenario el Salón de Actos del Instituto de Química Alonso Barba, ubicado en el conjunto de edificios del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la calle de Serrano, 117.

La Sesión de Apertura tuvo lugar en la mañana del día 13 y estuvo presidida por el Sr. Lora Tamayo, Vicerrector de la Universidad de Madrid y Secretario General del Patronato Juan de la Cierva, que estuvo acompañado por los Sres. Bustelo Vázquez y De Miró Ramonacho, Vicepresidente del Consejo Técnico Administrativo y Director, respectivamente, del Instituto de la Soldadura.

Abrió el acto el Sr. Lora Tamayo, que cedió la palabra al Sr. Bustelo Vázquez, quien dio la bienvenida a los Asambleístas y resumió brevemente la historia de la soldadura en España hasta la creación del Instituto.

El Sr. Bustelo Vázquez lamentó la ausencia por enfermedad del Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto, Sr. Vilanova Cuyás, y dedicó un sentido recuerdo al Sr. Rubí y Rubí, primer Presidente del Instituto, fallecido el mes de marzo.

A continuación, cedió la palabra al Director del Instituto, Sr. De Miró Ramonacho, que, también resumidamente, dio cuenta de las actividades desarrolladas por el Instituto desde la anterior Asamblea y dio a conocer el programa de actividades previstas a desarrollar durante 1951. Asimismo hizo constar la satisfacción del Instituto por la colaboración que le prestaban los científicos y técnicos del sector.

Las Sesiones Técnicas previstas en el Programa de la Asamblea fueron:

- Soldabilidad
- Electrodo
- Investigación
- Enseñanza
- Información Técnica
- Tensiones Residuales
- Normalización
- Aplicaciones y
- Asuntos Generales

Se presentaron treinta y dos comunicaciones que se distribuyeron según sus contenidos en las Sesiones Técnicas correspondientes. Al final de la exposición de cada una de ellas, se organizaron coloquios en los que los asistentes discutieron distintos aspectos relacionados con el tema planteado.

Además de las Sesiones Técnicas, se incluyó en el Programa un Ciclo de Conferencias en las que intervinieron los señores:



El Sr. Alexander Matting.

– Alexander Matting, ex Rector de la Technische Hochschule de Hannover y ex Jefe del Instituto de Experimentación de la Técnica de la Soldadura en los Ferrocarriles Alemanes. Además, en aquellos momentos, el Sr. Matting estaba vinculado al Instituto de la Soldadura en calidad de Asesor Técnico. La conferencia que pronunció llevaba por título *Situación actual de las construcciones soldadas en metales ligeros*.

– P.C. van der Willigen, Químico Investigador de la fábrica Philips, en Eindhoven (Holanda), presentó dos conferencias tituladas: *Soldadura eléctrica por arco llamada de contacto* y *La influencia del hidrógeno en la porosidad y en la fisuración en caliente de las soldaduras según el electrodo empleado*.



El Sr. P.C. van der Willigen.



El Sr. M.F. Guyot.



El Sr. R. Verzillo.

- M.F. Guyot, Ingeniero Jefe de Fabricación de Calderería de la S.A. John Cockerill, de Lieja (Bélgica), también presentó dos trabajos: *Progreso en soldadura* y *La construcción mecánica soldada*.
- R. Verzillo, Vicepresidente del Instituto Italiano de la Soldadura e Ingeniero Principal del Servicio de Explotación de los Ferrocarriles Italianos expuso el tema *El desarrollo de la soldadura y algunas de sus aplicaciones en las construcciones y reparaciones ferroviarias*.

Además de las Sesiones Técnicas y de las Conferencias, los assembleístas tuvieron ocasión de conocer las instalaciones de varias empresas madrileñas. En el programa se incluyeron visitas a fábricas y centros de investigación y enseñanza, entre las que cabe destacar las giradas a las instalaciones de Standard Eléctrica, empresa muy importante en aquella época en Madrid y que disfrutaba de la consideración de empresa modelo, y a los laboratorios y talleres de los Institutos Alonso Barba (Química), Alonso de Santa Cruz (Física) y Torres Quevedo (Física Aplicada), todos ellos integrados en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

También visitaron la Ciudad Universitaria. En el Pabellón de Gobierno, el Arquitecto Jefe de la misma les explicó, ante una gran maqueta, los principales aspectos de lo ya construido y los proyectos para el futuro. Después visitaron algunas de las Escuelas y Facultades.

El día 17, último del programa, los assembleístas visitaron la Escuela Especial de Ingenieros Industriales, la Escuela de Soldadura del Instituto y diversos laboratorios, entre ellos, el de Ensayos Mecánicos, en el que realizaban sus prácticas los alumnos de los Cursos de Especialización en Soldadura que organizaba e impartía el Instituto. Para terminar, visitaron las instalaciones del Instituto en la calle de Goya 58, en Madrid.

Por la tarde del mismo día 17, se celebró la Sesión de Clausura, en la que intervinieron el Vicepresidente del Consejo Técnico Administrativo, Sr. Bustelo Vázquez, y el Director del Instituto, Sr. De Miró Ramonacho, que agradecieron a todos su presencia y les convocaron para la siguiente Asamblea.

### III Asamblea

*Madrid, 10-14 de noviembre de 1953*

Al igual que en las anteriores, las Sesiones de Apertura y Clausura de esta III Asamblea del Instituto se celebraron en el Salón de Actos del Instituto de Química Alonso Barba y las Sesiones Técnicas programadas, en locales cedidos igualmente por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Los asistentes a los diversos actos fueron muy numerosos, se cifraron en más de 300, además de gran número de participantes extranjeros, algunos de los cuales fueron invitados a pronunciar conferencias. La mayoría de las empresas españolas relacionadas con la soldadura también estuvieron representadas. El interés por estas reuniones quedó claramente

reflejado por el hecho de que de los 525 miembros con que ya contaba el Instituto en toda España, se habían recibido 342 adhesiones.

A la Sesión de Apertura asistieron numerosos científicos y técnicos, junto a muchos ex alumnos de los Cursos de Especialización en Soldadura que organizaba el Instituto. La presidencia del acto la ostentó el Sr. Vilanova Cuyás, Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto, los miembros del mismo Consejo,



El Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto, Sr. Vilanova, declaró inaugurada la III Asamblea y dio la bienvenida a los participantes.

sejo, Sres. Bru Villaseca, Lucini Ruiz de Vallejo, Rivoir Álvarez, y Villanueva Núñez, el recién nombrado Miembro de Honor, Sr. Jimeno Gil y el Director del Instituto, Sr. De Miró Ramonacho.

Tras unas palabras de bienvenida a los asambleístas, el Sr. Vilanova cedió la palabra al Sr. De Miró Ramonacho, quien resumió la labor llevada a cabo por el Instituto en el tiempo transcurrido desde la anterior Asamblea, celebrada en noviembre de 1950. Destacó el notable desarrollo del Instituto en el período reseñado y la gran especialización alcanzada por sus colaboradores, tanto por la formación conseguida en España como por la alcanzada por algunos de ellos como becarios en el extranjero.

Después se refirió al Plan de Trabajos para el futuro, que consistiría principalmente en perseverar en el camino que, en su día, habían trazado los fundadores del Instituto. Respecto a las grandes materias objeto de la actividad del Instituto, el Sr. De Miró Ramonacho indicó que, en lo que se refería al terreno de la investigación, el Instituto seguiría trabajando sobre asuntos surgidos de la propia iniciativa y sobre otros originados por la colaboración con organismos y empresas industriales. En el campo de la información, se seguiría publicando la revista y recogiendo bibliografía nacional y extranjera mediante intercambio y adquisición de libros.

Dedicó especial atención al tema de la Enseñanza e indicó que se seguiría con los Cursos de Especialización en Soldadura, en los que se capacitaría a los alumnos según tres niveles distintos. Resaltó el hecho de que muchos de los técnicos en soldadura salidos de estos Cursos y que se encontraban en aquella sala, ocupaban ya destacados puestos en la industria privada.

Terminados los actos de la Sesión de Apertura, se iniciaron los correspondientes a la presentación de trabajos en las Sesiones Técnicas, en las que se organizaron Comisiones Técnicas que tratarían las siguientes materias:

- Estudios Tecnológicos
- Normalización y Documentación
- Estudios Metalúrgicos
- Ensayos y Medidas
- Higiene y Seguridad
- Enseñanza
- Información y
- Proyectos

Las distintas Mesas estuvieron presididas por destacadas personalidades del mundo relacionado con la soldadura y con las técnicas afines. Se discutieron los trabajos presentados, cuya exposición fue seguida con gran interés.

Además de la exposición de los trabajos en las Sesiones Técnicas, se proyectaron algunas películas sobre diferentes aspectos y aplicaciones de la soldadura y se pronunciaron las siguientes conferencias:

- *Fricciones internas en los metales*, por L. Bru Villaseca.
- *Nuevos estudios sobre los procesos de metalización*, por A. Matting
- *El problema de la soldabilidad en la soldadura eléctrica por resistencia*, por C. Penche Felgueroso, y
- *Nuevos adelantos en la técnica de soldadura*, por A.W. Taylor, Ingeniero Metalúrgico de la Arc Manufacturing, de Inglaterra.



El Prof. Bru Vilaseca.



El Consejero del Instituto  
Sr. Penche Felgueroso.



Mr. A.V. Taylor



El Director del Instituto, Sr. De Miró, encabezó la visita de los asambleístas a las instalaciones de Construcciones Aeronáuticas, S.A. (CASA).

El Prof. Matting, que hasta poco tiempo antes había sido Asesor Técnico del Instituto, asistió a la Asamblea en representación de la Escuela Técnica Superior de Hannover y de la Asociación Alemana de la Técnica de la Soldadura, en nombre de la cual invitó al Sr. De Miró Ramonacho, en su condición de Director del Instituto, a pronunciar una conferencia en la Asamblea que dicha Asociación celebraría en breve.

Durante las mañanas de los días 12, 13 y 14, los Asambleístas se trasladaron a distintas localidades situadas en el cinturón industrial de Madrid. Así, visitaron los talleres de Construcciones Aeronáuticas, S.A., en Getafe, y la fábrica en construcción de la Empresa Nacional de Autocamiones, S.A., en Barajas.

También visitaron la exposición permanente del Instituto Nacional de Industria y los laboratorios del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica, en Torrejón de Ardoz.

Además de las Sesiones Técnicas y de las visitas a instalaciones industriales, el programa de la Asamblea incluía un apartado de actos sociales preparados para los asambleístas y sus acompañantes, que, además, visitaron la Casa de la Villa, del Excmo. Ayuntamiento de Madrid, el Palacio de Oriente, los Jardines de Aranjuez y los monumentos históricos de Madrid.

La Sesión de Clausura, celebrada en la tarde del día 14, estuvo presidida por el Sr. Ibáñez Martín, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, a quien acompañaban los Sres. Durán Bacells, Director de Enseñanza Profesional y Técnica; San Miguel de la Cámara, Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid; Casares Gil Presidente de la Real Escuela de Farmacia y Director del Instituto Alonso Barba; Torroja Miret, Director del Instituto de la Construcción y del Cemento y primer Miembro de Honor del Instituto; así como los catedráticos de la Facultad de Ciencias, Sres. Ipiens, y Jimeno Gil. También ocuparon lugares en la Mesa Presidencial los Sres. Vilanova Cuyás y De Miró Ramonacho, Presidente del Consejo Técnico Administrativo y Director del Instituto, respectivamente.



La Sesión de Clausura de la III Asamblea del Instituto estuvo presidida por el Sr. Ibáñez Martín, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El Sr. Ibáñez Martín abrió la Sesión y cedió la palabra al Consejero del Instituto Sr. Villanueva Núñez, que resumió la historia de la aplicación de la soldadura como técnica de unión.



El Consejero del Instituto Sr. Villanueva durante su intervención en la Sesión de Clausura de la III Asamblea.

Seguidamente, el Sr. De Miró Ramonacho expresó su satisfacción por contar entre los Miembros de Honor del Instituto con una personalidad tan importante como el Sr. Jimeno Gil y recordó, por haberla vivido personalmente, la gran labor realizada en Barcelona por el Sr. Jimeno Gil. Finalmente, le entregó el Diploma que acreditaba su condición de Miembro de Honor del Instituto. El galardonado, con sentidas palabras, agradeció la distinción.



El Director del Instituto, Sr. De Miró, entregó el diploma de Miembro de Honor del Instituto al Prof. Jiménez.

#### **IV Asamblea**

*Madrid, 5-8 de octubre de 1955*

La IV Asamblea del Instituto también se celebró en Madrid, entre los días 5 a 8 de octubre de 1955.

Las Sesiones de Trabajo se celebraron en el Salón de Actos del Patronato Juan de la Cierva.

La sesión inaugural estuvo presidida por el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sr. Ibáñez Martín. En la Mesa Presidencial le acompañaron el Presidente del Consejo Superior de Industria, Sr. De Artigas Sanz; el Secretario General del Patronato Juan de la Cierva, Sr. Lora Tamayo; el Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto de la Soldadura, Sr. Vilanova Cuyás; y el Consejero del mismo, Sr. Penche Felgueroso.

Inaugurada la Asamblea, tomó la palabra el Director del Instituto, Sr. De Miró Ramonacho, para dar la bienvenida a los asistentes e informar sobre las tareas previstas para desarrollar durante la Asamblea por las distintas Comisiones de Trabajo.



El Director del Instituto durante su intervención en la Sesión de Apertura de la IV Asamblea.



Manifestó que el Instituto Internacional de la Soldadura había acordado que su siguiente Asamblea Anual se celebrase en Madrid durante la primera semana de julio de 1956 y que el tema elegido para la misma había sido *La productividad en soldadura*. De este modo, trasladaba a la Asamblea, que en realidad es la representación de la industria y de los técnicos españoles del sector, la invitación a participar en la del Instituto Internacional al año siguiente.

Por la tarde, se constituyó la Mesa Directiva, que estuvo presidida por el Sr. Vilanova Cuyás, ayudado por los Consejeros del Instituto, Sres. Rivoir Álvarez y Villanueva Núñez, el Sr. Martínez París, Miembro del mismo, y el Jefe de la Sección de Enseñanza, Sr. Díez Torres.



El Sr. Ruiz Rubio informó ante la Comisión V, Control, Ensayos y Medidas, presidida por el Sr. Rivoir.

El Director informó sobre las actividades del Instituto desde la última Asamblea y las proyectadas para el futuro. Una vez conocido, el Plan de Trabajos para el año 1956 fue aprobado por los Asambleístas.

Las sesiones que tuvieron lugar al día siguiente, 6 de octubre, comenzaron con la constitución de las Mesas de Discusión correspondientes a las quince Comisiones de Estudio del Instituto y que tenían como finalidad la exposición y posterior discusión de los trabajos que se presentaban a la Asamblea y de dar a conocer los que se podrían presentar a la Asamblea del Instituto Internacional.

Las Comisiones de Estudio eran las siguientes:

- Comisión I. Soldadura oxigás y técnicas afines
- Comisión II. Soldadura por arco
- Comisión III. Soldadura por resistencia
- Comisión IV. Documentación
- Comisión V. Control, ensayos y medida de las soldaduras
- Comisión VI. Terminología
- Comisión VII. Normalización

- Comisión VIII. Higiene y Seguridad
- Comisión IX. Comportamiento de los metales en la soldadura
- Comisión X. Tensiones residuales y su atenuación
- Comisión XI. Recipientes a presión. Calderas y tuberías
- Comisión XII. Procedimientos especiales de soldadura por arco
- Comisión XIII. Ensayos de fatiga
- Comisión XIV. Enseñanza
- Comisión XV. Concepción y ejecución de las uniones soldadas y cálculo de las uniones.

En el programa de la Asamblea se incluyó un Ciclo de Conferencias que comenzó el mismo día de la apertura, el 5 de octubre por la tarde. En este Ciclo intervinieron los investigadores del Instituto, Sr. García Martín, que disertó sobre *El problema de la fatiga en la construcción soldada*, y el Sr. Sistiaga Aguirre, que trató el tema *Factores químicos que afectan a la soldabilidad de los aceros de construcción de bajo contenido de carbono*.

También pronunciaron conferencias el Ingeniero belga Sr. Moresée, que trató sobre *La soldadura de las aleaciones ligeras en la construcción aeronáutica, del automóvil y ferroviaria* y, para cerrar este Ciclo, el Sr. Díez Torres, Jefe de la Sección de Enseñanza del Instituto, disertó sobre *La soldadura en la mejora de la producción industrial española*.

Los Asambleístas tuvieron ocasión de visitar varias factorías madrileñas. Los días 7 y 8, por la mañana, giraron visitas a las instalaciones de Autógena Martínez, S.A., en las que estuvieron acompañados por el Sr. Martínez, a las de Boetticher y Navarro, acompañados por su Presidente, Sr. Marín Toyos, y a las de Manufacturas Metálicas Madrileñas, S.A.

El día 8 por la tarde, el Director del Instituto, en una intervención previa a la Sesión de Clausura, puso de relieve el interés y entusiasmo que había suscitado la presentación de los trabajos y las consiguientes discusiones sobre los mismos que se habían generado posteriormente en todas las sesiones.

Señaló que el éxito de aquella IV Asamblea era el preludio de la Reunión Anual que el Instituto Internacional de la Soldadura tenía previsto celebrar al año siguiente en Madrid, en la que según las previsiones asistirían entre 800 y 1.000 Asambleístas extranjeros.



D. Zósimo García Martín.



D. José María Sistiaga.



El Ingeniero Sr. G. Moresée.



D. Rafael Díez Torres.

Posteriormente, bajo la Presidencia del Sr. Ibáñez Martín, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se celebró la Sesión de Clausura.



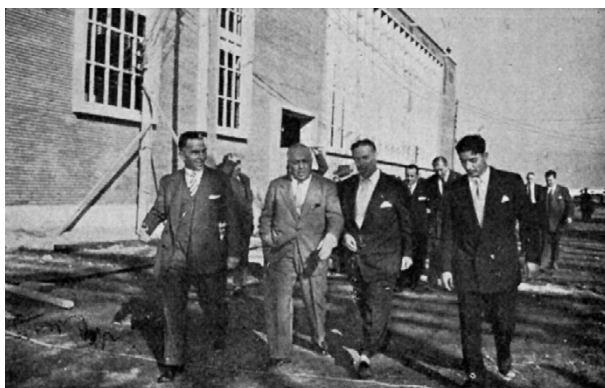
Los asambleístas visitaron la empresa Autógena Martínez.



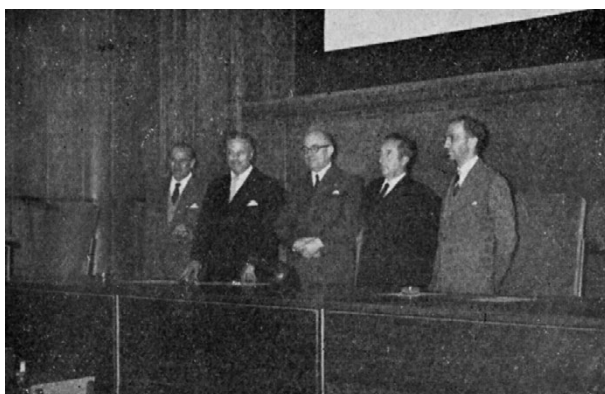
El Sr. Martínez acompañó a los asambleístas durante la visita que realizaron a las instalaciones de su empresa.



El Sr. Martín Toyos, presidente de Boetticher y Navarro, encabezó la visita que los asambleístas realizaron a su empresa.



Un grupo de asambleístas durante su visita a la empresa Manufacturas Metálicas Madrileñas.



Presidencia de la Sesión de Clausura de la IV Asamblea del Instituto.

## V Asamblea

En septiembre del año 1955, durante la celebración en Zurich de la VIII Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura, su Comité de Dirección acordó encargar la organización de su siguiente Asamblea al Instituto español.

Así, en el mismo momento en que se dio por clausurada su IV Asamblea General, el Instituto de la Soldadura comenzó a organizar la IX Asamblea General del Instituto Internacional de la Soldadura.

Las fechas elegidas para ello fueron las comprendidas entre el 1 y el 8 de julio de 1956; es decir, menos de un año después de clausurada su propia Asamblea.

De este modo, la V Asamblea del Instituto de la Soldadura nunca llegó a celebrarse, porque para el año 1960, hacia cuando debería haberse celebrado, ya estaba en marcha el proyecto de creación del CENIM, por lo que no pareció aconsejable celebrar una Asamblea. Así, la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura fue el último gran evento que organizó el Instituto de la Soldadura.

## IX ASAMBLEA DEL INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA SOLDADURA

*Madrid, 1-8 de julio de 1956*

En la Reunión del Comité de Dirección del Instituto Internacional de la Soldadura celebrada con ocasión de su VIII Asamblea en Zürich en septiembre del año anterior, 1955, se tomó el acuerdo de que la IX Asamblea se celebrase en Madrid y que su organización le fuese encomendada al Instituto de la Soldadura español. Para tal ocasión, se eligieron las fechas del 1 al 8 de julio de 1956. Se constituyó un Comité de Honor que estuvo presidido por el entonces Jefe del Estado, General Franco.



El entonces Jefe del Estado, General Franco, fue nombrado Presidente de Honor del Comité Organizador de la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura. En la imagen, acto de la recepción que ofreció a los miembros de dicho Comité.



Las sesiones de la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura se celebraron en los locales de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid.

El lunes 1 de julio, en el Aula Magna de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid, y en presencia de los Miembros de Honor del Instituto español y de una representación del Cuerpo Diplomático acreditado en España, se celebró la Sesión de Apertura de la Asamblea, que estuvo presidida por el Subsecretario de Industria, Sr. Suárez, en representación del Ministro de dicho Departamento.



Sesión de Apertura de la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura.

El Sr. Suárez estuvo acompañado en la Mesa Presidencial por el Presidente del Instituto Internacional de la Soldadura, Sr. Howard Biers; el Director General de Minas, Sr. García-Comas; el Secretario General del Patronato Juan de la Cierva, Sr. Lora Tamayo; el Director de Nueva Montaña Quijano, S.A. y Consejero del Instituto, Sr. Muñoz Botín; el Consejero Delegado de la Sociedad Financiera de Industria y Transportes y también Consejero del Instituto, Sr. Ventura Despujols; el Presidente de la Asociación de Fabricantes de Oxígeno, Sr. Rodrigo; el Jefe del Sindicato Nacional del Metal, Sr. Villar; el Vicepresidente-Fundador del Instituto

Internacional de la Soldadura y Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto de la Soldadura, Sr. Vilanova Cuyás; y el Director del Instituto de la Soldadura español, Sr. De Miró Ramonacho.

Intervino, en primer lugar, en su condición de Presidente de la Comisión Organizadora, el Sr. De Miró Ramonacho, que agradeció al Instituto Internacional el honor de haber concedido al Instituto la organización de aquella Asamblea. También agradeció el esfuerzo realizado a todos los que habían participado en los trabajos necesarios para que aquella ocasión alcanzase la máxima brillantez.

A continuación, el Sr. Vilanova Cuyás, Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto, agradeció su presencia a todos los asistentes.



El Sr. Vilanova da la bienvenida a los asistentes a la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura, que se celebró del 1 al 8 de julio de 1956.

Seguidamente, tomó la palabra el Presidente del Instituto Internacional, Sr. Howard Biers para agradecer las atenciones recibidas, tanto por parte de la Comisión Organizadora como del Comité de Recepción.

Por último, intervino el Subsecretario de Industria, Sr. Suárez, que declaró abierta la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura.



El Sr. Suárez, Subsecretario de Industria, durante su intervención en la Sesión de Apertura de la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura.



El Sr. Howard Biers agradeció al Instituto Internacional de la Soldadura la concesión de la insignia del Instituto en reconocimiento a su labor como Presidente del mismo.

Con anterioridad a la Sesión de Apertura, se había reunido el Comité de Dirección del Instituto Internacional. En esa Reunión se entregó al Sr. Biers la insignia del Instituto como homenaje a la labor que había desarrollado durante su permanencia en el cargo.

En la Sesión Pública, que se celebró el día 2 de julio, participó un gran número de Delegados. Durante dicha Sesión, dedicada al tema *La productividad por la Soldadura*, se presentaron 27 trabajos de autores procedentes de 11 países.

Las quince Comisiones Técnicas integradas en el Instituto Internacional de la Soldadura para desarrollar su labor celebraron cuatro reuniones cada una.

En aquel tiempo, las Comisiones Técnicas del Instituto Internacional de la Soldadura, que abarcaban todos

los aspectos relacionados con su actividad, eran las ya citadas en la información correspondiente a la IV Asamblea del Instituto de la Soldadura. En las reuniones de cada una de ellas, se tomaron importantes acuerdos que sirvieron para mejorar o prevenir aspectos concretos que en alguna ocasión, por acción u omisión, habían sido causa de problemas.

Como es costumbre en esta clase de acontecimientos, la Comisión Organizadora había incluido una serie de Actos Sociales dedicados a los asambleístas y a sus acompañantes, actos que sirvieron para estrechar las relaciones personales entre los miembros de las distintas Delegaciones y entre las instituciones a las que representaban.

Con ello, se dio por concluida la IX Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura.



## ASAMBLEAS DEL INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO

Al igual que el Instituto de la Soldadura, el Instituto del Hierro y del Acero tenía establecida la comunicación con sus Miembros y con la industria en general mediante la celebración de las Reuniones de Sección. Estas Reuniones se celebraban periódicamente mediante convocatorias realizadas cuando la Sección correspondiente deseaba ponerse en contacto con los Miembros del Instituto interesados en la materia a la que dicha Sección dedicaba su actividad a fin de comunicarles la situación de los trabajos que llevaban a cabo.

Además, cada cuatro años celebraba sus Asambleas, para las que se convocaba a todos los Miembros sin excepción, así como a representantes de la Universidad, de la Industria y de las instituciones extranjeras afines.

Las celebradas hasta el momento de la desaparición del Instituto se describen a continuación.



El Instituto de Física y Química, del CSIC, en cuyo Salón de Actos se celebró la Sesión de Apertura de la I Asamblea del Instituto del Hierro y del Acero.

### I Asamblea General

*Madrid, 23-27 de noviembre de 1948*

La I Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero se celebró cuando aún no se habían cumplido dos años de su creación.



El Vicepresidente del Patronato Juan de la Cierva, Sr. Soto Redondo dirigiéndose a los asistentes a la I Asamblea del Instituto del Hierro y del Acero.

La Sesión de Apertura tuvo lugar en el Instituto Nacional de Física y Química, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Serrano, 119, de Madrid. El acto estuvo presidido, en representación del Ministro de Industria y Comercio y Presidente del Patronato Juan de la Cierva, Sr. Suanzes, por el Sr. Soto Redondo, Vicepresidente del Patronato y Director de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid a quien acompañaban el Presidente y el Director del Instituto, Sr. De Churruca y Calbetón y Sr. Plana Sancho, respectivamente.

Se presentaron y discutieron 48 trabajos y los Informes de las Comisiones de Trabajo de las Secciones de Hierro, Acero, Especiales, Fundición, Laminación, Forja, Aplicaciones Siderúrgicas, Laboratorios y Metales no Férreos que trabajaban en el Instituto en íntima colaboración con la Industria.

Durante la Asamblea, se pronunciaron las conferencias:

- *Aceros resistentes a la corrosión y resistentes al calor* por C. Sykes, Director de los Laboratorios de Investigación Brown-Firth, de Sheffield (Inglaterra).
- *Directrices técnico-económicas de la fabricación moderna de productos siderúrgicos*, por J. Miles, Director de John Miles and Partners Ltd.



El Director del Instituto, Sr. Plana Sancho, durante su intervención en la Sesión de Apertura.



Mr. C. Sykes durante su intervención.



Mr. John Miles.



Mr. J.T. Tornblad.



M. Paul Girod.

- *La sinterización y el empleo del producto sinterizado en el horno alto*, por J.T. Tornblad, Ingeniero Consultor y Proyectista.
- *La industria electrometalúrgica y los procedimientos acelerados de desfosforación de los aceros por escorias sólidas*, por M. Girod.
- *La producción mundial de hierro*, por R. Dürrer, Profesor de Metalurgia de la Escuela Federal Politécnica de Zurich y Director General de la Societé des Usines Louis de Roll, de Gerlafingen (Suiza), y
- *Últimos estudios franceses sobre el temple escalonado*, por G. Delbart, Director del Institut de Recherches de la Sidérurgie Française (IRSID) y Miembro de Honor del Instituto del Hierro y del Acero.



M Robert Dürrer.

La Clausura de la Asamblea se celebró con una Sesión Solemne en el Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas que fue presidida por su Presidente y Ministro de Educación Nacional, Sr. Ibáñez Martín, a quien acompañaban los Sres. Suanzes Fernández, Ministro de Industria y Comercio; Fernández Ladreda, Ministro de Obras Públicas; Albareda Herrera, Secretario General del Consejo y De Churrua y Calbetón, Presidente del Consejo de Administración del Instituto del Hierro y del Acero.

Entre la distinguida asistencia se encontraban los Sres. Embajadores de la República Argentina, de Portugal, Francia y Suiza.

Tras unas palabras del Sr. Suanzes Fernández, el Sr. Ibáñez Martín declaró clausurada la I Asamblea General de Instituto del Hierro y del Acero.

## II Asamblea General

*Madrid, 10-15 de diciembre de 1951*

La Sesión de Apertura de la II Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero se celebró en el Salón de Actos del edificio del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de la calle del Duque de Medinaceli, 4, en Madrid.

Presidió el acto el Presidente del Consejo, Sr. Ibáñez Martín, quien estuvo acompañado por el Sr. Soto Redondo, Vicepresidente del Patronato Juan de la Cierva, que representaba al Sr. Suanzes Fernández, Presidente de dicho Patronato, el Sr. Plana Sancho, Director del Instituto y los integrantes del Consejo Técnico Administrativo del mismo, Sres. Salgado Muro, Bernal Nievas, Merello Llasera, y Echevarría y Uribe.

El Sr. Soto Redondo dio la bienvenida a los asambleístas en nombre del Presidente del Patronato Juan de la Cierva.



Presidencia de la Sesión de Apertura de la Asamblea. El Sr. Soto Redondo, Vicepresidente del Patronato Juan de la Cierva, en el acto de la inauguración.

A continuación comenzaron las Sesiones Técnicas, durante las cuales presentaron sus Informes las Secciones de:

- Hierro (Informe de la Comisión de Sinterización de Minerales),
- Laminación (Informe de la Comisión de Tipificación de Perfiles),
- Fundición (Informes de las Comisiones de Ensayos Mecánicos de la Fundición y de Tierras de Moldeo),
- Forja (Informe de las Comisiones de Lingotes y Piezas de Forja y de Lingotes de Acero),
- Especiales (Informe de la Comisión de Esponja de Hierro),
- Aplicaciones (Informe de la Comisión de Tipificación de Aceros) y
- Laboratorios (Informes de las Comisiones de Unificación de Análisis Químicos, Unificación de Análisis Físico-Químicos, de Ensayos Mecánicos y de Ensayos Metalográficos).

Además, se presentaron y discutieron 53 trabajos.

Por otra parte, destacados científicos extranjeros pronunciaron las siguientes conferencias:

- *Seguridad contra la fractura frágil de los aceros para construcción soldados*, por A. Fry, Ingeniero Consultor, de Lübeck (Alemania).
- *Obtención de arrabio en los hornos eléctricos de reducción*, por H. Walde, Director de la Demag Elektrometallurgie GmbH, de Karlsruhe (Alemania).
- *Estado actual de la técnica de fabricación de chapa para dinamos y transformadores*, por W. Tofaute, de Essen (Alemania).



(De izq. a dcha.) El Director del IHA, Sr. Plana, en conversación con los Profesores Köster, Tofaute y Fry en un descanso durante la Asamblea.

- *Estabilización de la austenita por envejecimiento*, por A. Michel, Ing. Diplomado de l'École Polytechnique, de París (Francia), Director de Estudios Técnicos de la Chambre Syndicale des Producteurs d'Aciers Fins & Spéciaux.
- *Empleo del oxígeno en la fabricación del acero*, por G. Bulle, Director de la Gutehoffnungshütte Oberhausen A.G., Werk Sterkrade (Alemania).



El Sr. George Bulle.



El Prof. W. Köster.

- *Experiencias modernas sobre el beneficio de mineral de hierro en el horno de cuba baja de Humbolt*, por E. Killing, Consejero de la Klöckner-Humbolt-Deutz, A.G., Köln-Deutz (Alemania).
- *La industria siderúrgica austriaca y su más moderna evolución en el campo técnico y metalúrgico*, por F. Leitner, de Waberg I. Mürztal (Austria).
- *Menas de hierro portuguesas*, por J.M. Cotelo Neiva, Catedrático de la Universidad de Coímbra y Colaborador del Servicio de Fomento Mineiro de Portugal.
- *Sobre la influencia del tratamiento previo en el comportamiento del acero en el límite elástico*, por W. Köster, Director del Max Plank Institut für Metallforschung, de Stuttgart (Alemania).
- *La preparación de minerales de hierro ricos en  $\text{SiO}_2$ , por el proceso Renn-Krupp*, por F. Johannsen, del Institut für Metallhüttenwesen und Elektrometallurgie, Bergakademie, Clausthal (Alemania).
- *Nueva contribución al estudio de la influencia de la microestructura sobre la resistencia del acero en caliente*, por G. Delbart, Director del Institut de Recherches de la Sidérurgie (IRSID), de Saint Germain-en-Laye (Francia), Presidente Director General de Revue de Métallurgie, Comendador de la Orden de Alfonso X el Sabio y Miembro de Honor del Instituto del Hierro y del Acero.
- *Perfeccionamiento y adelantos técnicos en la producción del hierro para fundición*, por J. Miles, Presidente y Director General de John Miles & Partners Ltd., de Londres (Reino Unido).
- *Consideraciones sobre la producción de hierro*, por R. Dürrer, Profesor de Metalurgia de la Escuela Federal Politécnica de Zurich y Director General de la Societé des Usines Louis de Roll, de Gerlafingen (Suiza).
- *Empleo e influencia de la electricidad en el desarrollo de los procesos metalúrgicos*, por O. Barth, de la Kungl. Tekniska Högskolan, de Estocolmo (Suecia).

- *Aplicación de los métodos físicoquímicos de los metalógrafos al análisis mineralógico de los minerales de hierro*, por A. Portevin, Miembro de la Academia Francesa de Ciencias y Miembro Correspondiente de la Real Academia Española de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Consejero Científico del Institut de Recherches de la Sidérurgie (IRSID) y Miembro de Honor del Instituto del Hierro y del Acero.
- *Mandos y accionamientos modernos de los trenes de laminación*, por C. von Kissling, Siemens Schuckertwerke, A.G., de Erlangen (Alemania).

Una vez concluidas las Sesiones, se organizó una visita al Pabellón de Gobierno de la Ciudad Universitaria donde les fueron mostrados a los assembleístas los planos de las futuras instalaciones del Instituto del Hierro y del Acero, cuyas obras debían empezar en breve.

La Sesión de Clausura de la II Asamblea General del IHA se celebró en el Salón de actos del CSIC. El acto estuvo presidido por el Ministro de Industria, Sr. Planell Riera, que pronunció unas palabras con las que se dio por clausurada la Asamblea.



M. Georges Delbart.



El Prof. Albert Portevin.



El Ministro de Industria, Sr. Planell, pronunció el discurso de Clausura de la II Asamblea del Instituto del Hierro y del Acero.

### III Asamblea General

*Barcelona, 20 de junio-2 de julio de 1955*

La III Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero puede calificarse como *itinerante*. Aun cuando se convocó en Madrid, por encontrarse allí la sede del organismo organizador, su Sesión de Apertura se celebró en Barcelona y posteriormente, los asambleístas se trasladaron sucesivamente a Zaragoza, San Sebastián, Bilbao, Oviedo y, por fin, de nuevo, a Madrid. En todas las ciudades visitadas, y para poner de manifiesto el interés del Instituto por mantener contactos permanentes con la industria, se celebraron reuniones y se pronunciaron conferencias en Escuelas Técnicas y Universidades y se visitaron fábricas del sector siderúrgico y metalúrgico en general en todas las ciudades visitadas.

El día 20 de junio, ya en Barcelona, en el Salón de Actos del Fomento del Trabajo Nacional, Vía Layetana, 32, se celebró la solemne Sesión de Apertu-



El Director del Instituto, Sr. Plana Sancho, pronunció el discurso de Apertura de la Asamblea.

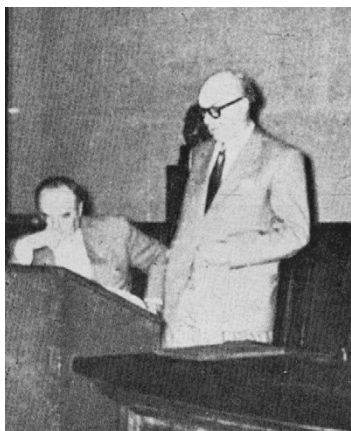


D. Luiz de Castro e Solla.

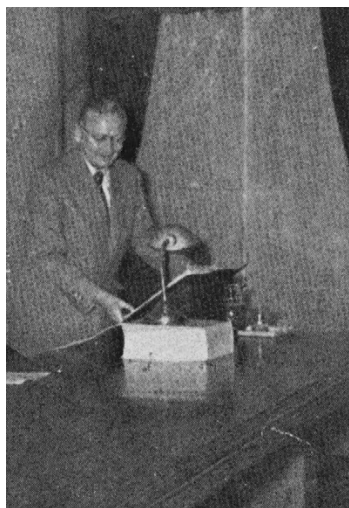
ra de la Asamblea, que estuvo presidida por el Director del Instituto Sr. Plana.

Cumplidas las visitas protocolarias a las autoridades de la Ciudad Condal, el martes día 21 comenzaron las Sesiones Técnicas con una conferencia del Ingeniero de Minas Sr. De Castro e Solla, Director General de Minas y Servicios Geoló-





El Prof. H.J. Seemann.



El Sr. E. Krebs.

*intensivas bajo la consideración especial del proceso electrodinámico, con lo que concluyeron los actos programados para Barcelona.*

En la Ciudad Condal, se visitaron los talleres de La Maquinista Terrestre y Marítima, S.A., de la Sdad. Española de Automóviles de Turismo (SEAT) y de Material y Construcciones, S.A.

Tras pernoctar el día 23 en Zaragoza, el día 24 se emprendió viaje hacia San Sebastián, donde la expedición fue recibida en el Ayuntamiento.

gicos de Portugal, quien, en los locales del Fomento del Trabajo Nacional, disertó sobre *Ensayo siderúrgico en horno eléctrico de cuba baja con materias primas portuguesas*.

A continuación, celebraron reuniones las Secciones del Instituto de Especiales, Aplicaciones Industriales de los Productos Siderúrgicos y Fundición. En todas ellas, se discutieron los trabajos presentados sobre las materias de su incumbencia. Por la tarde, en la Universidad de Barcelona, los asambleístas tuvieron ocasión de asistir a la Clausura de un Ciclo de Conferencias organizado por la Asociación Técnica Española de Estudios Metalúrgicos (ATEEM), organismo muy vinculado al I.H.A.

En la mañana del día 22, las Sesiones Técnicas se desarrollaron en el Instituto de Investigaciones Técnicas, concretamente en los locales de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales. La Sesión comenzó con la continuación de las Reuniones de las Secciones de Especiales, de Fundición y de Laboratorios.

Por la tarde, y en la misma sede, se celebraron Reuniones de la Secciones de Forja y de Laminación, y continuó la de la Sección de Laboratorios. Seguidamente, el Prof. Hugo J. Seemann, Profesor de Física de los Metales y Metalografía Aplicada de la Universidad de Sarrebrücken (Sarre), pronunció la conferencia *Fundamentos y desarrollos de los dispositivos técnicos para el tratamiento de materiales metálicos sólidos y líquidos con vibraciones elásticas*



El Prof. Otto Barth.



El Prof. B. Matuschka.

Por la tarde del día 25, en el Salón de Actos de la Cámara de Industria, Mr. Ernst Krebs, Director de la Hüttenwerk Rheinhauten, A.G. (Alemania) disertó sobre la *Influencia de los materiales de carga, portadores de energía y factores económicos, en la elección del procedimiento de obtención del acero.*

Durante la estancia en San Sebastián, se visitaron los talleres de Laborde Hermanos, S.A., en Andoaín, y Patricio Echevarría S.A., en Legazpia.

El día 26 se continuó viaje a la siguiente etapa, Bilbao. En el Salón de Actos de San Vicente de esa capital, el Prof. Otto Barth, de la Kungl. Tekniska Hogskolan, de Estocolmo, y Miembro del Instituto del Hierro y del Acero,

trató el tema *La obtención de azufre, hierro y demás metales a partir de la pirita.*

Con este acto se dio por finalizada la estancia de la Asamblea en Bilbao, no sin antes visitar las instalaciones de Altos Hornos de Vizcaya, S.A., de la S.E. de Construcción Naval y de la S.E. de C. Babcock & Wilcox, S.A.

El martes, 28 de junio, se partió hacia Oviedo. En el Salón de Actos de la Universidad, en la tarde del día 29, el Prof. Bernhard Matuschka, Director Técnico de Schoeller Bleckmann Stahlwerke de Leoben (Austria), Miembro del Instituto del Hierro y del Acero, pronunció la conferencia *La estructura de los lingotes de acero y su transformación por los procesos de recocido, forjado y laminado.*

En Asturias, se visitaron las obras de la fábrica de la Empresa Nacional Siderúrgica, S.A. (ENSIDESA), en Avilés, y la fábrica de Siderúrgica Asturiana, S.A.

Por fin, el día 30 de junio, la Asamblea continuó sus trabajos en la capital de España. Por la tarde, en la Escuela Especial de Ingenieros Navales, en la Ciudad Universitaria, celebraron Reuniones las Secciones de Hierro, de Laboratorios y de Acero. Para finalizar el programa previsto para este día, el Prof. Werner Köster, Director del Max Planck Institute für Metallforschung, de Stuttgart (Alemania) pronunció la conferencia *Resultados de la medida del amortiguamiento en la investigación del acero.*



M. Marc Allard.

El día 1 de julio, en la Escuela Especial de Ingenieros Industriales, continuaron las reuniones de las Secciones de Hierro, Laboratorios y Acero y el Prof. Robert Dürrer, Profesor de Metalurgia en la Escuela Federal Politécnica de Zurich, Director General de la Société des Usines Louis de Roll, de Gerlafingen (Suiza) y Miembro del Instituto del Hierro y del Acero, pronunció la conferencia *Desarrollo de los procedimientos de producción de hierro.*



Presidencia de la Sesión de Apertura de la III Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero.

Por la tarde, en el Salón de Actos del Patronato Juan de la Cierva de Investigación Técnica, M. Marc Allard, Director del IRSID, resumió la conferencia titulada *La calidad del acero*, que debía pronunciar el Prof. Albert Portevin, quien debido a una enfermedad no pudo trasladarse a Madrid.

En lo que se refiere a los clásicos actos sociales que se organizan con

ocasión de estas Asambleas en honor de los asistentes, tanto en Madrid como en todas las ciudades en las que se celebraron sesiones técnicas, las autoridades locales y las empresas visitadas organizaron actos con los que los asambleístas, sobre todo los extranjeros, se sintieron encantados.

También se organizaron conciertos y visitas culturales de todo tipo, como las realizadas al Museo del Prado, en Madrid, al Monasterio de Montserrat, en Barcelona, y a la bella localidad de Santillana del Mar, camino de Oviedo. También se celebraron varias Cenas de Gala.

En la mañana del día 2 de julio, en el Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se celebró una Solemne Sesión de Clausura, con la que se dieron por finalizados los actos de la III Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero. La Presidencia fue ocupada por el Ministro de Industria, Sr. Planell Riera, a quien acompañaban el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sr. Ibáñez Martín; el Presidente del Patronato Juan de la Cierva, Sr. Suanzes Fernández; el Subsecretario de Industria, Sr. Suárez; el Presidente del Consejo de Administración del Instituto del Hierro y del Acero, Sr. De Churrua y Calbetón, y el Director del Instituto, Sr. Plana Sancho.

Esta III Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero constituyó un magnífico escaparate para el mismo y contribuyó, sobre todo gracias a la amplia participación de técnicos de todo el mundo y a la buena organización, a extender de forma notable el prestigio del Instituto, tanto en toda España como en el extranjero.



## **26 Congreso Internacional de Fundición y IV Asamblea General** *Madrid, 4-11 de octubre de 1959*

En su reunión de 1956, el Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición, del que en su día España fue uno de los países fundadores, acordó encargar al Instituto del Hierro y del Acero la organización de su 26 Congreso, para cuya celebración se eligió la ciudad de Madrid y las fechas comprendidas entre los días 11 al 18 de octubre de 1959.

España estaba representada en dicho Comité por el Instituto del Hierro y del Acero en las personas de su Director, D. Agustín Plana Sancho y de los Sres. Navarro Alcácer y de Andrés Jiménez, Jefe y Colaborador, respectivamente, de la Sección de Fundición del Instituto.

El encargo era consecuencia, en gran medida, del éxito alcanzado por el Instituto en la organización de su III Asamblea General, celebrada cuatro años antes, y a la que había asistido una amplia representación extranjera.

El Instituto del Hierro y del Acero decidió que la celebración de dicho Congreso Internacional coincidiese con la de su IV Asamblea General.

La Presidencia de Honor del Congreso y de la Asamblea le fue ofrecida al entonces Jefe del Estado Español, D. Francisco Franco. De dicho Comité de Honor formaron parte también los señores:

Jesús Rubio y García Mina  
Ministro de Educación Nacional

Joaquín Planell Riera  
Ministro de Industria

José Solís Ruiz  
Ministro Secretario General del Movimiento

José Ibáñez Martín  
Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Juan Antonio Suanzes Fernández  
Presidente del Patronato Juan de la Cierva de Investigación Científica y Técnica

Alfonso de Churrua y Calbetón  
Presidente del Consejo Técnico Administrativo del I.H.A.

La Presidencia Ejecutiva de ambas manifestaciones recayó en D. Agustín Plana, Director del I.H.A., quien encabezaba un Comité Organizador en el que figuraban también

Isidro Sans, Vicepresidente  
Luis Urbano Blasco, Administrador  
José Antonio de Andrés Jiménez, Secretario General

Este Comité Organizador se completó con la participación de

José M<sup>a</sup> Sistiaga Aguirre  
José Navarro Alcácer  
José de Figueras y Figueras y  
José Vallés Almudévar

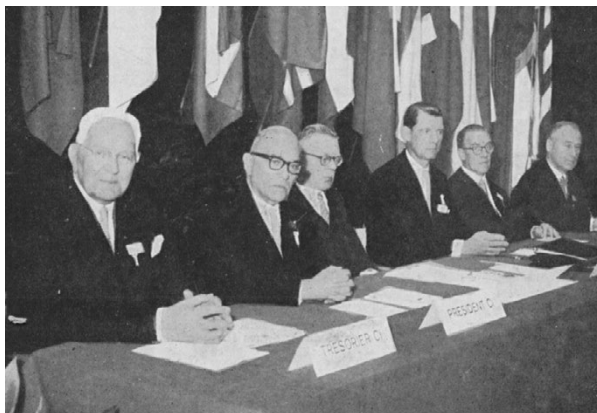
Como Sede del Congreso y de la Asamblea se eligió el edificio ocupado por la Delegación Nacional de Sindicatos, que en la actualidad acoge al Ministerio de Sanidad y Consumo en el madrileño Paseo del Prado. Esta elección estaba justificada porque se trataba de un moderno edificio que reunía las mejores condiciones para el desarrollo de una manifestación de esta importancia.

Se acondicionaron despachos destinados al Presidente del Congreso, Sr. Plana, y al Presidente del Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición, Sr. Aldo Daccó. También se acondicionaron dos Salas, una para las reuniones de los Comités Internacionales y la otra para las reuniones de las Sesiones Técnicas del Congreso. Además, para las Reuniones Técnicas de la Asamblea se dispuso de tres Salas. Las Salas destinadas al Congreso disponían de equipos para la traducción simultánea a los cuatro idiomas oficiales: español, inglés, francés y alemán.

A todos los participantes se les entregaron dos tomos de Memorias. En uno de ellos se recogían las presentadas al 26 Congreso Internacional de Fundición y a la Reunión de la Sección de Fundición del I.H.A. El otro contenía las presentadas al resto de las Reuniones de la IV Asamblea General del Instituto y cinco conferencias incluidas en un Ciclo organizado para la ocasión.

El número total de congresistas fue de 1.151 que procedían de 30 países. Esta cifra da idea de la complejidad de las labores a realizar por la Secretaría conjunta para ambas manifestaciones, que se instaló en la Sala de Exposiciones del propio edificio.

Entre los participantes asistieron, en calidad de invitados, los Miembros de Honor del Instituto del Hierro y del Acero, Sres. Portevin y Delbart, a los que se unieron los que recibieron tal galardón en el transcurso de la Asamblea, los Sres. Matuschka y Seemann, el Presidente del Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición, Sr. Olivo, el Presidente del Comité Internacional de Métodos de Ensayo de la Fundición, Prof. De Sy, y los Presidentes de los Grupos de Trabajo de Coque y Fundición y de Propiedades de la Fundición, Sres. Löhberg y Henon, respectivamente.

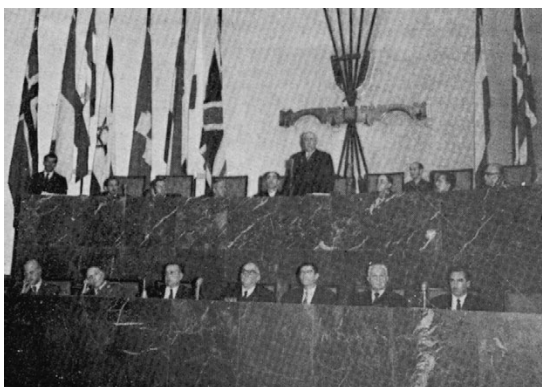


Sesión de Apertura del 26 Congreso Internacional de Fundición. De izq. a dcha., los Sres. Vuilleumier, Spies, Holzer, Güyer, Sans Darnís y Müller.

La Sesión de Apertura se celebró en la mañana del día 6 de octubre. Ocupó la Presidencia del acto D. Joaquín Planell, Ministro de Industria. Junto a él, ocuparon la Mesa Presidencial los Presidentes del Congreso y de la Asamblea, Sres. Daccó y Plana, respectivamente. El resto de la Mesa estuvo ocupada por importantes personalidades representantes de la Industria, del Ejército y de la Política.



El Ministro Sr. Planell conversando con el Presidente del Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición.



El Ministro de Industria, Sr. Planell, declaró abiertos el 26 Congreso Internacional de Fundición y la IV Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero.

celebrado en Barcelona en 1928 y en el que coincidió con algunos de los participantes en este 26 Congreso. No quiso dejar de citar a dichos antiguos compañeros, los Sres. Plana, Director del I.H.A., V.C. Faulkner y A.B. Everest (Gran Bretaña) y a los Miembros del Comité Internacional de Antiguos Presidentes, Sres. Portevin (Francia) y Pisek (Checoslovaquia).

Tras las palabras del Sr. Planell, dando por inaugurados el Congreso y la Asamblea, hablaron los Presidentes de uno y otra.

El Sr. Daccó manifestó su satisfacción por la celebración del 26 Congreso en Madrid. Destacó la importancia de la fundición como método de transformación de los metales y los grandes cambios que esta técnica había experimentado en los últimos años.

También quiso hacer memoria del Congreso



El Sr. Daccó durante su discurso en la Sesión de Apertura.



Los antiguos Presidentes del Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición.

El Sr. Plana intervino para agradecer al Comité Internacional la elección de España como sede para su 26 Congreso y tras recordar que el Instituto había nacido en un piso de la calle Villanueva de Madrid, invitó a los participantes a visitar las recientemente inauguradas magníficas instalaciones del Instituto en la Ciudad Universitaria. Finalizó su disertación imponiendo la Medalla de Oro del Congreso a los Sres. Planell y Daccó.



Los Sres. Everest (Gran Bretaña), Vuilleumier (Suiza), Schwitzke (Alemania), Leonard (Bélgica), y Daccó (Italia) en la reunión del Comité de Antiguos Presidentes.



El Sr. Plana leyendo su discurso en la Sesión de Apertura.

Respondiendo a dicha invitación, el día 6, segundo tras la inauguración, los asistentes, que fueron recibidos por el Sr. Plana, visitaron las instalaciones del Instituto en la Ciudad Universitaria de las que hicieron grandes elogios. Entre los visitantes, se encontraban los Ministros de Industria, Sr. Planell, y de Obras Públicas, Sr. Vigón Suerodíaz.

En lo que se refiere a las Sesiones Técnicas, se presentaron 98 comunicaciones, cinco de las cuales lo fueron en forma de conferencias; treinta y dos se presentaron al Congreso y 61 a la Asamblea. Para la presentación de los trabajos se acondicionaron cinco salas; dos de ellas destinadas a los trabajos presentados al Congreso y las otras tres a los presentados a la Asamblea.

Las cinco conferencias y sus autores fueron las siguientes:

- *Importancia de la pureza y calidad del acero para la técnica industrial*, por B. Matuschka.
- *La tipificación racional de los aceros finos de construcción*, por R. Calvo Rodés, Director General de Instituto Nacional de Técnica Aero-náutica Esteban Terradas y Asesor Técnico del Instituto del Hierro y del Acero.
- *El arte abstracto y el metalurgista*, por G. Delbart.
- *Métodos y resultados de la medida del amortiguamiento de aceros y metales no férreos*, por H.J. Seemann.



El Vicepresidente del Congreso, Sr. Sans Darnís, durante la presentación del Sr. Calvo Rodés.

La conferencia que había de pronunciar el Sr. De Castro e Solla, y que llevaba por título *Ensayo Renn con minerales de hierro y carbones portugueses* hubo de ser suspendida por enfermedad de su autor.

La Sesión de Clausura, a la que se rodeó de una gran solemnidad, se celebró el día 10 de octubre en el Salón de Actos de la entonces Delegación Nacional de Sindicatos.

Se instalaron dos Mesas Presidenciales. La primera de ellas estuvo presidida por el Ministro de Educación Nacional, D. José Rubio García-Mina, acompañado, entre otros, por el Ministro de Obras Públicas, Sr. Vigón, el Presidente del Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición, Sr. Daccó, y el Presidente del Congreso y de la Asamblea, Sr. Plana.



Los delegados rusos despidiéndose del Director del Instituto, Sr. Plana, a la conclusión de la Asamblea.

La segunda Mesa Presidencial también estuvo ocupada por importantes personalidades, entre ellas, el Secretario General de Patronato Juan de la Cierva de Investigación Técnica, Sr. Lora Tamayo, y el Presidente del Consejo Técnico Administrativo del Instituto de la Soldadura, Sr. Vilanova Cuyás.

En esta Sesión de Clausura pronunciaron discursos el Presidente del Consejo Técnico



Administrativo del I.H.A., Sr. De Churruca, el Presidente del Comité Internacional, Sr. Daccó. También habló el Sr. Olivo, fundador del Premio de Honor del Comité Internacional, para ofrecer dicho Premio al Sr. Plana, quien intervino para agradecer la distinción de que era objeto.

Por último, el Sr. Rubio García-Mina declaró clausurados el 26 Congreso Internacional de la Fundición y la IV Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero.

Como anécdota de este Congreso-Asamblea cabe decir que a ella asistió, quizá por primera vez tras la Guerra Civil española, una Delegación Científica en representación de la entonces Unión Soviética.

## ASAMBLEAS DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS



## I Asamblea General del CENIM y Reunión Conjunta con el Iron and Steel Institute

*Madrid, 7-19 de junio de 1965*

La V Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero debía haberse celebrado durante el año 1963, pero la creación del CENIM, en el que se integrarían, además del Instituto del Hierro y del Acero, los Institutos de la Soldadura y de Metales no Férreos, unido a las consiguientes dificultades de tipo administrativo que dicha creación podía plantear, aconsejó la suspensión de la convocatoria.

Así, una vez superados en gran parte los problemas de la integración de los tres Institutos, la que había de ser V Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero, se convirtió en la I Asamblea General del CENIM.

Durante los 16 años de su existencia, el Instituto del Hierro y del Acero había mantenido estrechas relaciones con su homónimo inglés, el Iron and Steel Institute, que cada dos años celebraba una Reunión Conjunta con el Instituto correspondiente de un país amigo. Antes de integrarse en el CENIM, el Instituto del Hierro y del Acero había mantenido conversaciones para celebrar en España la próxima Reunión Conjunta del Instituto inglés, haciéndola coincidir con la V Asamblea General del Instituto del Hierro y del Acero.

Siguiendo los pasos de éste, el CENIM convocó su I Asamblea General y la Reunión Conjunta con el Iron and Steel Institute, para los días 7 al 19 de junio de 1965.

Los actos de la Reunión Conjunta comenzaron con un viaje que los participantes ingleses realizaron durante los días 7 a 12 de junio por el norte de España, donde visitaron las más importantes industrias metalúrgicas de Guipúzcoa, Vizcaya, Santander y Asturias.

La Sesión de Apertura, que se celebró en el Salón de Actos del Instituto Nacional de Industria (INI), estuvo presidida por el Presidente del Consejo Técnico Administrativo del CENIM, Sr. De Churrua y Calbetón, a quien acompañaban los Sres. Calvo Rodés, Vicepresidente de dicho Consejo Mr. W. F. Gilbertson, Presidente del Iron and Steel Institute y el



Fachada del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, sede de la I Asamblea General del Centro y de la Reunión Conjunta CENIM-Iron and Steel Institute.



Mesa Presidencial de la Reunión Conjunta CENIM-Iron and Steel Institute.

Sr. Sitges y F. Victorio, Consejero del CENIM y Presidente para España de la Real Compañía Asturiana de Minas, quien dirigió unas palabras de salutación y bienvenida y agradeció su asistencia a todos los participantes

El Presidente del Iron and Steel Institute, Mr. W.F. Gilbertson, mostró su satisfacción por haber sido invitado por el CENIM a participar en su I

Asamblea General y agradeció al Sr. Sitges sus cordiales palabras.

A las tres Sesiones Técnicas programadas para la Reunión Conjunta, que se celebraron durante los días 14 y 15 de junio, asistieron 250 Miembros del Iron and Steel Institute, muchos de ellos Miembros también del CENIM, procedentes de todo el mundo, especialmente ingleses, y otros tantos españoles.

La I Sesión Técnica fue presidida por Mr. R.A. Hacking, Vicepresidente Honorario del Iron and Steel Institute, y por el Sr. Sans Darnís, Asesor Técnico del CENIM.

En dicha sesión, Mr. P.A. Young, Director

Jefe de Investigación de Wrightson & Co. Ltd., presentó la memoria *Beneficio de minerales* y el Sr. Boned Sopena, Jefe del Departamento de Siderurgia del CENIM, la titulada *Preparación de minerales de hierro*.

La II Sesión Técnica estuvo presidida por Mr. J. Menzies, Director de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de la compañía Tube Instruments Ltd. y por el Catedrático de Metalurgia de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid y antiguo colaborador del Instituto del Hierro y del Acero y del CENIM, Sr. Terraza Martorell.

En esta Sesión, Mr. E.W. Voice, Director Adjunto de la British Iron and Steel Research Association, presentó la memoria *Ahorro de coque mediante la inyección*

*de otros combustibles en el horno alto*, y D. Manuel Vázquez, Director de Ajuria y Urigoitia, y M. R. Malvaux, Jefe de Altos Hornos de Boucau, la titulada *Las inyecciones en el horno alto*.

La III Sesión Técnica tuvo lugar en el Aula Magna del Monasterio de El Escorial y estuvo presidida por Mr. J. Pearson, Jefe del Departamento de Química de la British Iron & Steel Research Association, y el Sr. Apraiz Barreiro,



El Consejero del CENIM Sr. Sitges, durante su intervención en la Sesión de Apertura.



El Presidente del Iron and Steel Institute, Mr. Gilbertson, en su contestación al Consejero del CENIM Sr. Sitges.



El Sr. Sans Darnís, Asesor Técnico del CENIM, presidió una de las Mesas de Trabajo.



El Sr. Boned Sopena.

Director de la Factoría de Recalde de la S.A. Echevarría, actuando como Secretarios, Mr. Headlam-Morley y el Sr. Chávarri Rodríguez.

En esta Sesión, Mr. I.M.D. Halliday, Asesor de The United Steel Company, presentó una memoria titulada *Aspectos principales de la colada continua*. La Sesión transcurrió con gran brillantez tanto por el interés de la misma como por el marco en que se celebró.

A continuación, se celebró la Sesión de Clausura presidida por el Sr. Legaz Lacambra, Subsecretario del Ministerio de Educación Nacional, en nombre del Sr. Lora Tamayo, Ministro de dicho Departamento.

Intervinieron, en primer lugar, el Sr. De Churrua y Calbetón, Presidente del CENIM, quien, después de recordar la anterior visita a España, en 1928, del Iron and Steel Institute, describió de forma breve y concisa los objetivos del CENIM y los programas de trabajo en curso.

Le contestó Mr. Gilbertson, Presidente del Iron and Steel Institute, quien dio las gracias a los asistentes y al CENIM por la magnífica acogida que les habían dispensado y, después, cedió la palabra sucesivamente a M. J.E. Astier, Director de Estudios sobre Procesos Metalúrgicos del Institute de Recherches de la Sidérurgie (IRSID) y a Mr. H. Kay, Vicepresidente de Loewy Engineering Co., que resumieron los temas tratados en la Reunión Conjunta y resaltaron la importancia de los mismos.

A continuación, durante los días 16 a 18, se celebró la I Asamblea General del CENIM, en la que se discutieron, distribuidas en *Grupos de Trabajo*, unas 60 comunicaciones.

El día 16, en el Salón de Actos del Patronato Juan de la Cierva, se discutieron los trabajos incluidos en el *Grupo de Trabajo I. Siderurgia*. La sesión estuvo presidida por el Sr. Sans Darnís, a quien acompañaron los Sres. Boned Sopena, como Vicepresidente, y Limpo Gil, como Secretario. Se discutieron seis trabajos, tres de los cuales estaban firmados por técnicos del CENIM. La discusión que tuvo lugar al término de la Sesión resultó muy interesante y en ella intervinieron de forma muy activa los Sres. Kindelán Gómez de Bonilla, Niño de Olaiz, Boned Sopena, Lucía, Asensio Gonzalo, y Duch.

El mismo día 16, y en el mismo escenario, se celebró la sesión correspondiente al *Grupo de Trabajo II. Tratamiento de Minerales*. La sesión estuvo presidida por el Sr. de la Cuadra Herrera, y actuaron como Vicepresidente y Secretario, respectivamente, los Sres. Ruiz Martínez y Álvarez de Brito. Resultaron muy interesantes los trabajos presentados por investigadores de las Divisiones de Metalurgia y Tratamiento de Minerales de la Junta de Energía Nuclear, así como los trabajos presentados por los Sres. Cuadra Herrera y Limpo Gil. En la discusión posterior intervinieron, entre otros, los Profesores Jodra y Otero de la Gándara.



Mr. E.W. Voice.

El *Grupo de Trabajo III. Materiales y Tratamientos Térmicos*, se reunió el día 17 en el Salón de Actos de los Institutos de Física y Química. Presidió la sesión el Director del CENIM, Sr. Sistiaga Aguirre, que estuvo acompañado, en la Vicepresidencia, por el Sr. Díaz Pedregal. Como Secretario actuó el Sr. Ruiz Fernández. Dentro del interés general de los trabajos presentados a este Grupo, es de destacar el despertado por la propuesta del equipo de investigadores del INTA para el estudio y desarrollo de una Tabla Racional de Aceros de Cementación. El Sr. Calvo Rodés expuso un plan sobre la marcha a seguir, según su experiencia en anteriores trabajos

sobre una Tabla Racional de Aceros de Construcción. A continuación intervino el Sr. Apraiz Barreiro, que indicó que era necesario actuar con urgencia y que, en su opinión, el CENIM era el Centro más indicado para asumir la responsabilidad de esta tarea. Abundaron en estas ideas los Sres. Delicado, que ofreció la colaboración de la industria, y el Sr. De Andrés Sanz. El Sr. Sistiaga Aguirre, tras felicitar a los autores de los trabajos presentados manifestó su confianza en la decidida colaboración con los aceristas, a su juicio indispensable, para alcanzar la meta final de todo trabajo de tipificación, la utilización por la industria de los aceros y tipo.

Los trabajos presentados al *Grupo IV. Metalogía* se discutieron, en sesiones de mañana y tarde, en la Sala de Coloquios del Instituto Torres Quevedo. La sesión de la mañana estuvo presidida por el Sr. Calvo Rodés, la de la tarde, por el Sr. Pujol Roig. Actuaron como Vicepresidente el Sr. Muñoz del Corral y como Secretario, el Sr. Cacho Falcó. La mayor parte de los trabajos presentados a estas dos sesiones estaban firmados por investigadores del CENIM. En las discusiones posteriores intervinieron los Sres. Calvo Rodés, Calvo Calvo, Pujol Roig, Regidor Arribas, Rueda, y Feliu Matas.

El *Grupo de Trabajo V. Protección y Corrosión* se reunió, el día 18, en el Salón de Actos del Patronato Juan de la Cierva. La sesión estuvo presidida por el Sr. Apraiz Barreiro. La Vicepresidencia estuvo ocupada por el Sr. Feliu Matas y como Secretario actuó el Sr. Lizarbe Ruiz.

También el día 18 se celebró la sesión correspondiente al *Grupo de Trabajo VI. Soldadura*. El Salón de Actos del Instituto de Física y Química fue el escenario de la reunión, que estuvo presidida por el Sr. Penche Felgueroso a quien acompañaron, como Vicepresidente, el Sr. Martínez París y, como Secretario, el Sr. García Martín.

La sesión correspondiente al *Grupo VII. Análisis* se celebró, también el día 18, en la Sala de Coloquios del Instituto Torres Quevedo. El Presidente de la sesión fue el Sr. Terraza Martorell y en la Vicepresidencia y en la Secretaría estuvieron, respectivamente, los Sres. Bermúdez de Castro y Belló Berbegal. Todos los trabajos presentados a esta sesión habían sido realizados en los laboratorios del CENIM por investigadores del Centro.

El *Grupo de Trabajo VIII. Fundición* se reunió el día 16 en el Salón de Actos del Instituto de Óptica Daza de Valdés, bajo la presidencia del Sr. Navarro Alcácer. El Vicepresidente fue el Sr. Aguilera Cullell y como Secretario actuó el Sr. De Luis Martín (Leandro).

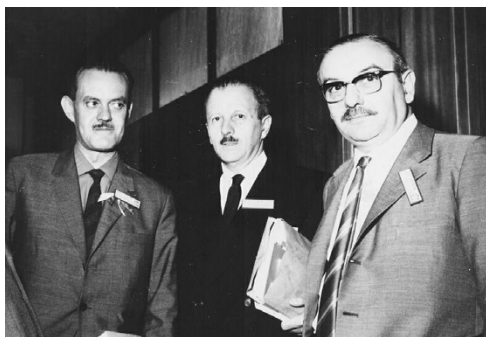
Anteriormente, por la tarde del día 14, los participantes habían visitado los laboratorios del CENIM en la Ciudad Universitaria. Su Director, el Sr. Sistiaga Aguirre, pronunció unas palabras de bienvenida a los visitantes a los que agradeció su asistencia y expresó su confianza en el progreso del CENIM. A las palabras del Sr. Sistiaga Aguirre, contestó Mr. R. Hacking, Vicepresidente Honorario del Iron and Steel Institute, quien después de agradecer la magnífica acogida que se le había dispensado, puso de manifiesto la grata impresión recibida en la visita a las instalaciones del CENIM, en las que pudo comprobar la modernización de sus equipos y maquinaria.



El Presidente del Iron and Steel Institute, Mr. Gilbertson, a su llegada al CENIM fue recibido por el Director, Sr. Sistiaga Aguirre.



Visita a los laboratorios del CENIM.



Los Sres. Muñoz del Corral, Díaz Pedregal y Terraza Martorell.



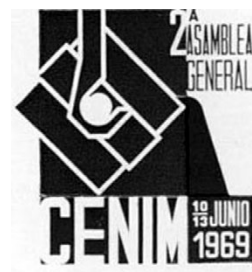
Grupo de visitantes en los laboratorios del CENIM.



Los Sres. De Churrua, Gilbertson y Sistiaga durante la visita a los laboratorios del CENIM.

## **II Asamblea General** *10-13 de junio de 1969*

La II Asamblea General del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas se celebró en Madrid durante los días 10 a 13 de junio de 1969.



Sesión de Apertura de la II Asamblea General del CENIM.



Asistieron unos 500 asambleístas procedentes de España y de los países más industrializados de todo el mundo.

El Comité de Honor, bajo cuyos auspicios se organizó esta Asamblea, estaba presidido por el Ministro de Educación y Ciencia, Sr. Villar Palasí, y de él formaban parte, entre otros, los Sres. López Bravo, Ministro de Industria; Fraga Iribarne, Ministro de Información y Turismo; Arias Navarro, Alcalde de Madrid; Mortes Alfonso, Comisario Adjunto del Plan de Desarrollo Económico y Social; el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Lora Tamayo; de la Ynfiesta Molero, Secretario General del Patronato Juan de la Cierva de Investigación Científica y Técnica, y el Presidente del Consejo Técnico Administrativo del CENIM, Sr. Salís Balzola.

La Sesión Inaugural estuvo presidida por el Sr. Lora Tamayo, y en el discurso de apertura de la misma, el Sr. Salís Balzola, después de dar la bienvenida a los asistentes, revisó la situación de la investigación metalúrgica en España, en especial en relación con las previsiones del II Plan de Desarrollo, que establecían que en dicho sector se destinase a investigación un gasto del 50% del total disponible, un 40% a investigación aplicada y un 10% a investigación fundamental.



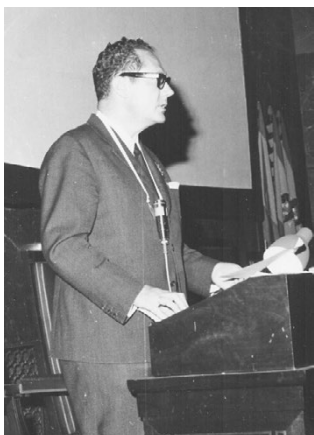
Vista general del Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas durante la Sesión de Apertura de la II Asamblea General del CENIM.

A continuación, se presentaron tres conferencias; en la primera de ellas, M. J. Sebille, Jefe de la División de Investigación Técnica de la Comisión de las Comunidades Europeas, se refirió con detalle a la estructura de la investigación en los Estados Unidos de América, Japón y países que conforman la Comunidad Económica Europea (que años más tarde se convertiría en la actual Unión Europea).

Después, el Prof. S. Eketorp, del Real Instituto de Tecnología, de Estocolmo, señaló la importancia que tiene para una compañía fijar con claridad sus objetivos de investigación.

Después, el Prof. S. Eketorp, del Real Instituto de Tecnología, de Estocolmo, señaló la importancia que tiene para una compañía fijar con claridad sus objetivos de investigación.

Para terminar, el Director del CENIM, Sr. Sistiaga Aguirre expuso la situación de la investigación metalúrgica en España, poniendo de manifiesto la insuficiencia del esfuerzo global, así como algunos defectos de estructura existentes, aunque afirmó que se habían logrado algunos resultados de gran interés, tanto desde el punto de vista científico como desde el de la realización industrial. Apuntó algunas ideas que podían contribuir



D. José María Sistiaga Aguirre durante su intervención en la II Asamblea General.

a que la situación existente evolucionase de forma que se lograra alcanzar la situación deseada. Tras referirse a los porcentajes que, a su juicio, debían destinarse a la investigación, señaló que era importante establecer una mayor conexión entre los centros de investigación y la industria, así como mejorar la mentalidad de éstas en lo que a la investigación se refiere y la visión de aquellos para acometer la investigación sin perder de vista los intereses de la industria. El Sr. Sistiaga Aguirre terminó su conferencia señalando la necesidad de proporcionar al investigador un adecuado *status* socioeconómico.

En la segunda parte de la Asamblea se expusieron y discutieron 124 comunicaciones clasificadas en los siete grupos siguientes:

- Siderurgia. Preparación de minerales de hierro y fabricación de hierro y acero.
- Preparación de minerales, obtención y afino de metales no férreos.
- Fundición, conformación y tratamientos térmicos.
- Propiedades y ensayos de los metales.
- Soldadura.
- Corrosión y Protección.
- Metalurgia física.



El Sr. Sistiaga saludando al Sr. Matting, Miembro de Honor del CENIM y ex Asesor Técnico del Instituto de la Soldadura.

De los 124 trabajos discutidos en las Sesiones Técnicas, 54 fueron presentados por técnicos extranjeros y los restantes por españoles. Los técnicos del CENIM presentaron 35 trabajos.

Los asambleístas visitaron la Empresa Nacional de Autocamiones, Barreiros Diesel, S.A. y el CENIM. Asimismo, se programaron algunos actos para los acompañantes de los asambleístas, que visitaron el Excmo. Ayuntamiento de Madrid, varios museos, entre ellos, el Museo del Prado, y el Palacio Real. También se ofreció a todos los asambleístas y a sus acompañantes un concierto en el Teatro Real, a cargo de la Orquesta Nacional.

### III Asamblea General

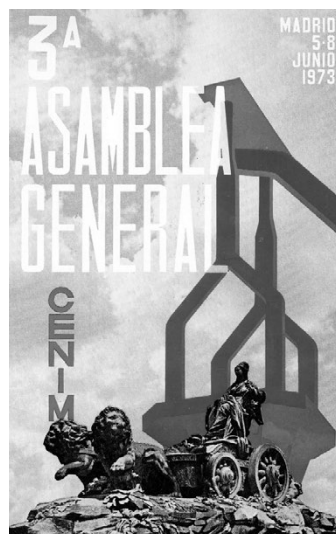
5-8 de junio de 1973

La III Asamblea General del CENIM se celebró en Madrid durante los días 5 a 8 de junio de 1973.

El Comité de Honor estuvo presidido por el entonces Príncipe de España, S.A.R. D. Juan Carlos de Borbón. De dicho Comité formaban parte los Sres. Villar Palasí, Ministro de Educación y Ciencia y Presidente del CSIC; López de Letona, Ministro de Industria; Sánchez Bella, Ministro de Información y Turismo; García-Ramal y Cellalbo, Ministro de Relaciones Sindicales; López Rodó, Ministro Comisario del Plan de Desarrollo Económico y Social; Lora Tamayo, Presidente del Instituto de España; Mayor Zaragoza, Presidente en funciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Arias Navarro, Alcalde de Madrid; Díez Alegría, Jefe del Estado Mayor; Salís Balzola, Comisario Adjunto del Plan de Desarrollo y Presidente del CENIM; Lladó Fernández-Urrutia, Director General de Industrias Químicas y Presidente del Comité Ejecutivo de Investigaciones Tecnológicas del CSIC; Pérez de Bricio Olariaga, Director General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales; Gutiérrez Ríos, Presidente de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica y el Secretario General del Patronato Juan de la Cierva Sr. De la Ynfiesta Molero.



S.A.R. el Príncipe de España, D. Juan Carlos de Borbón, ostentó la Presidencia de Honor de la III Asamblea General de CENIM. En la imagen, acompañado del Presidente del Consejo Técnico Administrativo y del Director del CENIM.



La mayor parte de las empresas más importantes del sector siderometalúrgico del país, así como los organismos afines enviaron delegados a la Asamblea. El número de participantes sobrepasó los 400, cifra a la que hay que añadir 150 acompañantes.

La participación de representantes extranjeros fue también muy numerosa. Alrededor de 60 científicos y técnicos de Alemania, Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Bolivia,

Brasil, Canadá, Colombia, Cuba, Checoslovaquia, Chile, Francia, El Salvador, Estados Unidos, Inglaterra, Japón, México, Perú, Rumania, Suecia, Suiza y Venezuela presentaron 53 comunicaciones.

La Sesión de Apertura se celebró en el Salón de Actos del edificio central del Consejo Superior de Investigaciones Científicas bajo la Presidencia del Príncipe D. Juan Carlos, acompañado por los Sres. Mayor Zaragoza, Salís Balzola, Gutiérrez Ríos, Díez Alegría, González Álvarez, y Lladó Fernández-Urrutia.



El Presidente del Consejo Técnico Administrativo del CENIM, Sr. Salís Balzola, dirigiéndose a los asistentes.

El Presidente del CENIM, Sr. Salís Balzola, pronunció el discurso inaugural, en el que analizó el pasado y el presente del Centro y llamó la atención sobre los problemas que condicionaban su funcionamiento para lograr el máximo rendimiento con los medios de que disponía.

Las actividades de la Asamblea se centraron en Sesiones Monográficas Plenarias, dedicadas a la Automatización de Procesos Siderúrgicos, y en Sesiones Técnicas Específicas, organizadas para presentar y discutir distintas comunicaciones.

Se celebraron cuatro sesiones monográficas, en las que se pronunciaron conferencias a cargo de especialistas destacados en el campo de la automatización de procesos. Estas conferencias corrieron a cargo de M.R. Vidal, de la Sección de Horno Alto del Centre de Recherches de la Métallurgie (CRM), de Bélgica, quien disertó sobre la automatización del horno alto; del Sr. Luengo, de Astilleros Españoles, S.A., de Reinos, que habló sobre la automatización de la acería eléctrica, y M. P. Dauby, de la Sección de Acería, del CRM, que se refirió a la automatización de la acería LD.

Finalmente, en la cuarta sesión, pronunciaron sendas conferencias los Sres. J. K. Edwards y Ray, de la British Steel Corp., Strip Mills Division, quienes hablaron sobre la automatización de procesos de laminación en frío, el primero, y de laminación en caliente, el segundo. Al final de todas las conferencias se celebraron coloquios sobre cada uno de los temas tratados.

En las Sesiones Técnicas se presentaron 129 trabajos encuadrados en las siguientes cuatro secciones:

- Materias primas siderúrgicas y producción de arrabio
- Producción, procesos, propiedades y empleo de los aceros y fundiciones
- Producción, procesos y propiedades de los metales no férreos, y
- Soldadura.

Además de las actividades de carácter científico y técnico, los organizadores incluyeron en el programa de la Asamblea algunos actos sociales, entre los que hay que destacar la magnífica recepción ofrecida por el Ayuntamiento de Madrid celebrada en los Jardines de Cecilio Rodríguez, en el Parque del Buen Retiro.

#### **IV Asamblea General**

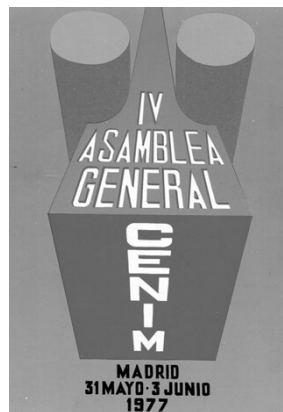
*Madrid, 31 de mayo-3 de junio de 1977*

La IV Asamblea General del CENIM, se celebró en Madrid, durante los días 31 de mayo a 3 de junio de 1977.

Asistieron 276 asambleístas y se presentaron y discutieron 118 comunicaciones, muchas de ellas remitidas por autores extranjeros, y que fueron encuadradas en las siguientes Secciones:

1. Materias primas siderúrgicas. Fabricación de arrabio y de acero.
2. Procesos, propiedades y empleo de los aceros y fundiciones.
3. Producción, procesos, propiedades y empleo de los metales no férreos.
4. Soldadura.

La Sesión de Apertura de la Asamblea, que se celebró en el Salón de Actos del Edificio Central del CSIC, estuvo presidida por los Sres. Pérez de Bricio Olariaga, Ministro de Industria, a quien acompañaban los Sres. Casas Peláez, Presidente del CSIC; Gutiérrez Cortines, Director General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales; Kaibel Murciano, Director General de Promoción Industrial y Tecnología; el Secretario General del Insti-





La Sesión de Apertura de la IV Asamblea General del CENIM estuvo presidida por el Ministro de Industria, Sr. Pérez de Bricio. En la imagen, el Director del Centro se dirige a los asambleístas.

tuto Nacional de Industria, y los Sres. Salís Martínez y Sistiaga Aguirre, Presidente y Director del CENIM, respectivamente.

En esta Sesión de Apertura, el Sr. Sistiaga Aguirre, en una conferencia titulada *La investigación metalúrgica, fuente de tecnología*, se refirió a la labor científica desarrollada por el Centro en los cuatro años transcurridos desde la celebración de la III Asamblea General y a los problemas que en aquellos momentos tenía planteados la investigación metalúrgica, así como al futuro de la misma y a las que, en su opinión, serían las estructuras más adecuadas ante una posible reestructuración orgánica del CSIC.

Además de las *Sesiones Técnicas*, en las que se discutieron los trabajos presentados, se organizaron cuatro *Mesas Redondas* sobre temas de gran actualidad en aquellos momentos, con objeto de que los asambleístas tuviesen ocasión de considerar, de forma abierta y directa, los problemas técnicos a que se enfrentaban en sus campos de actividad. En estas *Mesas Redondas*, se discutieron asuntos relacionados con cada una de las *Sesiones Técnicas*. Así, en la *Mesa Redonda* presidida por D. José Alzugaray, y correspondiente a la *Sesión Técnica 1. Materias primas siderúrgicas. Fabricación de arrabio y de acero*, se discutió el tema *Posibilidades de ahorro de energía en la industria siderúrgica*. En la *Mesa Redonda* dedicada a asuntos relacionados con la *Sesión Técnica 2. Procesos, propiedades y empleo de los aceros y fundiciones*, los asistentes discutieron sobre *La corrosión y protección de los metales en la atmósfera*. Esta Mesa estuvo presidida por el Sr. Feliu Matas. La Mesa adscrita a la *Sesión Técnica 3. Producción, procesos, propiedades y empleo de los metales no férreos*, presidida por el Sr. Sobrino Vicente, trató sobre *Aprovechamiento de residuos metálicos en la metalurgia de segunda fusión*. Por fin, en la *Mesa Redonda* relacionada con la *Sesión Técnica 4. Soldadura*, presidida por el Sr. Penche Felgueroso, se trató el tema *Soldadura de los aceros de alto límite elástico*.

Se programaron también diversos actos sociales, como una visita turística a la ciudad de Toledo y una visita de carácter cultural al Museo del

Prado. Por otra parte, el Ayuntamiento de Madrid ofreció, a los visitantes extranjeros una recepción en el Salón Goya de su sede. También se celebró la clásica Cena de Gala con la que se clausuró esta IV Asamblea General del CENIM.

### V Asamblea General

*Madrid, 6-9 de octubre de 1981*

La V Asamblea General del CENIM se celebró en Madrid, del 6 al 9 de octubre de 1981.

La Sesión de Apertura, que se celebró en la Sede Central del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, estuvo presidida por D. Alejandro Nieto García, Presidente del Consejo, a quien acompañaban los Sres. Aguilar, Subdirector General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales; Rodríguez de la Rúa, de la Dirección General de Política Científica; Boned Sopena, Director del CENIM, y Bermúdez de Castro, Presidente de la Asamblea. Hicieron uso de la palabra el Sr. Bermúdez de Castro, que presentó la Asamblea y dio la bienvenida a los asistentes; el Sr. Boned Sopena, que pronunció una conferencia sobre las

actividades del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y su relación con los sectores industriales. El Presidente del Consejo, Sr. Nieto García, cerró el acto y declaró abierta la Asamblea.

Los participantes inscritos, hasta un número de 290, eran científicos y técnicos procedentes de Alemania, Argentina, Brasil, Chile, Estados Unidos, Francia, Méjico, Perú, Polonia, Portugal, Suecia, Suiza, Venezuela y Yugoslavia.

Se celebraron 23 sesiones técnicas en las que se trataron temas relacionados con las

materias primas, siderurgia, fabricación de arrabio y de acero, procesos, propiedades de los metales no férreos, soldadura, corrosión y protección, análisis y ensayos metalúrgicos. Las sesiones estuvieron presididas por destacados especialistas en cada una de las materias tratadas y todas ellas fueron seguidas de interesantes coloquios en los que se discutieron los trabajos presentados.



El Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sr. Nieto, presidió la Sesión de Apertura de la V Asamblea General del CENIM.

Siguiendo la costumbre establecida en las Asambleas del CENIM, se celebraron tres sesiones monográficas, que, coincidiendo con la crisis económica mundial del momento, y considerando que la investigación y el desarrollo pueden ser los motores que ayuden a paliarla, el CENIM entendió la conveniencia de dedicar, bajo la denominación genérica de *La Investigación tecnológica en Metalurgia*, tres sesiones monográficas a sectores metalúrgicos concretos.



Ponencia «La investigación tecnológica en siderurgia».

El martes día 6 tuvo lugar la ponencia *La investigación tecnológica en Soldadura*, celebrada bajo la presidencia del Sr. Luengo Vallejo, Director General de Innovación Industrial y Tecnología, actuando como ponente el Sr. Penche Felgueroso. El miércoles 7 se presentó la ponencia *La investigación tecnológica en Siderurgia*, en la que, presidida por el Sr. Garcés Rodríguez, Director General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales, actuó como ponente el Sr. Palacios Reparaz. Finalmente, el jueves 8 se dedicó a la ponencia *La Investigación tecnológica en Metalurgia no férrea*. Presidió esta sesión el Sr. De la Rúa en representación del Sr. Roig Muntaner, Director General de Política Científica. Como ponentes en esta sesión actuaron los Sres. De Louis Rampa, Ruiz Martínez y Erice Lepine, que se ocuparon, respectivamente, del plomo, del cinc y del cobre.

Las conclusiones a que llegaron todas las ponencias fueron prácticamente coincidentes. Entre las que afectaban al CENIM, una de ellas abogaba por la necesidad de que la flexibilidad administrativa permitiera al Centro restablecer la personalidad operativa y funcional que tenían los antiguos Institutos, que al integrarse en el CENIM, desaparecieron como tales. Se crearon Comisiones para la gestión y seguimiento de las conclusiones alcanzadas.



**VI Asamblea General***Madrid, 8-11 de octubre de 1985*

Los actos de la VI Asamblea General del CENIM se celebraron en Madrid, en la sede del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Serrano 117, durante los días 8 a 11 de octubre de 1985.

S.A.R. D. Felipe de Borbón, Príncipe de Asturias, ostentó la Presidencia de Honor de la Asamblea.

En los Actos de la Sesión Inaugural, la Mesa Presidencial estuvo ocupada por el Sr. Sánchez-Girón Núñez, Presidente del Comité de Organización, a quien acompañaban los Sres. Rico Gambarte, Presidente del Consejo Técnico del CENIM; De Andrés Jiménez, del Ministerio de Defensa y antiguo Colaborador del Instituto del Hierro y del Acero y del CENIM; Rojo Alaminos, Secretario de Estado de Universidades e Investigación; Tortosa Martorell, Vicepresidente del CSIC; y Clavijo, del Ministerio de Industria.



Sesión de Apertura de la 6ª Asamblea del CENIM.

Las líneas generales de desarrollo de la Asamblea fueron las mismas de las anteriores y a las reuniones programadas asistieron tanto los miembros del CENIM como otros investigadores y técnicos españoles y extranjeros. Así, cerca de 300 participantes, procedentes de 14 países, expusieron alrededor de 160 comunicaciones agrupadas por sesiones técnicas.



El Sr. Rojo Alaminos.



El Director del CENIM, D. Alfonso J. Vázquez Vaamonde.



Los Sres. Mompeán y Lizarbe y Doña María Lorenza Escudero durante una de las Sesiones de la Asamblea.

El Sr. Rojo Alaminos, Profesor de Física del Estado Sólido en la Universidad Complutense de Madrid y Secretario de Estado de Universidades e Investigación, pronunció la Conferencia Inaugural, en la que resaltó la próxima incorporación de España a la Comunidad Económica Europea y señaló los esfuerzos que sería preciso hacer ante la nueva situación.

Los trabajos presentados se discutieron agrupados bajo los siguientes epígrafes generales:

En la Sesión de Apertura, el Director del CENIM, Sr. Vázquez Vaamonde dio la bienvenida a los asistentes y mostró su satisfacción por la acogida que había tenido la Asamblea en los ámbitos interesados y destacó tanto el número de participantes como el de comunicaciones presentadas. Asimismo, presentó un balance de la labor desarrollada como consecuencia de los acuerdos alcanzados en las mesas redondas celebradas con ocasión de la Asamblea de 1981.



Los Sres. Amo, Muñoz Pereira y Doña Almudena de la Torre.

- Materias primas y obtención de metales
- Producción, proceso, propiedades físicas y uso de los metales
- Propiedades químicas, corrosión y análisis de los metales
- Estructuras metálicas y soldadura de los metales

Como complemento a las actividades de presentación y discusión de los trabajos, se programó una visita a los laboratorios del CENIM, durante la que los assembleístas tuvieron la oportunidad de intercambiar impresiones con los investigadores del Centro sobre las posibilidades de los equipos disponibles y sobre el desarrollo de los programas que se estaban llevando a cabo.

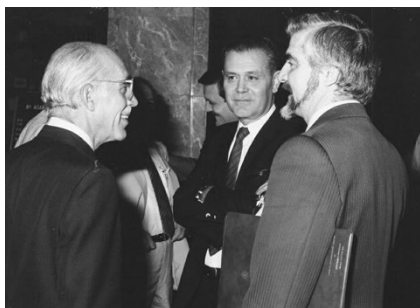
Con ocasión de esta Asamblea, el CENIM distribuyó la *Memoria de Actividades* correspondiente al año 1984 y un folleto sobre *Actividades de Apoyo Tecnológico a la Industria*, en el que se informaba sobre los equipos e instalaciones disponibles en el Centro.



Los Sres. De la Cuadra, Del Valle y González Posada.



Los Sres. Campa, Palacios y Medina Martín.



Los Sres. Sánchez Pumariego, Limpo Gil y Vázquez Vaamonde.



El Sr. De Andrés Sanz conversando con algunos asistentes a la Asamblea.

## 7º Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas

Madrid, 3-5 de octubre de 1990

Como se ha visto, era costumbre de los antiguos Institutos, cuya integración dio lugar a la creación del CENIM, el celebrar cada cuatro años una Asamblea General en la que daban cuenta a sus miembros de la actividad desarrollada durante esos cuatro años. Por su parte, el CENIM adoptó esta costumbre y siguió celebrando sus Asambleas, que a partir de la VII, pasaron a denominarse Congresos. Así, la que hubiera sido VII Asamblea General del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, pasó a llamarse 7º Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas.



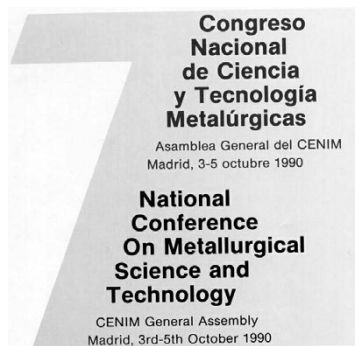
Mesa Presidencial en la Sesión de Apertura del 7º Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas.

Sesión de Apertura la Sede Central del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Esta Sesión estuvo presidida por el Presidente del Consejo, Sr. Muñoz Ruiz, a quien acompañaban los Sres. Poblet, del Ministerio de Industria; Albert Martínez, Vicepresidente del CSIC para Asuntos Científicos; Royo, Consejero de Economía de la Comunidad de Madrid y De Andrés Sanz, Director del CENIM.

En la Sesión Inaugural, el Director del CENIM, tras unas palabras de bienvenida a los asambleístas, pronunció una conferencia titulada *Acciones de I+D en el CENIM*.

La Sesión Plenaria del Congreso estuvo dedicada al tema Investigación y Desarrollo, sobre el que se pronunciaron las siguientes conferencias:

- *Acciones de I+D en el CENIM*, por M.P. de Andrés Sanz (CENIM)
- *Programas nacionales de I+D y Programa Value*, por A. Cortés (CICYT)



Los fines perseguidos eran los mismos: reunir a científicos y técnicos, españoles y extranjeros, para dar cuenta de las actividades desarrolladas durante los cuatro años anteriores.

Se celebró en Madrid durante los días 3 a 5 de octubre de 1990. Como también era costumbre en las Asambleas, el CENIM eligió para celebrar la

- *Programas europeos de I+D no incluidos en CECA*, por A. García Meseguer (CICYT)
- *Programas europeos CECA*, por J.M. Palacios Reparaz (UPV y CECA)
- *La protección de los resultados de la investigación como instrumento para la transferencia de tecnología.*

*I. Marco legal* por D. Represa (CICYT)

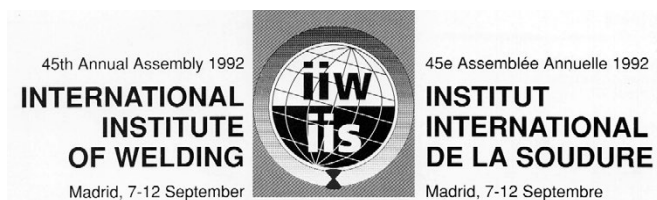
*II. Aspectos científicos*, por A. de la Cuadra Herrera (CICYT)

Después, se presentaron y discutieron los trabajos recibidos distribuidos en las siguientes Sesiones Técnicas:

- Siderurgia
- Metalurgia extractiva no férrea
- Procesos y transformación de metales
- Metalurgia física y propiedades de los metales
- Corrosión y protección de metales
- Técnicas analíticas
- Ensayos no destructivos
- Soldadura, y
- Terminología e Información y Documentación Técnica

Como es tradicional en estas reuniones, se organizaron diversos actos de carácter social destinados a los acompañantes de los assembleístas.

La Sesión de Clausura, que estuvo presidida por el Sr. Aguilar, del Ministerio de Industria, contó con la presencia de los Sres. Aballe Caride, de INESPAL-CINDAL; De Andrés Sanz, Director del CENIM; Hurtado, de ENSIDESA; Melgosa, de Altos Hornos de Vizcaya y Valdivieso Rubio, de Construnaves.



**45th Annual Assembly 1992**  
**International Institute of Welding**  
*Madrid, 7-12 de septiembre de 1992*

Al disolverse el Instituto de la Soldadura, en 1963, para integrarse en el recién creado CENIM, éste asumió todas sus obligaciones y actividades.

Con este fin, el CENIM incluyó en su organigrama un Departamento de Soldadura, que, además de su trabajo en el campo de la investigación, de la asistencia técnica, de la organización de Cursos etc., ostentaría la representación española en el Instituto Internacional de la Soldadura, del



Palacio de Exposiciones y Congresos de Madrid, sede de la 45 Asamblea del Instituto Internacional de la Soldadura organizada por el CENIM.

que el desaparecido Instituto había sido, en el ya lejano 1948, una de las instituciones fundadoras. Desde aquella fecha, el Instituto de la Soldadura participó activamente en las actividades del Instituto Internacional de la Soldadura y fruto de ello fue la concesión de la organización de la Asamblea Anual de 1956, que se celebró en Madrid y de la Sesión Pública sobre *Productividad en Soldadura* que tuvo lugar simultáneamente.

En el año 1992, durante el que se conmemoró el 5º

Centenario del Descubrimiento de América, tuvieron lugar en España diversos acontecimientos: reuniones científicas, exposiciones, competiciones deportivas, etc. Deseando contribuir a dicha efeméride, en la reunión del Comité de Dirección del IIS/IIW, durante la Asamblea de 1987 celebrada en Sofía (Bulgaria), el CENIM solicitó la organización de la siguiente Asamblea, la número 45, para lo que propuso la sede de Madrid y las fechas 5 a 12 de septiembre de 1992, coincidiendo con la designación, para ese mismo año, de la capital de España como Capital Cultural de Europa.

El Comité de Honor de la Asamblea, presidido por S.M. el Rey de España, Juan Carlos I, estuvo integrado por los Ministros del Gobierno relacionados con la actividad objeto de la Asamblea, Presidente de la Comunidad, Sr. Leguina Herrán, Alcalde del Ayuntamiento de Madrid, Sr. Álvarez del Manzano; así como el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sr. Mato de la Paz, y el Director del CENIM, Sr. Álvarez Rivas.

Dada la importancia de la ocasión, el CENIM, al designar el Comité de Organización, incluyó, junto a sus propios especialistas, a representantes de importantes empresas del sector y de la Universidad.

Dicho Comité, presidido por la Srta. Fernández Ballesteros (CENIM), estuvo integrado por los Sres. Amo Ortega (CENIM), Dompablo Herranz (Argón, S.A.), Durán Ardila (CENIM),



Doña Josefa Fernández Ballesteros, Vicepresidenta del IIS y Presidenta del Comité de Organización de la Asamblea, entrega una placa conmemorativa a Mr. B. Pekari.

Muñoz Pereira (UNED), Ranninger Rodríguez (E.T.S. de Ingenieros Industriales, UPM), Sastre (ESAB, S.A.) y Valdivieso Rubio (Construnaves, S.A.) Actuó como Secretario el Sr. Ruiz. Martínez (CENIM).

La participación fue muy numerosa, asistieron cerca de 600 personas procedentes de 32 países.

La Sesión de Apertura estuvo presidida por el Vicepresidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas Sr. Aza Pendás así como por el Presidente y Vicepresidentes del Instituto Internacional de la Soldadura. Representando a las Autoridades españolas asistió el entonces Presidente de la Comunidad de Madrid, Sr. Leguina Herrán.



D. Joaquín Leguina, Presidente de la Comunidad Autónoma de Madrid, saludando a Mr. Norman Eaton, Presidente del Instituto Internacional de la Soldadura.



La Presidenta del Comité Organizador de la Asamblea, doña Josefa Fernández Ballesteros, junto a los miembros del mismo Sres. Sastre, Valdivieso y Durán Ardila, con el Concejal del Ayuntamiento de Madrid (en el centro) Sr. Revilla.

Dio la bienvenida a los asistentes la Presidenta del Comité de Organización y Vicepresidenta del Instituto Internacional de la Soldadura, Doña Josefa Fernández Ballesteros.

Intervino a continuación el Sr. Leguina Herrán quien en su discurso se refirió, entre otras cuestiones, a la importancia de la soldadura en la actividad industrial en la Comunidad de Madrid y, en general, en todo el país. Destacó también la importancia en el campo de la soldadura de centros de investigación tales como el propio CENIM, el Centro Láser, el CIEMAT y el INTA, entre otros. Resaltó, asimismo, el esfuerzo realizado en lo que se refiere a la financiación en Investigación y Desarrollo tanto por parte de las instituciones oficiales como del sector privado.

Cerró la sesión el Presidente Mr. Norman Eaton, destacando los trabajos del IIS/IIW y haciendo entrega de los premios convocados para ese año.

Siguiendo el programa clásico de las Asambleas del IIS/IIW, sus Unidades de Trabajo, quince Comisiones Técnicas, cuatro Comités Selectivos y tres Grupos de Estudio, se reunieron durante tres días en sesiones de mañana y tarde para discutir los trabajos científicos presentados por los Delegados de los países Miembro del IIS/IIW.

Durante los dos primeros días se celebró una Conferencia Internacional sobre *Diseño y cálculo de uniones soldadas* que se dividió en tres Sesiones: *I-Reglas de Cálculo*, *II-Diseño, fabricación y costes* y *III-Aptitud para el empleo. Análisis en servicio*. Las sesiones se abrieron con una serie de conferencias a cargo de destacados especialistas en la temática de cada una de ellas. Durante las mismas se presentaron y discutieron veinte trabajos.

Como introducción a los mencionados temas, en la Sesión de Apertura de la Asamblea, se presentó la Conferencia Houdremont, para dictar la cual el Instituto Internacional de la Soldadura designa siempre a un técnico de prestigio en el campo de esta especialidad. En esta ocasión, Mr. J. Wardenier, de los Países Bajos, pronunció la titulada *Diseño y fabricación de estructuras soldadas*. Esta Conferencia fue presidida por el Sr. Aza Pendás, Vicepresidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Conjuntamente con la Asamblea se celebró un Coloquio Internacional dedicado al tema *La corrosión de estructuras soldadas y recipientes a presión*.

A este Coloquio, que se celebró en cuatro sesiones: *I-Materiales*, *II-Procedimientos de soldadura para mejorar la resistencia a la corrosión*, *III-Comportamiento frente a la corrosión de los materiales soldados* y *IV-Aplicaciones industriales*, a las que se presentaron dieciocho trabajos, diez de ellos de autores españoles.

Para ofrecer un panorama más amplio de la actividad industrial y de investigación de Madrid, se organizaron visitas técnicas a Madrid Láser; Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial; Parque Tecnológico de Madrid; Construcciones Aeronáuticas S.A.; Centro de investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas; Repsol Petróleo y Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Así mismo se organizó una Exposición de Empresas, Centros y Publicaciones.

## **8º Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas**

### **1ª Reunión Iberoamericana de Síntesis y Procesamiento de Materiales por Láser**

### **VII Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie TRATERMAT '98**

*Madrid, 26-29 de mayo de 1998*

Los cambios que se vislumbraban, tanto para la organización del CENIM como del





propio Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con ocasión de la celebración del 7º Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas, se pusieron de manifiesto con toda claridad con motivo de este 8º Congreso. En primer lugar, habían transcurrido ocho años desde la celebración del Congreso anterior. Tras él, parece que se puso en duda la conveniencia de celebrar el siguiente. Había ocurrido que, en dos ocasiones anteriores, el Instituto del Hierro y del Acero y el CENIM habían celebrado Asambleas conjuntamente con otras prestigiosas organizaciones.

El I.H.A., por encargo del Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición, celebró su IV Asamblea General haciéndola coincidir con el 26 Congreso Internacional de Fundición.

También el CENIM, en su I Asamblea General, incluyó la celebración de una Reunión Conjunta con su equivalente británico, el Iron and Steel Institute.

Ahora, el 8º Congreso de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas se iba a celebrar simultáneamente con el VII Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie, TRATERMAT '98, y con la I Reunión Iberoamericana de Síntesis y Procesamiento de Materiales por Láser.

El Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie, TRATERMAT, se había convertido ya en una reunión clásica de expertos en la materia en la que el CENIM colaboraba con la Asociación Técnica Española de Estudios Metalúrgicos (ATEEM) y con INASMET. El CENIM tuvo ocasión de ser el organizador de la edición correspondiente a 1988. Por su parte, la I Reunión Iberoamericana de Síntesis y Procesamiento de Materiales por Láser tuvo su origen en una idea del CENIM, que ya en 1986, promoviendo nuevas líneas de trabajo, organizó una Jornada sobre Aplicación del Láser en Metalurgia. Para la I Reunión Iberoamericana, el



Mesa presidencial de la Sesión de Apertura. Sr. Pero Sanz, representante de la DG XII de la C.E.E., Sr. Lora Tamayo D'Ocon, Vicepresidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sr. Nombela, Presidente del mismo, Sr. Formoso, Director del CENIM, y Sr. Canadell, Coordinador del Área de Materiales del Consejo.

CENIM contó con la colaboración del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología (CYTED).

A lo largo de los tres días de duración, se cumplió una apretada agenda de sesiones paralelas a las reuniones. La presentación de trabajos fue oral en unos casos y para otros se organizó una Exposición de Paneles que se hizo coincidir con una Exposición Industrial en la que prestigiosas firmas tuvieron ocasión de dar a conocer sus últimos adelantos en equipos y técnicas.



Los Sres. González Peña y Medina, Vicedirector Científico del CENIM.

de las transformaciones sufridas, de la soldadura y de sus procedimientos de acabado, sin olvidar la influencia que su fabricación y su uso ejercen sobre el medio ambiente.

Al 8º Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas se presentaron alrededor de un centenar de trabajos relacionados con los problemas planteados por la fabricación del acero, el estudio de la interrelación estructura-propiedades de una amplia variedad de materiales, que van desde el acero a la cerámica, pasando por las aleaciones ligeras y las superaleaciones, el comportamiento en servicio de estos materiales, las técnicas empleadas en los análisis químicos, su vida en servicio y su reciclado.

El VII Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos y de Superficie, TRATERMAT '98, supuso una nueva etapa en la puesta al día de las innovaciones existentes en este campo, tanto en lo que se refiere a las tecnologías del tratamiento térmico y de superficie como en lo relacionado con los equipos que se utilizan. Estos temas se discutieron a lo largo de 120 presentaciones orales o en forma de *poster*.

En la I Reunión Iberoamericana de Síntesis y Procesamiento por Láser se presentaron trabajos relacionados con el tratamiento y la modificación de superficies con láser, las técnicas utilizadas y sus aplicaciones, el corte, el taladrado y la soldadura. Estas técnicas tienen cada día más aplicaciones en todos

A estos Congresos asistieron más de 300 personas que desarrollaban su actividad profesional en el sector de los materiales, y que pertenecían a empresas industriales, a la Universidad y a diversos centros tecnológicos. Los trabajos presentados, en su conjunto, ofrecían una visión de la situación del momento en el campo de los materiales, tanto desde el punto de vista de los productos obtenidos como de los procesos seguidos para su fabricación, de



El Sr. López Gómez, Vicedirector Técnico del CENIM.

los campos y en la Reunión se destacaron los métodos aplicables a los materiales metálicos.

El interés de estos Congresos se vio reflejado en el apoyo prestado por quince patrocinadores, que dieron mayor realce al desarrollo de los mismos.

Con su organización, el CENIM inició una nueva etapa con un compromiso de continuidad, renovando los esfuerzos para acercar a la Ciencia y a la Industria, aspecto que ha caracterizado desde siempre sus actividades de investigación tanto científicas como tecnológicas.



Los Sres. Cores, López Mateos y López Gómez.



Los Sres. De Damborenea, Carsí, Formoso y Ruano, del CENIM.

Según palabras del Sr. Nombela Cano, Presidente del CSIC, pronunciadas con ocasión de la Sesión de Apertura de los Congresos, «la nutrida representación del sector industrial presente en estas reuniones demuestra que ha sido acertado mantener estos encuentros para intercambiar y discutir experiencias, para un mejor entendimiento e interacción y, en definitiva, para conocerse mejor y ayudarse mutuamente. La significativa representación de la Universidad y otros centros de investigación pusieron de manifiesto que los esfuerzos del CSIC, y en concreto del CENIM, son entendidos y comparados por las instituciones presentes a las que nos sentimos muy próximos»

## IX Congreso de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas (CTM 2003)

*Madrid, 5-7 de noviembre del 2003*

El IX Congreso de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas (CTM 2003) se celebró en Madrid durante los días 5 a 7 de noviembre de 2003.

El Congreso, para el que el CENIM contó con la colaboración del Ministerio de Ciencia



y Tecnología y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, reunió a 187 participantes, procedentes de 14 países, que presentaron un total de 157 comunicaciones.

La Sesión de Apertura del Congreso se celebró en los salones del Hotel Eurobuilding, de Madrid, sede del Congreso, y estuvo presidida por el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sr. Lora Tamayo, acompañado por el Sr. Dabrio, Coordinador Institucional del CSIC para la Comunidad de Madrid, Sres. Morcillo Linares, Medina Martín y López Gómez, Director y Vicedirectores del CENIM, respectivamente, cuya magnífica labor y dedicación en la organización del Congreso permitió que el desarrollo del mismo resultase un gran éxito.

Abrió la Sesión el Director del CENIM y Presidente del Comité Organizador del Congreso, Sr. Morcillo Linares, quien, en primer lugar, agradeció la presencia del Sr. Lora Tamayo. A continuación, recordó las anteriores Asambleas y Congresos celebrados por el CENIM para después presentar el Centro a los numerosos congresistas extranjeros asistentes. Para terminar, el Sr. Morcillo Linares agradeció al Consejo Superior de Investigaciones Científicas la ayuda que el CENIM venía recibiendo estos últimos años para rejuvenecer sus antiguas infraestructuras, ayuda que, sin

embargo, añadió, resultaba totalmente insuficiente para convertir el CENIM en un centro de investigación moderno y funcional.

Cerró la Sesión el Sr. Lora Tamayo, quien resaltó la importancia del Congreso como foro de encuentro de especialistas y como medio de difusión de las actividades científicas y tecnológicas en el campo de la metalurgia. En contestación a



Inauguración del IX Congreso de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas (CTM 2003).

la petición que le había hecho el Sr. Morcillo, manifestó que la Presidencia del Consejo creía necesaria y urgente una remodelación del CENIM y en ese sentido figuraba como actuación destacada a realizar en el Plan Estratégico del Organismo para el período 2004-2007.

Las comunicaciones presentadas se agruparon en los siguientes apartados:

- Deterioro y tratamiento de superficies (45 trabajos)
- Metalurgia física (62)
- Metalurgia extractiva no férrea (8)
- Reciclado de materiales metálicos e impacto medioambiental (13)



El Prof. R.W. Cahn.



El Prof. E. Otero.

- Fabricación de arrabio (14)
- Soldadura y nuevas técnicas de unión (8)
- Arqueometalurgia (5)
- Otros (2)

Además de estas comunicaciones, se pronunciaron tres Conferencias Plenarias y dos Conferencias Invitadas. Las primeras fueron:

- *Physical Metallurgy. Present, past and future*, por R. W. Cahn, del Departamento de Ciencia de los Materiales y Metalurgia de la Universidad de Cambridge.
- *Aceros inoxidables de nuevo diseño resistentes a la corrosión localizada*, por E. Otero Huerta, Catedrático de la Universidad Rey Juan Carlos.
- *CO<sub>2</sub>. Problems and Wastes Recycling Research at The Institute of Ferrous Metallurgy*, por A. Babich, C. Fröling, O.S. Kweon, S. Wang y T. Wieting, del Departamento de Metalurgia Física de la Universidad de Aquisgrán, presentada por H.W. Gudenau. Las Conferencias Invitadas fueron:
- *Intermetallics: Past, Present and Future*, por D.G. Morris y M.A. Muñoz García, del Departamento de Metalurgia Física del CENIM.



El Prof. H.W. Gudenau.



El Prof. D.G. Morris.



El Prof. F. Obeso.

- *Investigación sobre acero en el nuevo Fondo de Investigación para el Carbón y el Acero (RFCs) de la Unión Europea*, por F. Obeso y F. Reparaz, de Aceralia, Sidenor.

Antes de la Sesión de Clausura y presidida por la Directora General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, Sra. Sánchez Ayuso, se celebró una Mesa Redonda bajo el título *La industria metalúrgica y el medio ambiente: Retos en I+D+i*, en la que, desde los puntos de vista de diversos sectores de la industria, se abordaron las distintas tendencias en investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, así como los retos relacionados con la protección del medio ambiente que tiene planteados dicha industria junto a las consecuencias que la superación de los mismos puede tener en la fabricación de algunos materiales metálicos.



Acto de Clausura del IX Congreso de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas (CTM 2003).

También se trataron diversos asuntos sobre la legislación relacionada con el medio ambiente y los retos en el reciclado de envases metálicos y en la fabricación de materiales galvanizados. Asimismo, se estudiaron los problemas que plantea la fabricación de materiales galvanizados y la influencia de los acuerdos y el protocolo de Kyoto sobre la industria siderúrgica.

La Directora General de Investigación anunció la aprobación, en la reunión del Consejo de Ministros, celebrada el día 7 de ese mismo mes de noviembre, del Plan Nacional de Investigación, que contaría con importantes ayudas para el Desarrollo de Tecnologías Limpias, Desarrollo Sostenible y Ciencias de la Salud.

En la Mesa Redonda también participaron los Sres. Oliver (UNESID); Ruiz Martínez (ATEG); Martínez (Atlantic Copper); Álvarez (ECOACERO) y Aballe Caride (Hill & Knowlton)

En el transcurso de una Cena de Gala, presidida por el Sr. Jiménez Arroyo, Secretario General del CSIC, se entregaron los Premios CTM 2003 concedidos por la Junta de Instituto del CENIM.

Estos Premios fueron otorgados a:

- ACERALIA, empresa que viene colaborando con el CENIM desde hace más de 30 años

- Sr. Palacios Reparaz (LABEIN)
- Sr. Otero Huerta (Universidad Rey Juan Carlos)

Asimismo, un jurado compuesto por el Prof. C. Ranninger Rodríguez, Catedrático de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid; el Prof. Alejandro Ureña, Catedrático de la Universidad Rey Juan Carlos, de Madrid, y el Sr. Bertrand, Vicepresidente de SIDENOR I+D acordó entregar una serie de premios a los mejores trabajos que, en forma de *posters*, habían sido presentados al Congreso.

Estos Premios recayeron en los trabajos titulados *Caracterización superficial de nuevos pretratamientos a base de silanos aplicados sobre aluminio*, de M. Gener Moret, B. Chico González, D. de la Fuente García, J. Simancas Peco y M. Morcillo Linares, y *Aplicaciones de las técnicas de EBSD al estudio de la transformación alfa – beta en aceros microaleados*, de E. Cortina, A. Iza-Mendía, B. López e I. Gutiérrez.

Doña Matilde Sánchez Ayuso presidió también la Sesión de Clausura del Congreso, acto en el que estuvo acompañada por el Coordinador del Área de Ciencia y Tecnología de Materiales del CSIC, Sr. Rodríguez Elipe, por el Director del CENIM, Sr. Morcillo Linares y por los Vicedirectores del mismo, Sres. Medina Martín y López. Gómez.

Correspondió al Sr. Medina Martín pronunciar el discurso de clausura, en el que resumió los aspectos más relevantes del Congreso.

La presentación de los 157 trabajos recibidos se realizó en 20 sesiones técnicas de forma oral y una sesión de *posters*. Los trabajos presentados se distribuyeron de la siguiente forma: tres conferencias plenarias, dos conferencias invitadas, 106 conferencia orales y 46 trabajos en forma de *posters*.

Para terminar su intervención, el Sr. Medina Martín expresó en nombre del Comité Organizador su agradecimiento a todas las personas y entidades que habían colaborado para hacer posible la celebración del IX Congreso de Ciencia y Tecnología Metalúrgicas.

Simultáneamente al Congreso, se celebró una Exposición de carácter comercial a la que concurrieron algunos de los más importantes fabricantes de equipos para la preparación de todo tipo de muestras y la realización de ensayos para la investigación.

## OTRO TIPO DE REUNIONES

Además de las Asambleas y Congresos descritos, que el CENIM y sus predecesores organizaban con cierta regularidad, tanto estos como aquel, organizaron también numerosas e importantes reuniones de carácter monográfico en las que se trataban interesantes aspectos de técnicas, tratamientos, etc. relacionados con diferentes campos de la metalurgia.

A continuación, se describen brevemente algunos de ellos.



### REUNIÓN CONJUNTA CENIM-METALS SOCIETY

#### Nuevos aspectos de la conformación y el tratamiento térmico de los metales

*Madrid, 23 y 24 de septiembre de 1974*

En 1974, conjuntamente con la Metals Society, de Gran Bretaña, el CENIM organizó una Reunión en la que, bajo el título «Nuevos aspectos de la conformación y el tratamiento térmico de los metales», destacados especialistas vinculados a las entidades organizadoras y a empresas de los dos países,



Sesión de Apertura de la Reunión Conjunta CENIM-Metals Society.

presentaron trece conferencias relacionadas con las técnicas motivo de la reunión.

Este tipo de reuniones eran muy bien acogidas por los técnicos e investigadores españoles, ya que, con frecuencia, a los primeros les permitían resolver problemas con los que se encontraban en su quehacer diario, y a los segundos, contrastar

los resultados de sus trabajos con los obtenidos en otros países.

La Sesión de Apertura estuvo presidida por los Sres. Sistiaga Aguirre, Director General de Promoción Industrial y Tecnología, Boned Sopena, Director en funciones del CENIM, y Mr. D.S. Clack, Presidente del Comité de Tratamientos Térmicos de The Metals Society.

En la primera sesión técnica, que, al igual que las dos siguientes, se celebró en el Salón de Actos de Patronato Juan de la Cierva, y bajo la pre-



sidencia de los Sres. Clack y Calvo Calvo, se presentaron y discutieron los siguientes cinco trabajos:

- *Metalurgia de los aceros obtenidos mediante laminación controlada*, por R. Priestner, del Departamento de Metalurgia, del Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Manchester (UMIST).
- *Extrusión de aleaciones ligeras*, por E. Louis, de la Empresa Nacional del Aluminio, España.



Asistentes a una de las Sesiones Técnicas.

- *Estado actual de la fabricación de la tubería sin soldadura de acero inoxidable en España*, por L.M. Villar, de Tubacex, S.A. España.
- *Producción de grandes piezas forjadas. Problemas metalúrgicos*, por S. Fernández, de Astilleros Españoles, S.A. Factoría Siderúrgica de Reinos, España.
- *Soldadura mediante explosivos*, por B. Crossland, del Departamento de Ingeniería Mecánica de The Queen's University, Belfast, Gran Bretaña.

La segunda sesión técnica estuvo presidida por Mr. T. Bell y por el Sr. García Poggio. Se presentaron los trabajos:

- *Tecnología de la fabricación de alambres y cordones para pretensados*, por J. Jiménez, de Nueva Montaña Quijano, S.A., España.
- *Control de calidad en los procesos de forja con estampa*, por J.M. Palacios Reparaz, J.I. Orbegozo y G. Rosado, de Echevarría, S.A., España.
- *Selección y tratamiento térmico de aceros para herramientas*, por C.A. Montreal, Tuddeholm, Birmingham, Gran Bretaña.
- *Templabilidad y eficacia del tratamiento térmico*, por K. Sachs, G.T. Brown y T.V. Smith, del Centro Tecnológico del Grupo GKN, de Gran Bretaña.

La tercera y última sesión técnica estuvo presidida por los Sres. G.T. Brown y F. Tombelle. Los trabajos que se presentaron a la misma fueron los siguientes:

- *Carbonitruración austenítica*, por J.M. Belló Berbegal, B.J. Fernández González y F. Medina García, del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, España.

- *Nitrocementación ferrítica*, por T. Bell, del Departamento de Metalurgia y Ciencia de los Materiales, de la Universidad de Liverpool, Gran Bretaña.
- *Tratamiento térmico de metales en vacío*. Temple y soldeo fuerte, por R. Reynoldson, Metvac, Ltd., Gran Bretaña.
- *Control de atmósferas cementantes*, C. Dawes y D.F. Tranter, The Lucas Electrical Co., Gran Bretaña.

TRATERMAT

## **I Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos TRATEERMAT'84**

### **XVII Conferencia Internacional de Tratamientos Térmicos**

*Barcelona, 9 a 12 de mayo de 1978*



La XVII Conferencia Internacional de Tratamientos Térmicos, auspiciada por la Asociación Internacional de Tratamientos Térmicos y organizada conjuntamente por la Asociación Técnica Española de Estudios Metalúrgicos (ATEEM) y por la Asociación Técnica de Tratamientos Térmicos tuvo lugar en Barcelona, en el Recinto Ferial de Montjuic durante los días 9 a 12 de mayo de 1978. La



Mesa Presidencial de la XVII Conferencia Internacional de Tratamientos Térmicos, encabezada por el Presidente de la Generalidad de Cataluña, Sr. Tarradellas.

Clausura se celebró en un solemne acto en el Palacio de las Reales Aras, también en la Ciudad Condal.

El Comité de Honor de esta Conferencia estuvo integrado por las más destacadas personalidades de la vida social y universitaria de Cataluña encabezado por el Presidente de la Generalidad, Sr. Tarradellas.

El CENIM participó en esta Conferencia de manera muy destacada con la presencia de sus técnicos interesados en la materia de la conferencia y que presentaron los siguientes trabajos:

- *Sobre la incorporación de carbono en el acero a partir de atmósferas endotérmicas propano-aire*, por J. M<sup>a</sup> Belló Berbegal, P. Martín, B. J. Fernández González y J. Ruiz Martínez.
- *Aplicación práctica del modelo matemático SFAC al cálculo de los datos tecnológicos en aceros de baja aleación*, por M. Carsí Cebrián y M. P. de Andrés Sanz.
- *Propiedades mecánicas y tratamientos térmicos en aceros C-Mn (1,20-1,60 Mn). Transformaciones en enfriamiento continuo*, por C. García de Andrés y M. P. de Andrés Sanz.
- *Tratamientos térmicos, estructuras y propiedades mecánicas de los aceros moldeados Cr-Mo (1% Cr-0,2% Mo). Transformaciones en enfriamiento continuo*, por M. P. de Andrés Sanz y C. García de Andrés.

Dada la importancia de la materia tratada y del interés suscitado en los sectores industriales interesados en ella, en especial en el de la automoción, unos años más tarde, el INASMET, la ATEEM y el CENIM decidieron organizar el I Congreso Nacional de Tratamientos Térmicos (TRATERMAT 84), que se celebraría en el Palacio de Congresos de Barcelona del 11 al 13 de abril de 1984. La organización directa del Congreso recayó en la ATEEM, que contó con la colaboración de INASMET y del CENIM.

A este I Congreso Nacional se presentaron 14 trabajos agrupados en tres Sesiones Técnicas. Los especialistas del CENIM presentaron los siguientes:

- *Comportamiento a la fatiga de los aceros moldeados C-Mn y Cr-Mo*, por M. P. de Andrés Sanz y C. García de Andrés,
- *Particularidades en el control de las atmósferas para cementación*, por J. M<sup>a</sup> Belló Berbegal y B. J. Fernández González y
- *Modelo matemático para el cálculo de la templabilidad en aceros de automoción*, por M.P. de Andrés Sanz y M. Carsí Cebrián.

Como consecuencia del éxito alcanzado con esta primera edición, y dado el interés mostrado por los especialistas en la materia, tanto en los dedicados a la investigación como en quienes desarrollaban sus actividades en el campo industrial, las tres instituciones implicadas consideraron interesante que el Congreso tuviese una frecuencia regular.

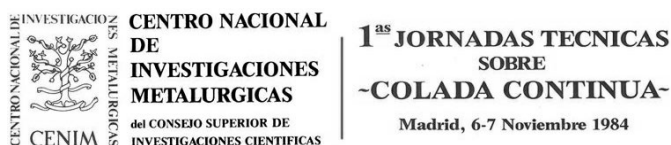
Así, convocaron el II Congreso TRATERMAT, que en esta ocasión se celebraría en San Sebastián durante los días 19 a 21 de noviembre de 1986.

De este modo, el Congreso continuó celebrándose sucesivamente en Madrid en 1988, en Zaragoza en 1990, de nuevo en Barcelona en 1992, y en San Sebastián en 1995. En esta edición, se sumó a los organizadores habituales, y con carácter permanente, la Asociación de Tratamientos Térmicos del País Vasco. Las convocatorias siguientes se celebraron en Madrid en 1998, ocasión en la que estuvo presidido por el Director del CENIM Sr. Formoso Prego, en Barcelona en el año 2000, conjuntamente con IBERMET VI, en San Sebastián en 2003 y en Sevilla en 2005. Está previsto celebrar en Valencia, en el año 2008, la XI edición de TRATERMAT.

La organización de los Congresos siempre ha corrido a cargo de INASMET, la ATEEM y el CENIM, pero en los celebrados en ciudades distintas

de San Sebastián, Barcelona o Madrid, como es el caso de los celebrados en Zaragoza en 1990 o en Sevilla en 2005, colaboraron con dichos organismos, entidades locales interesadas en la materia. Por ejemplo, en Zaragoza participaron en la organización la Fundación Empresa, la Universidad de Zaragoza y la Cámara de Comercio y en Sevilla intervinieron el Centro de Materiales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad de dicha ciudad andaluza.

Además, el V Congreso se celebró conjuntamente con el I Congreso Iberoamericano de Tratamientos Térmicos, y a partir del VI Congreso se dedicó atención al Tratamiento de Superficies, que se incorporó de forma permanente a las materias habituales de todos los Congresos que se celebraron posteriormente.



## COLADA CONTINUA

*Madrid, 6 y 7 de noviembre de 1984*

Los días 6 y 7 de noviembre de 1984, y con motivo del gran auge que en esa época alcanzó la colada continua, el CENIM organizó una reunión sobre esta materia, que se celebró en Madrid, en el Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. A la I Sesión Técnica, que estuvo presidida por el director del CENIM, D. Alfonso J. Vázquez Vaamonde, se presentaron los siguientes trabajos:



El Sr. Vázquez, Director del CENIM, acompañado por el Sr. Trillas, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y por los Sres. Rico, Presidente del Consejo Técnico Administrativo del CENIM; Torres, Vicepresidente de Hispano Química; y Formoso, Jefe de la Unidad de Investigación de Siderurgia del CENIM, en la Sesión de Apertura de las Primeras Jornadas Técnicas sobre Colada Continua.

- *Equipo y operación de colada de la fábrica Yawata, de Nipón Steel Co.*, por Akira Miura, de Nippon Steel Co.
- *Equipo y operación del proceso CC-DR en la fábrica Sakai de Nippon Steel Co.*, Michiyasu Honda, de Nippon Steel.
- *Estado actual de la colada continua en España*, por M. Fernández López, del CENIM.
- *Análisis del defecto de grieta estrella en desbastes de colada continua*, por J.L. Pol, de la Acería de Veriña, de ENSIDESA.



El Sr. Akira Miura.

A la II Sesión Técnica, se presentaron los trabajos:

- *Propiedades físicas y químicas de los lubricantes de colada continua. Comportamiento e influencia en el producto colado*, por D. M.A. Velasco, de Hispano Química-Prosider Internacional.
- *Evolución de la máquina de colada continua de CELSA*, por el equipo técnico de la Acería de CELSA.
- *Calidad de los aceros especiales de colada continua*, por J.M. Palacios Reparaz, Catedrático de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de Bilbao.

## JORNADAS TÉCNICAS SOBRE APLICACIONES DE HACES DE ELECTRONES Y LÁSER EN SOLDADURA

*Madrid, 19 y 20 de noviembre de 1984*

El CENIM, a través de su Departamento de Soldadura, y en colaboración con el Instituto Manfred von Ardenne y el Instituto Central de Técnicas de Soldadura, de la entonces República Democrática Alemana, organizó unas Jornadas Técnicas que se celebraron en el Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de Madrid. Estas jornadas estuvieron patrocinadas por la Embajada de la República Democrática Alemana y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Las Jornadas se iniciaron con la intervención del Director del Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, R. Bartel, que presentó los trabajos: *Tecnologías avanzadas en el Instituto de Investigación Manfred von Ardenne, Soldadura por haz de electrones y Modificación de superficies por haz de electrones*.

A continuación, W. Altmann, Director del Kombinat Lokomotivbau Elektrotechnische Werke, presentó su trabajo *Instalaciones de haz de electrones para metalurgia*.

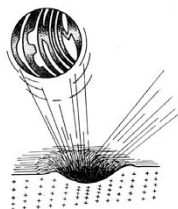
La segunda sesión de estas Jornadas comenzó con la presentación, por parte de K.R. Schulze, Director del Zentralinstitut für Schweisstechnik, de su conferencia *Soldadura y tratamiento de superficies con haz de electrones. Tecnologías avanzadas para la industria del metal*.

El Director del Kombinat Elektrogerate Fürstemwalde, L. Rauch, leyó su trabajo *Procedimientos y equipos para soldadura de chapa fina*. Las Jornadas terminaron con la intervención de H. Simler, Director del Kombinat Schweisstechnik Finsterwalde, que pronunció la conferencia titulada *Participación y aplicaciones del corte por radiación de plasma*.



**1.º SEMINARIO ESPAÑOL  
SOBRE TRATAMIENTO DE  
COMPRESION SUPERFICIAL POR  
GRANALLADO**

Madrid, 27 de febrero de 1992



**1.º SEMINARIO ESPAÑOL SOBRE EL TRATAMIENTO DE COMPRESIÓN  
SUPERFICIAL POR GRANALLADO**

*Madrid, 27 de febrero de 1992*

El CENIM trató siempre de conservar las buenas relaciones que los anteriores Institutos habían establecido con las organizaciones afines de otros países. Asimismo, el CENIM también había establecido contactos con determinadas empresas que dedicaban atención a la investigación.

Así, en 1992, dentro de este marco y conjuntamente con Metal Improvement Co. (M.I.C.) de Francia, y con la colaboración de los centros técnicos franceses especializados en el estudio de la fatiga y del tratamiento de superficies por granallado, como el Centre Technique des Industries Mécaniques, (CETIM), de Senlis, y la Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers (ENSAM), de Aix en Provence, el CENIM organizó un Seminario con el objetivo de discutir las posibilidades del empleo de esta técnica para el tratamiento de piezas sometidas a sollicitaciones elevadas.

La sede del Seminario se estableció en los locales de la Escuela de Organización Industrial. Las conferencias presentadas se incluyeron en dos apartados: *I.- Aspectos teóricos y II.- Aspectos prácticos*.

**I. Aspectos prácticos**

- *¿Qué es el granallado de pretensión?* por J.Y. Thiculeux (M.I.C.).

- *La fatiga de los materiales metálicos. Influencia del estado de tensiones, acritud y acabado de superficie*, por J.F. Flavenot (CETIM).
- *Modelación de las tensiones residuales de la relajación térmica y bajo cargas cíclicas. Previsión de la duración de vida en fatiga*, por L. Castex (E.N.S.A.M.).

## II. Aspectos teóricos

- *Análisis de fallos en servicio debidos a problemas en fatiga, corrosión bajo tensión, por ludimiento y gripado*, por V. López Serrano (CENIM).
- *Método iterativo para medida de tensiones residuales por el método del orificio ciego*, por J. Durán Ardila, J. Fernández-Sáez, José María Amo Ortega y J. Chao Hermida (CENIM).



El Sr. Amo Ortega durante la presentación de su trabajo.

- *Controles del tratamiento del granallado de pretensión*, por J.Y. Thieuleux (M.I.C.).



Aspecto de la Sala durante la inauguración del Primer Seminario Español sobre el Tratamiento de Compresión Superficial por Granallado.

- *Aplicaciones sobre pistones*, por A. González (TRW Torfinasa)
- *Las aplicaciones del granallado de pretensión*, por C. Diepart (M.I.C.).
- *Aplicación del shot peening en el mantenimiento de la industria aeronáutica*, por J.J. Zubeldia (Iberia).
- *Caracterización de un deficiente estado de tensiones residuales originado por granallado en muelles de tren*, por S. Sánchez Beitia (ETS. de Arquitectura de San Sebastián).
- *Aplicación del shot peening al sistema de frenado*, por P. Martínez Landa (Frenos Iruña, S.A.L.).



**15<sup>TH</sup>  
INTERNATIONAL  
CORROSION  
CONGRESS**  
GRANADA (SPAIN)  
SEPTEMBER 22 TO 27, 2002

## 15º CONGRESO INTERNACIONAL DE CORROSIÓN

*Granada, 22-27 de septiembre de 2002*

El primer intento de promover la convocatoria de un foro en el que expertos en corrosión de todo el mundo pudiesen intercambiar información sobre la materia se produjo en la Gran Bretaña a comienzos de los años 60.

Con el apoyo de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada y del Ministro del Consejo Británico para la Ciencia, sir Henry Melville, se preparó un plan para celebrar un Congreso Internacional sobre la Corrosión Metálica. La primera edición de este Congreso se celebró en Londres en 1961.

Durante la celebración de la 14ª edición, que tuvo lugar en Ciudad del Cabo (África del Sur), se acordó que la siguiente edición se celebrase en España, concretamente en Granada, entre los días 22 y 27 de septiembre de 2002. La sede estaría en el Palacio de Exposiciones y Congresos.

El Congreso se celebraría bajo los auspicios del Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través del CSIC, y de la Sociedad Española de Química Industrial. El CSIC encargó de la organización del Congreso al CENIM por medio de su Departamento de Ingeniería de los Materiales, Degradación y Durabilidad.

El Comité Organizador, presidido por el Director del CENIM, Sr. Morcillo, contó con la colaboración de numerosos expertos en corrosión y como Primer y Segundo Vicepresidentes, con los Sres. Landolt (Suiza) y de Wit (Países Bajos), Presidente y Vicepresidente Primero, respectivamente, del International Corrosion Council, institución patrocinadora de estos Congresos.





Palacio de Exposiciones y Congresos de Granada, sede del 15º Congreso Internacional de Corrosión.



Mesa Presidencial en la Sesión de Apertura del Congreso. (De izq. a dcha.), los Sres. Costa, Pourbaix, Landolt, Lora-Tamayo D'Ocon, Cruz Jiménez, De Wit y Morcillo Linares.



Mr. Landolt, Presidente del International Corrosion Council.



D. Manuel Morcillo Linares.

Del éxito de la convocatoria da medida el número de asistentes, que se cifró en más de 600 procedentes de 64 países. El número de participantes españoles ascendió a 85.

El programa científico del Congreso, que se desarrolló con gran éxito, incluía la lectura de las cinco conferencias plenarios siguientes:

- *Electro-Mechanical Properties of Passive Metal Surfaces*, por Masahiro Seo, de la Universidad de Hokkaido (Japón),
- *Weather Influence of Corrosion of Reinforcements*, por M<sup>a</sup> Carmen Andrade, del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de Madrid.
- *Control of Microbiologically Influenced Corrosion in Oil and Gas Field Operations*, por Hartley Downs, de Baker Petrolite (EE.UU.),
- *Corrosion-Protective Quality of Organic Coatings and Interfacial Conditions at the Metal Surface and the Adjacent Coating Layer*, por Werner Funke (Alemania) y



Los Sres. Morcillo, De la Fuente y Cayuela durante su visita a la Sesión de *Posters*.

- *Passivity and Dynamics Systems*, por Carlos V. D'Alkaine, de la Universidad Federal de San Carlos (Brasil).

El programa incluía también 36 conferencias *keynotes*, 361 presentaciones orales distribuidas en 65 sesiones, que se celebraron simultáneamente en ocho salas, y 195 presentaciones en forma de *posters*.

El Comité Organizador del Congreso había citado a los asistentes para el domingo día 22 de septiembre a fin de entregar la documentación relativa al mismo, entre la que se incluía un CD ROM y un cuidado volumen que contenía los resúmenes de las conferencias presentadas al Congreso, además de una guía que permitía la fácil localización de las salas en el magnífico escenario ofrecido por el Palacio de Exposiciones y Congresos de Granada en el que la Sala de Conferencias principal tenía una capacidad de cerca de mil personas,

Tras el discurso del Presidente del Comité de Organización para dar la bienvenida a los asistentes, se celebraron ocho sesiones técnicas simultáneas, en cada una de las cuales se presentaba al menos una conferen-



El Dr. Feliu Matas (izq.) recibió el Premio al Mérito Científico otorgado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

cia magistral temática relacionada con la materia de que trataba la sesión. Estas conferencias fueron presentadas por las más destacadas personalidades de todo el mundo relacionadas con la corrosión.

El miércoles día 25, las sesiones se interrumpieron durante tres horas para que los congresistas pudieran asistir a la sesión de *posters*, a la que se habían presentado casi 200 de ellos.

Los trabajos presentados al Congreso se encuadraron en los once grupos siguientes:

- Recubrimientos y composites
- Corrosión a altas temperaturas, inhibidores y corrosión localizada
- Corrosión en el hormigón y su prevención
- Técnicas electroquímicas y otras técnicas
- Corrosión atmosférica y patrimonio cultural
- Corrosión microbiológica (MIC) y corrosión nuclear
- Tribocorrosión, agrietamiento por corrosión bajo tensión y corrosión-fatiga
- Aeroespacio, automoción y petróleo y gas
- Corrosión marina, biomateriales, corrosión bajo tierra y protección catódica
- Los fundamentos de la corrosión y el empleo de ordenadores
- Corrosión en soldaduras, en sistemas de distribución de aguas y en industrias de la alimentación. Aleaciones resistentes a la corrosión.

Al final del Congreso se entregaron diversos galardones. Los tres primeros Premios entregados fueron los que concede el Consejo Internacional de la Corrosión (ICC). El que se otorga al Presidente Saliente fue para el Prof. Landolt, de Lausana (Suiza), que había ocupado el cargo durante tres años. El Premio Marcel Pourbaix le fue entregado al Prof. V. Èřhal, de la Universidad Técnica de Ostrava (Rep. Checa), por sus destacados trabajos de investigación para el desarrollo de un ensayo para determinar la sensibilización a la corrosión intergranular mediante reactivación electroquímica potenciodinámica. A continuación, el Premio Edward Greco le fue entregado al D. Manuel Morcillo Linares, Director del CENIM y Presidente del Comité de Organización, por su labor en la organización del Congreso.

El siguiente Premio, instituido por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, le fue entregado a D. Sebastián Feliu Matas, del CENIM, por sus trabajos en el campo de la corrosión.

Por último, se entregó la Medalla Martí Franqués, que concede la Sociedad Española de Química Industrial, a la Sra. Elaine Bowman, Presidenta de NACE International, por sus trabajos en el campo de la Química.

Finalmente, para suceder al Prof. Dieter Landolt, se anunció el nombramiento del Sr. H. de Wit, de la TNO, de Delft (Holanda), como Presidente del Instituto Internacional de Corrosión durante los tres años siguientes.

# RELACIÓN ALFABÉTICA DE FUNCIONARIOS DE LOS INSTITUTOS DE LA SOLDADURA, DEL HIERRO Y DEL ACERO, DE METALES NO FÉRREOS Y DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS

## A

ABADÍA PÉREZ, Antonio  
 ABALLE CARIDE, Miguel  
 ACEITUNO CANTERO, Vicente  
 ADANERO NORA, Fernando  
 ADEVA RAMOS, Paloma  
 AGUADO AGUADO, José Luis  
 AGUDO NÚÑEZ, Filomena  
 AGUILAR OLLERO, Mercedes  
 ALARCÓN JIMÉNEZ, Sebastián  
 ALBERTI ÁLVAREZ, Mercedes  
 ALBIZURI HIGUERA, Gerardo  
 ALCAINA PÉREZ, Concepción  
 ALCALDE CORTIJO, Leoncio Tomás  
 ALCORIZA JIMENO, Fernando  
 ALDEA CUBERO, Pedro  
 ALFONSO OLIETE, José Luis  
 ALGUACIL PRIEGO, Antonio  
 ALGUACIL PRIEGO, Francisco José  
 ALGUACIL PRIEGO, Manuel  
 ALONSO BELTRÁN, Esther  
 ALONSO BLANCO, Ángeles  
 ALONSO FERNÁNDEZ, Rafael  
 ALONSO GÁMEZ, Manuel  
 ALTOLAGUIRRE GAVARRET, Ana  
 ALUMBREROS PÉREZ, Manuel  
 ALUMBREROS SERRANO, Carmen  
 ALUMBREROS SERRANO,  
 Constantino  
 ÁLVAREZ DE BRITO, José Miguel  
 ÁLVAREZ GARCÍA, José Emilio  
 ÁLVAREZ MORENO, Luisa Fernanda  
 ÁLVAREZ RIVAS, José Luis

ÁLVAREZ SAUZ, Jesús  
 ÁLVAREZ TEJERA, Plácido  
 AMER AMEZAGA, Sebastián  
 AMO ORTEGA, José María  
 AMORES FERNÁNDEZ, Agustín  
 ANDRÉS ÁLVAREZ, Francisco  
 ANDRÉS GONZÁLEZ, Rosario  
 ANDRÉS JIMÉNEZ, José Antonio de  
 ANDRÉS MARTÍN, José Luis  
 ANDRÉS SANZ, Miguel Pedro de  
 ANDRIEU JUSTE, Ascensión  
 ANEGÓN RIVERA, Antonio  
 ANGUITA RUIZ, Francisco Javier  
 ANGULO CASTILLO, Antonio  
 ANTOLÍN BLANCO, José María  
 APARICIO MESONES, Montserrat  
 ARAMBURU MAQUA, Rocío  
 ARANGUREN, Félix  
 ARAUJO BARRIGA, Victoriano  
 ARCAS MECA, Agustina  
 ARENAL MURILLO, Rafaela  
 ARENAS VARA, María Ángeles  
 ARIAS GUTIÉRREZ, José Juan  
 ARNAIZ GONZÁLEZ, Felicísima  
 ARRIAGA DE LA RICA, Carmen  
 ASENSIO GONZALO, Fermín Juan  
 ASÚA OTADUY, José María  
 AVENDAÑO SOLERA, Amadea  
 AYALA MONTES, Juliana Nancy

## B

BADIOLA AIZPURU, Fructuoso  
 BARBA SÁNCHEZ, Enrique

BARQUINERO LAVÍN, Francisco  
 BARQUINERO LAVÍN, Ramón  
 BARRANTE ANDRADE, Juan Andrés  
 BARREIRO ZABALA, Luis  
 BARRENECHEA ABERASTURI,  
 Jorge  
 BARTOLOMÉ GARCÍA, María Jesús  
 BARTOLOMÉ PASCUAL, Ramón  
 BARTOLOMÉ SEVILLANO, Miguel  
 BÁSCONES CASAS, José Luis  
 BASTIDAS RULL, José María  
 BELLÓ BERBEGAL, José María  
 BENGOCHEA SETIÉN, Pascual  
 BENITO OLALLA, Petra  
 BERBEL FERNÁNDEZ, Juan  
 BERLÍN LLORELLA, Antonio  
 BERLÍN SANCHO, Pedro  
 BERMEJO CERCADILLO, José María  
 BERMEJO MARTÍNEZ, Julio  
 BERMEJO MORENO, Juana  
 BERMÚDEZ DE CASTRO  
 Y MOSQUERA, José María  
 BESCANSÀ GUTIÉRREZ  
 DE CEBALLOS, Enrique  
 BESCÓS LASIERRA, Fernando  
 BLANCO ÁLVAREZ, Fernando  
 BLANCO ÁLVAREZ, Olegario  
 BLAYA FERNÁNDEZ, Antonio  
 BLÁZQUEZ ÁLVAREZ, Isaac  
 BLÁZQUEZ ÁLVAREZ, Jesús  
 BLÁZQUEZ SÁNCHEZ, Nicanor  
 BONED SOPENA, José Antonio  
 BRAVO BARRADO, Eduvigis  
 BRAVO MARTÍN, Isabel  
 BRAVO TÉLLEZ, Francisco  
 BRIS VIAITO, José Luis  
 BUENO BUENO, Alfonso  
 BUENO DE LUCIO, Francisca  
 BUENO VIÑUALES, Emerenciano  
 BUÑUEL BUÑUEL, Juana María  
 BUÑUEL TALLADA, María del Pilar  
 BUÑUEL TALLADA, Miguel  
 BUÑUEL ZAERA, Ramón  
 BUSTELO VÁZQUEZ, Francisco

## C

CABELLO AGUILAR, María  
 Auxiliadora  
 CABELLO EREÑA, Enrique  
 CABRERO ALONSO, María Esperanza

CACHÁN SANTOS, Ángel  
 CACHO FALCÓ, Francisco  
 CADENA DEL AMO, Isabel  
 CALVO CALVO, Felipe  
 CALVO RODÉS, Rafael  
 CALVO ZALUSKOWSKI, Luis  
 CALZADA LÁZARO, Miguel Ángel  
 CAMACHO GÓMEZ, Antonia  
 CANCEDO PORTILLO, Julia  
 CANCEDO PORTILLO, Petra  
 CANDELA MUNAR, Miguel  
 CANO DE LA FUENTE, Rosa María  
 CANO DÍAZ, Emilio  
 CANO GÓMEZ, Juan  
 CANTERA FERNÁNDEZ, Rafael  
 Carlos  
 CAPDEVILA MONTES, Carlos  
 CARAZO GARCÍA, Valentín  
 CARBÓ ALCAÑIZ, José  
 CÁRDENAS VIRUEGA, Francisco  
 CARMENA UGENA, Gonzalo  
 CARRANCIO DE LA PLAZA, Hilarina  
 CARRASCOSA CÁRDENAS, Antonio  
 CARREÑO GOROSTIAGA, Fernando  
 CARRILLO MARTÍNEZ, Pedro  
 CARRIÓN PIERREZ, Carmen  
 CARSÍ CEBRIÁN, Manuel  
 CARUANA VELÁZQUEZ, Guillermo  
 CARVAJAL GÓMEZ, María Isabel  
 CASADO MELGUIZO, Luis Enrique  
 CASADO SUÁREZ, Cristina  
 CASAS ROLDÁN, Concepción  
 CASAS ROLDÁN, María de la Paz  
 CASASECA ARRIETA, José Luis  
 CASCAJO ROSENDE, Ángel  
 CASSE ANGUITA, Dolores  
 CASTADOT MAYOR, Martín  
 CASTADOT PRADERA, Miguel Ángel  
 CASTAÑERA MUÑOZ, Eugenio  
 CASTAÑO CORDERO, Josefa  
 CASTAÑO CORDERO, Venancio  
 CASTILLO HIDALGO, Juan del  
 CEBALLOS GÓMEZ, Juan José  
 CHACÓN ELICES, Juan  
 CHAO HERMIDA, Jesús  
 CHÁVARRI RODRIGUEZ, Bernabé  
 CHICO GONZÁLEZ, Belén  
 CLARA NIEVES, Antonio  
 CLAUDIO ORGAZ, Manuel  
 CLEMENTE RAMOS, Luis Ramón  
 COBO GUZMÁN, Antonio

COLÁS SANDOVAL, Luis  
 COLL GÓMEZ-TREVIJANO,  
 Guillermo  
 COMPANY BARCELÓ, Luis  
 CONDE DEL CAMPO, Ana  
 CORES SÁNCHEZ, Alejandro  
 CRAUS JORGE, María Josefa  
 CRESPO BENITO, María  
 CRESPO CAAMAÑO, Andrés  
 CRESPO GARCÍA, Mariano  
 CRISTINA DEL PESO, María  
 del Carmen  
 CRUZ CARABACHE, Manuel  
 CUADRA HERRERA, Antonio de la  
 CUBILLO PALACIOS, Clemente

**D**

DÁDER GUTIÉRREZ, Enrique  
 DAMBORENEA GONZÁLEZ, Juan  
 José de  
 DELGADO FERNÁNDEZ, José  
 DELGADO ORTEGA, Antonio  
 DELGADO VINUESA, Antonio  
 DÍAZ BAYO, Javier  
 DÍAZ FRAILE, Martín  
 DÍAZ RIEGO, María Victoria  
 DÍAZ RUIZ, Alfonso  
 DÍAZ-AGUADO ROS, Reyes  
 DOBLAS GÓMEZ, Pedro  
 DOMENECH CASALS, Jesús  
 DOMPABLO HERRANZ, Luis  
 DORADO LÓPEZ, María Teresa  
 DUQUE CASANOVA, José María  
 DURÁN ARDILA, Juan

**E**

ECHAGÜE MESTAYER, José María  
 ECHARRI MONTERO, María  
 del Pilar  
 ECHEVARRÍA ELORTEGUI, José  
 Ramón  
 EGUÍBAR MUÑIZ, Margarita  
 EGUÍBAR MUÑIZ, María Antonia  
 ELGUETA SÁNCHEZ, Demetrio  
 ELGUETA SÁNCHEZ, Pilar  
 ELIZAGÁRATE PÉREZ, Carlos  
 ENCINAS JUÁREZ, Ángel  
 ENCINAS PORRAS, Benedicta  
 ENCINAS PORRAS, Gregoria  
 ENRÍQUEZ BERCIANO, José Luis

ESCUADERO BAQUERO, María  
 Esther  
 ESCUDERO RINCÓN, María  
 Lorenza  
 ESPINOSA CILLA, Marcial  
 ESPINOSA DE LOS MONTEROS  
 CERNUDA, María del Carmen  
 ESPINOSA DE LOS MONTEROS  
 CERNUDA, Mercedes  
 ESTEBAN MARJALIZA, José  
 ESTEBAN RODRÍGUEZ, Nicasio  
 ESTEVAN BOLEA, María Teresa

**F**

FALCÓ CALVO, María Flor  
 FELIU BATLLE, Sebastián  
 FELIU MATAS, Sebastián  
 FERNÁNDEZ BALLESTEROS, Josefa  
 FERNÁNDEZ CUENCA, Celedonio  
 FERNÁNDEZ DE PALENCIA Y ROC,  
 Juan  
 FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Bernardo  
 Juan  
 FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, María  
 Josefa  
 FERNÁNDEZ JIMENO, Félix  
 FERNÁNDEZ LÓPEZ DÍAZ, Miguel  
 FERNÁNDEZ MANZANO, Pilar  
 FERNÁNDEZ MARTÍNEZ  
 DE LA HUERTA, Antonio  
 FERNÁNDEZ MARTÍNEZ-  
 CARRASCO, Francisco  
 FERNÁNDEZ NOVO, José  
 FERNÁNDEZ ONTIVEROS, Ángel  
 FERNÁNDEZ ONTIVEROS, Anselmo  
 FERNÁNDEZ ONTIVEROS, Cándido  
 Marcelo  
 FERNÁNDEZ ONTIVEROS,  
 Francisca  
 FERNÁNDEZ ONTIVEROS, José  
 FERNÁNDEZ ONTIVEROS, Lorenzo  
 FERNÁNDEZ PÉREZ, Francisco  
 FERNÁNDEZ REAL, Concepción  
 FERNÁNDEZ REY, Luis  
 FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ,  
 Victoriano  
 FERNÁNDEZ TALLANTE, Miguel  
 FERREIRA RODRÍGUEZ, Serafín  
 FERRÓN DE LA FUENTE, Ernesto  
 FIGUERAS Y FIGUERAS, José de

FILLOL CIORRAGA, Antonio  
 FIRGAIRA PÉREZ, María del Carmen  
 FORMOSO PREGO, Antonio  
 FRAILE MORENO, Gloria  
 FRÍAS VALDÉS, Carlos  
 FROUFE CARLOS, Luis  
 FRUTOS De FRUTOS, Aquilino de  
 FUENTE GARCÍA, Daniel de la  
 FUENTE SERRANO, Milagros de la  
 FUENTES HERRANZ, Alejandro  
 FUENTES HERRANZ, Eugenio  
 FUENTES HERRANZ, Luis  
 FUENTES HERRANZ, Mariano  
 FUENTES HERRANZ, Petra  
 FUENTES MÉNDEZ, Ramón Francisco  
 FUENTES-BUSTILLO  
 Y REIMUNDO, Mercedes

## G

GAITÁN ÁLVAREZ, José Luis  
 GALÁN UCHA, Rodolfo Vicente  
 GALLARDO BELTRÁN, Rafael  
 GALLARDO GUTIÉRREZ, Isabel  
 GALLARDO SANTOS, Luis  
 GALVÁN SIERRA, Juan Carlos  
 GANCEDO PORTILLO, Julia  
 GANCEDO PORTILLO, Petra  
 GARCÉS ESTRADA, Concepción  
 GARCÉS PLAZA, Gerardo  
 GARCÍA ALONSO, María Cristina  
 GARCÍA ÁLVAREZ, Alejandro  
 GARCÍA CABALLERO, Francisca  
 GARCÍA CANO, Francisco  
 GARCÍA CARCEDO, Fernando  
 GARCÍA CUENCA, Pablo  
 GARCÍA DE ANDRÉS, Carlos  
 GARCÍA DELGADO, Alfonso  
 GARCÍA ESCORIAL, Asunción  
 GARCÍA GARCÍA, Faustino  
 GARCÍA GARCÍA, Guillermo Ramón  
 GARCÍA GARCÍA, Miguel  
 GARCÍA GARCÍA, Pascual  
 GARCÍA LAGUNA, Emilio  
 GARCÍA LOZANO, Julián  
 GARCÍA MAQUEDA, Alejandro  
 GARCÍA MARTÍN, Zósimo  
 GARCÍA MATEO, Carlos  
 GARCÍA MENÉNDEZ, Casimiro  
 GARCÍA MÉNGUEZ, Aurora  
 GARCÍA MORAIS, Narciso

GARCÍA NUÑO, Juan  
 GARCÍA PÉREZ, Gerardo  
 GARCÍA PÉREZ, Mariano  
 GARCÍA RODRÍGUEZ, Martín  
 GARCÍA ROMERO, Sabino  
 GARCÍA RUANO, Marciano  
 GARCÍA SARRO, Natividad  
 GARCÍA SOLANO, Jacinto  
 GARCÍA-HIERRO NAVAS, Javier  
 GARCÍA-RAMOS ITURRALDE,  
 Matilde  
 GARZÓN HERNÁNDEZ, Valentina  
 GIL CLARÍA, Aquilino  
 GIL CLARÍA, Mariano  
 GIL DEL REAL DE PAZOS, María  
 Jesús  
 GIL GIL, Francisco  
 GINER JULVE, Ramón  
 GÓMEZ COEDO, Aurora  
 GÓMEZ GIL, Crescencio  
 GÓMEZ GÓMEZ, José María  
 GÓMEZ GONZÁLEZ-PACHECO,  
 María Teresa  
 GÓMEZ HERRAIZ, Julián  
 GÓMEZ IBÁÑEZ, Pedro Pablo  
 GÓMEZ LEÓN, Eduardo  
 GÓMEZ LEÓN, Juan Ignacio  
 GÓMEZ MELENDO, Francisco  
 GÓMEZ PÉREZ, María  
 GÓMEZ YAGÜE, Esteban  
 GÓMEZ-CENTURIÓN  
 FERNÁNDEZ-MIRANDA, Bernardina  
 GONZÁLEZ ÁLVAREZ, Leandro  
 Dámaso  
 GONZÁLEZ ANTÓN, Agustín  
 GONZÁLEZ APARICIO, Pablo Jesús  
 GONZÁLEZ BLANCO, Virginia  
 GONZÁLEZ CARRASCO, José Luis  
 GONZÁLEZ CRIPPA, Enrique  
 GONZÁLEZ DEL AMO, Antonio  
 GONZÁLEZ DONCEL, Gaspar  
 GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, José  
 Antonio  
 GONZÁLEZ HORRILLO, Jerónima  
 GONZÁLEZ NÚÑEZ, Francisco  
 GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Fernando  
 Federico  
 GONZÁLEZ RUBIO, Enrique  
 GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Vicente  
 GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Victoria  
 GONZÁLEZ SOTO, Amador



GONZÁLEZ-ANLEO Y GRANDE  
DE CASTILLA, María Luisa  
GONZÁLEZ-CARVAJAL ARRACÓ,  
Marta  
GONZÁLEZ-CARVAJAL  
Y DEL RABAL, Joaquín  
GONZÁLEZ-POSADA SÁNCHEZ,  
Armando  
GRANCHA MIRANDA, Antonio  
GRANELL MEDRANO, Amanda  
GRANIZO BARRENA, Flora  
GUIJARRO ASENJO, Asunción  
GUILLÉN RODRIGO, Miguel Ángel  
GUTIÉRREZ ALDAY, Francisco  
GUTIÉRREZ ÁLVAREZ, Petra  
GUTIÉRREZ AYLLÓN, Juan  
GUTIÉRREZ CARABACHE, José  
GUTIÉRREZ DEL POZO, Manuel  
GUTIÉRREZ GRACIA, Antonio  
GUTIÉRREZ PÉREZ, Luis  
GUTIÉRREZ SERNA, Felicitas  
GUTIÉRREZ VELÁZQUEZ, María  
del Pilar  
GUTIÉRREZ-BARQUÍN  
MARTÍNEZ-CONDE, Joaquín

## H

HERNÁEZ MARÍN, Joaquín  
HERNÁNDEZ ALONSO, Ceferino  
HERNÁNDEZ DÍAZ, Fernando  
HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Ángel  
HERNÁNDEZ PRIETO, Mauricio  
HERNÁNDEZ SAMPELAYO, Primitivo  
HERNANDO CUENCA, Santiago  
HERRÁN DE LA FUENTE, Mario  
HERVÁS RUEDA, María Clara  
HIDALGO AZNAR, Francisco  
HORCAJO GARCÍA, Natalio  
HORRILLO CHAPARRO, Bonifacio  
Luis  
HORRILLO CHAPARRO, María  
HUÉLAMO ROMERO, José

## I

IBÁÑEZ ULARGUI, Joaquín María  
ISIDRO MONTES, Alberto

## J

JÁUREGUI EPALZA, Juan José

JIMÉNEZ AMORES, Consuelo  
JIMÉNEZ RAMOS, María Mercedes  
JIMÉNEZ RODRÍGUEZ, José  
Antonio  
JIMÉNEZ SECO, José Luis  
JUANES CIFUENTES, Gonzalo  
JUZGADO CABRERA, Emiliana

## K

KARDEL SCHMID, Teresa  
KINDELÁN GÓMEZ DE BONILLA,  
Juan Manuel  
KOERTING WIESE, Juan

## L

LACLETA LÁZARO, José  
LAGO GONZÁLEZ, Marcelo  
LAÍN GONZÁLEZ, Josefa  
LARREA MARÍN, María Teresa  
LASTRAS GARCÍA, Agustín  
LAVIÑA BERANGER, Luis  
LENDINEZ TOLEDANO, Juan  
LEÓN ARROYO, José  
LEÓN GARCÍA, Ana María  
LIEBLICH RODRÍGUEZ, Marcela  
LIMPO GIL, José Luis  
LIZARBE RUÍZ, Rafael  
LLADÓ, José María  
LLORENTE CARRASCO, Irene  
LLORENTE DUEÑAS, Javier  
LÓPEZ DE YELA Y SÁINZ, Antonio  
LÓPEZ DELGADO, Aurora  
LÓPEZ FAGÚNDEZ, María Francisca  
LÓPEZ GÓMEZ, Félix Antonio  
LÓPEZ GRACIANI, Francisco  
LÓPEZ HERNÁNDEZ, Luis  
LÓPEZ PEÑA, Miguel  
LÓPEZ REYES, Manuel  
LÓPEZ SERRANO, Víctor  
LÓPEZ VARELA, Jacobo  
LÓPEZ ZARZUELA, Ángel  
LORENZO ARNEO, Juan  
LORENZO RAMAJO, José María  
LOZANO AGUDO, Sebastiana  
LOZANO ÁLVAREZ, Agripina  
LOZANO ÁLVAREZ, Hipólito  
LOZANO ÁLVAREZ, Miguel  
LUCAS GARCÍA, Ignacio  
LUIS MARTÍN, Ángel de  
LUIS MARTÍN, Leandro de

LUQUE PRIEGO, María Fernanda  
LUQUE URBANO, Juan

## M

MADROÑERO DE LA CAL, Antonio  
MAGANTO JIMÉNEZ, Hilario  
MALVAR RIVES, Eduardo  
MANGADO GARZÓN, Juan José  
MANZANEDO ARGÜESO,  
    Bienvenida  
MARÍN RAMÓN, Teresa  
MARÍN ROMERO, Josefa  
MARINA VARGAS, Manuela  
MAROTO HERREROS, José  
MARTELL CARROQUINO, María  
    el Carmen  
MARTELL CARROQUINO, María  
    Isabel  
MARTÍ NOMBELA, Francisco  
MARTÍN BUENO, Antonio  
MARTÍN COSTEA, Antonio  
MARTÍN GARCÍA, Inés  
MARTÍN GONZÁLEZ, Luisa  
MARTÍN JAÉN, María Ángeles  
MARTÍN MARTÍN José  
MARTÍN MARTÍNEZ, Alejandro  
MARTÍN MARTÍNEZ, Eduardo  
MARTÍN MARZO, Rafael Gabino  
MARTÍN MOYANO, Rafael  
MARTÍN NÚÑEZ, José Manuel  
MARTÍN REDONDO, José  
MARTÍN RODRÍGUEZ, Pablo  
MARTÍN RODRÍGUEZ, Teodoro  
MARTÍN SÁNCHEZ, Argimiro  
MARTÍNEZ ANGULO, Francisco  
MARTÍNEZ CASAS, Joaquín  
MARTÍNEZ CROS, José  
MARTÍNEZ DE AZCOYTIA  
    Y RODRIGO, Fausto  
MARTÍNEZ DE AZCOYTIA  
    Y RODRIGO, Milagros  
MARTÍNEZ DE MADARIAGA,  
    Ricardo Luis  
MARTÍNEZ GARCÍA, María  
    del Carmen  
MARTÍNEZ GUILLÉN, Francisco  
MARTÍNEZ JIMÉNEZ, Francisco  
MARTÍNEZ JURADO, Ciprinao  
MARTÍNEZ MATEO, José  
MARTÍNEZ MATEO, Prudencio  
MARTÍNEZ MÉNDEZ, Manuel

MARTÍNEZ MIGUEL, Jesús  
MARTÍNEZ MONTERO, Cecilio  
MARTÍNEZ PELLICER, Rosario  
MARTÍNEZ RUÍZ, Eusebio Mariano  
MARTÍNEZ SIERRA, Miguel  
MATAIX SOLER, Miguel  
MATEO GARRE, Antonio  
MATEO NIETO, Prudencio  
MÁXIMO PEÑA, Mercedes  
MEARIN DOMEZAIN, Ramiro  
MEDINA GARCÍA, Fernando  
MEDINA MARTÍN, Sebastián  
    Florencio  
MEDINA MARTÍNEZ, Francisco  
MEDINA ORERA, Jesús Martín  
MELENDO GÓMEZ, Francisco  
MELERO ÁLVAREZ, Carlos  
MÉNDEZ DE VIGO ESTÉFANI,  
    Manuel  
MENDO BOYERO, Juan  
MENDUIÑA BLÁZQUEZ, Roberto  
MERINO ÁLVARO, Emilio  
MERINO SUANCES, Jesús  
MESA PORRAS, Miguel  
MIRÓ RAMONACHO, Manuel de  
MOCHÓN MUÑOZ, Javier  
MOLINERO PARRA, Julián  
MOMPEÁN RODRÍGUEZ, Luis  
MONEDERO NOARVE, Julio  
MONSERRAT ROJO, Natalia  
MONTEJANO TEJADA, José  
MONTENEGRO BERROCAL, María  
    del Rosario  
MONTERO MARTÍN, María Luz  
MONTES CONCHA, Mariano  
    Enrique  
MONTESERÍN COLOMA, Martín  
    Fernando  
MORA PEÑAS, Mariano  
MORALES GARCÍA, Gregorio  
MORÁN GONZÁLEZ, Ramón  
MORANTE ARGIBAY, Mercedes  
MORANTE MIRANDA, Fernando  
MORANTE MIRANDA, Joaquín  
MORCILLO GONZÁLEZ, Antonio  
MORCILLO GONZÁLEZ, Aurelio  
MORCILLO GONZÁLEZ, Emilio  
MORCILLO GONZÁLEZ, Juan  
MORCILLO LINARES, Manuel  
MORCILLO SOISA, Federico  
MORENO DELGADO, Pilar  
MORENO GOZALO, Carlos

MORENO HERNÁNDEZ, César  
 Carlos  
 MORENO JUEZ, Alberto  
 MORENO LÓPEZ, María  
 MORETA POSTIGO, Marcelino  
 MORIÑIGO ALONSO, Ángel  
 MORIÑIGO ALONSO, Mario  
 MORO SUÁREZ, Aníbal  
 MORRIS, David Gareth  
 MUÑOZ DEL CORRAL, Francisco  
 MUÑOZ GARCÍA, María Antonia  
 MUÑOZ HERNÁNDEZ, Esteban  
 MUÑOZ HUERTA, Enrique  
 MUÑOZ HUERTA, Julio  
 MUÑOZ MONGE, María Teresa  
 MUÑOZ PEREIRA, Nazario  
 MURILLO CASTILLEJO, José

## N

NAVARRO ALCÁCER, José  
 NAVARRO ALVARGONZÁLEZ, José  
 María  
 NAVARRO FERNÁNDEZ, Emilio  
 NAVARRO LAFUENTE, Gregorio  
 NAVARRO LARGO, Pedro Luis  
 NAVARRO TORTOSA, Vicente  
 NEGUERUELA LEÓN, Eleuterio  
 NIETO CANALEJAS, José Luis  
 NIETO JIMÉNEZ, Juan José  
 NIÑO DE OLAIZ, José Luis  
 NÚÑEZ LIMÓN, Edmundo  
 NÚÑEZ PÉREZ, Santiago

## O

OCAÑA FERNÁNDEZ, Isabel  
 OLIVER MARÍN, Agustín  
 OLMO PÉREZ, Alberto del  
 ORS MARTÍNEZ, José  
 ORTIZ ROMERO, Manuel  
 ÓSTERMAN GONZÁLEZ, Rafael  
 OSUNA SANZ, Jesús  
 OTERO SORIA, Eduardo

## P

PADILLA RODRÍGUEZ, María  
 Isabel  
 PALACIOS VIDA, María Angustias  
 PALUD CRIADO, Juan  
 PÁRAMO DÍAZ, Ramón

PARRA GARCÍA José Vicente  
 PARRA GARCÍA, Rosario  
 PASCUAL GUTIÉRREZ, Enrique  
 PASCUAL MUÑOZ, Urbano  
 PASTOR PASTOR, José Antonio  
 PASTOR RODRÍGUEZ, Valentín  
 PAVÓN TENREIRO, Francisco  
 PAZ NISARRE, José  
 PEIROTÉN SANZ, Juan Vidal  
 PENCHE FELGUEROSO, Celso  
 PENIN LÓPEZ, Ramón  
 PENO SOLANA, Antonio  
 PEÑA FERNÁNDEZ, María  
 del Carmen  
 PEÑA SOLANO, Juan  
 PEÑAS CRESPO, Jesús Antonio  
 PEÑASCO CARRASCO, Julio  
 PERDIGUERO ABAD, Julio  
 PERDIGUERO FERNÁNDEZ,  
 Alfonso  
 PEREIRA IVÁN, Alfonso  
 PÉREZ BENITO, Ángel  
 PÉREZ GONZÁLEZ, Roque  
 PÉREZ OLIVER, María Dolores  
 PÉREZ PRADO, María Teresa  
 PÉREZ ROMÁN, Carlos  
 PÉREZ ZUBIAUR, Pablo  
 PIEDRA PARRA, Antonio Rafael  
 PINILLA PÉREZ, Julián  
 PLANA LAFUERZA, Luis Félix  
 PLANA SANCHE, Agustín  
 PLANA SANCHE, José  
 PLANA SUSÍN, Agustín  
 PLAZA JIMÉNEZ, Caridad  
 POBES CONDE, Alejandro  
 POLO MUÑOZ, Manuel  
 POLO PALMA, Emilio  
 PONZANO COSCOJUELA, Lucía  
 POZA CAMPOS, Francisco  
 PRADO CALVO, Antonio del  
 PRADO RODRÍGUEZ, Apolonio del  
 PRIETO CORTÉS, Antonio  
 PRIETO DÍAZ, José Ricardo  
 PRIETO SANZ, Araceli Purificación  
 PUEBLA CAMINO, Miguel  
 PUELLES GONZÁLEZ, Manuel  
 PUELLES GONZÁLEZ, Ramón  
 PUIG DE BISTUÉ, Acacio

## Q

QUIRÓS CASADO, María del Pilar

**R**

RABANEDA RODRÍGUEZ, Juan  
 RADIGALES MORA, Emilio  
 RAMÍREZ GONZÁLEZ, Estela  
 RAMIRO SÁNCHEZ, Juan  
 RAMÓN REJAS, Ángel  
 RAMOS PRIETO, Mario Jorge  
 RAMOS VARGAS, Cristina  
 REAL ALARCÓN, Luis del  
 REALES QUINTANA, Jesús Miguel  
 REDONDO CARRASCO, María  
   Candelas  
 REDONDO CARRASCO, María Rosa  
 REDONDO GARCÍA, Guillermo  
 REGIDOR ARIBAS, Juan José  
 REINA MELGAR, José  
 REVUELTA HIDALGO, Antonio  
 RINCÓN ARCHE, Manuel  
 RÍOS RENTERO, Miguel  
 RISCO GARCÍA, Piedad  
 RIVERO ÁLVAREZ, Ana María  
 RIVOIR GÓMEZ, Luis Manuel  
 ROBLA BORREGUI, José Ignacio  
 ROBLA VILLALBA, José Ignacio  
 ROBLEDO GARCÍA, José Luis  
 ROBLES DOMÍNGUEZ, Ángel José  
 ROBLES PAMPANO, Petra  
 ROCHAS CABRERA, Jesús  
 RODAO MAGANTO, Damián  
 RODAO MAGANTO, Tomás  
 RODRÍGUEZ GARCÍA, Gregoria  
 RODRÍGUEZ GOSTANZA, Emiliano  
 RODRÍGUEZ MARTÍN, Santiago  
 RODRÍGUEZ MONGE, Ana María  
 RODRÍGUEZ OROZCO, Juan  
   Antonio  
 RODRÍGUEZ PEÑA, Valentín  
 RODRÍGUEZ REMESAL, Manuel  
 RODRÍGUEZ SANDOVAL, Ovidio  
 RODRÍGUEZ TÉLLEZ, Manuel  
 RODRÍGUEZ TOCHE, María  
   Soledad  
 ROMA LABAJO, Gregorio  
 ROMERO ALCALÁ, Francisco  
 ROS GIORLA, Manuel  
 ROSA SÁNCHEZ, Tomás de la  
 ROYO VIDAL, José María  
 ROYUELA ARCE, Juan José  
 RUANO MARIÑO, Óscar Antonio  
 RUBÍ Y RUBÍ, José  
 RUBIO FELIPE, Lamberto

RUEDAS RUEDAS, María Fuensanta  
 RUESGA CELADA, Félix  
 RUIZ CANTOS, Alberto  
 RUÍZ COMPADRE, Faure  
 RUÍZ FERNÁNDEZ, José  
 RUÍZ GARCÍA, José Mateo  
 RUÍZ LÓPEZ, Felipe  
 RUÍZ LÓPEZ, Francisco  
 RUÍZ MARTÍNEZ, José Luis  
 RUÍZ MONTIEL, Matías  
 RUÍZ RUBIO, Alfonso  
 RUÍZ RUBIO, Concepción  
 RUÍZ SIERRA, Juan Carlos  
 RUÍZ SORIANO, Francisco  
 RUÍZ-AYÚCAR Y MERLO, Enrique

**S**

SÁINZ CASTAÑEDA, Mónica  
 SÁINZ FERNÁNDEZ, Lorenzo  
 SÁIZ BARRIGUETE, Isabel  
 SALÍS BALZOLA, Miguel  
 SALÍS MARTÍNEZ, Manuel  
 SALVADOR ELIZONDO, Pedro  
 SAN MARTÍN ALVIAC, Luis  
 SÁNCHEZ ALLUEVA, Gonzalo  
 SÁNCHEZ BARDERA, Victoriano  
 SÁNCHEZ DEL RÍO LLAMAZARES,  
   Gonzalo  
 SÁNCHEZ GUERRERO, Fermín  
 SÁNCHEZ GUERRERO, Guillermo  
 SÁNCHEZ HERRADÓN, Luis  
 SÁNCHEZ JIMÉNEZ, Enrique  
 SÁNCHEZ PEDROSA, Nicolás  
 SÁNCHEZ PEDROSA, Víctor  
 SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Baltasar  
 SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Marciano  
 SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Severiana  
 SÁNCHEZ SARÁCHAGA, Isabela  
 SÁNCHEZ SIERRA, Domingo  
 SÁNCHEZ SIERRA, Rosario  
 SÁNCHEZ TALAVERA, Juana  
 SÁNCHEZ VILLARES, Antonio  
   Saturnino  
 SÁNCHEZ ZAMORA, Clotilde  
 SÁNCHEZ-GIRÓN NÚÑEZ, Víctor  
 SANCHO MARTÍN, Pedro  
 SANCHO RODRIGO, Humberto  
 SANCHO ROYO, Arturo  
 SANCHO ROYO, Roberto  
 SANS DARNÍS, Isidro  
 SANTAMARÍA GÓMEZ, Consolación

SANTAMARÍA GÓMEZ, María  
del Pilar  
SANTAMARÍA NÁJARA, María Lucía  
SANTIAGO MOREU, Ángel  
SANTIAGO PASCUAL, Joaquín  
SANTIAGO PASCUAL, José Antonio  
SANTO DOMINGO PÉREZ, Rafael  
SANTOLAYA JIMÉNEZ, Alejandro  
SANTOS MAGANTO, Adolfo  
SANTOS MAGANTO, Luis  
SANTOS MAGANTO, Norberto  
SANTOS MOLERO, María Teresa  
SANTOS RODRÍGUEZ, Ramón  
SANZ ORTIZ, Antonio  
SARASA MONEO, Manuel  
SAURAS OCHOA, José María  
SEGÚN GRACIA, Caridad  
SEGÚN GRACIA, Manuel  
SERRA RIBERA, Manuel  
SERRA RIOS, José  
SERRANO CONCHA, Francisco  
SERRANO PADILLA, Vicente  
SERRANO SÁNCHEZ, Jesús  
SIGUÍN DEL DEDO, Dionisio  
SILÓNIZ FERNÁNDEZ, Félix  
SILÓNIZ FERNÁNDEZ, Pedro  
SIMANCAS PECO, Joaquín  
SIMÓ BONACHO, Pedro  
SIMÓN GARCÍA, Felisa Lucía  
SIMÓN GONZÁLEZ, Félix  
SISTIAGA AGUIRRE, José María  
SOISA ZAMORA, Ángel  
SOISA ZAMORA, Ciriaco  
SOLER-ESPIAUBA CONESA, María  
del Pilar  
SOLER-ESPIAUBA SOLER-  
ESPIAUBA, Antonio  
SOLÍS DEL AGUILA, Carlos  
SORIANO PASCUAL, Miguel  
STRUCH SUBIRANA, Benjamín  
SUÁREZ ACOSTA, Ramón  
SUSÍN HERNÁNDEZ, Camilo

## T

TABERA GUIJARRO, Santiago  
TABERA SECO, Gregorio  
TÉLLEZ MARTÍNEZ, María Luisa  
TÉLLEZ MERINO, José  
TÉLLEZ NOGUERALES, José  
TEMPRADO MARÍN, Florencio  
TEMPRANO FERNÁNDEZ, Manuel  
Ángel  
TENORIO CABRERA, Felipe

TERRADEZ SÁNCHEZ, Julia  
TEXIDOR SUÁREZ, Fernando  
TORIBIO CASAS, Francisco  
TORNER CARILLA, Vicente  
TORO POLO, Miguel del  
TORRALBA DÍAZ, Marcelino  
TORRE GONZÁLEZ, Elvira de la  
TORRIJOS ESPÍN, Ángel  
TORRUBIANO ARANDA José Luis  
TORTOSA NIETO, Javier

## U

UNTORIA VENTUREIRA, Tirso  
URBANO BLASCO, Luis  
URBANO GÓMEZ, Jesús  
URIOSTE HAYA, Antonio

## V

VALDIVIESO RUBIO, José Luis  
VALLE MORENO, Concepción del  
VALLE MORENO, Milagros del  
VALLE RODRÍGUEZ, Jorge del  
VALLÉS ALMUDÉVAR, José  
VARA MIÑAMBRES, Francisco  
Javier  
VÁZQUEZ GOLDARAZ, Camilo  
VÁZQUEZ LÓPEZ, María Ángeles  
VÁZQUEZ LÓPEZ, María del Carmen  
VÁZQUEZ VAAMONDE, Alfonso  
José  
VEGA RODRÍGUEZ, Mariano  
VELASCO GUITÉRREZ, Eutimio  
VERDÚ MARTÍNEZ, José  
VICTORIANO PÉREZ, Juan  
Ignacio  
VILANOVA CUYÁS, Alberto  
VILLAR Y CARREY, Álvaro del  
VILLEGAS BRONCANO, María  
Ángeles  
VIÑUALES ÁLVAREZ, Antonio  
VIÑUALES ÁLVAREZ, Roberto

## Z

ZABARA CZORNA, Oleh  
ZAMORANO FRESNO, Pedro  
ZAPATER GRASA, Francisco  
ZUBELDIA ITURRINO, Francisco  
José  
ZULOAGA GALLARZAGOITIA, José  
Luis



## EL FINAL DE LA HISTORIA

Hasta aquí, la historia del CENIM. Que bien podría compararse al recorrido de un río, que no nació de ninguna fuente, sino que su cauce se originó al reunir las aguas de tres importantes corrientes, el Instituto de la Soldadura, el Instituto del Hierro y del Acero y el Instituto de Metales no Férreos.

Es de esperar que las aguas de este río sigan regando los campos de la Metalurgia de nuestro país durante muchos años más y que, algún día, alguien que, como nosotros, que siempre hemos tenido un gran cariño al que fue nuestro centro de trabajo durante mucho tiempo, se decida a continuar este relato.

En este momento en el que hemos terminado nuestro trabajo, los autores queremos decir a quienes nos leyeren que hemos construido esta historia utilizando, en algunos casos, nuestros propios recuerdos, pero en su mayoría ahondando en la enorme cantidad de información que existía desperdigada por el CENIM. Para poder utilizarla ha sido precisa una enorme labor previa de recuperación, ordenación y sistematización. Los resultados de dicha labor quedarán ahora cuidadosamente conservados en los archivos que el Centro va a destinar a este fin.

Las fuentes de que hemos dispuesto y que hemos consultado han sido las siguientes:

- Las Actas de las Reuniones de los Consejos Técnicos Administrativos de los Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero, de Metales no Férreos y del propio CENIM.
- Las Actas de las Juntas de Instituto del CENIM.
- Las Memorias Anuales de los Institutos de la Soldadura, del Hierro y del Acero, del CENIM y del CSIC.
- *Tiempos de investigación. JAE-CSIC cien años de investigación en España*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 2007 (ISBN: 978-84-00-08523-0).
- Las colecciones de las Revistas *Ciencia y Técnica de la Soldadura*, *Instituto del Hierro y del Acero*, *Boletín de Información Técnica del Instituto de Metales no Férreos*, *Revista de Metalurgia* y *Revista de Soldadura*

De todo el material que hemos utilizado se han confeccionado varios miles de fichas, en las que hemos recogido lo que hemos considerado que tenía algún interés y que hoy, cuidadosamente guardadas, ocupan un gran

número de cajas archivadoras, que a partir de ahora se guardarán en un lugar seguro y que serán de gran utilidad para quien quiera consultar algún dato sobre el CENIM o sobre cualquiera de los tres Institutos que fueron su origen.

Queremos, también, dirigirnos a nuestros antiguos compañeros para pedirles comprensión ante nuestro modesto trabajo en el que hemos puesto nuestro mejor entusiasmo y al que hemos dedicado un enorme esfuerzo. Nuestro mayor deseo es que este esfuerzo esté compensado con el acierto. Es indudable que quienes han conocido tanto cualquiera de los tres Institutos originarios como el CENIM encontrarán muchos motivos para la crítica.

A todos esos compañeros, además de pedirles benevolencia en sus críticas, sólo podemos decirles, como alguien dijo alguna vez: *Otros lo habrían hecho mejor, nosotros lo hemos hecho.*

Al revolver tantísimos papeles, nos hemos encontrado con los nombres de muchos compañeros con los que durante muchos años compartimos muchas horas de nuestras vidas, que durante muchos años tuvimos frente a nosotros compartiendo tantas horas como las dedicadas a nuestras propias familias y que al jubilarse o jubilarnos dejamos de ver y de saber de ellos. También hemos encontrado los nombres de otros compañeros a los que la vida les abandonó pronto.

Para designar el Grupo de Trabajo en el que nos enmarcaron escogimos el nombre de *Recuerdos*, hoy pensamos que debíamos haber añadido un apéndice y haberle nombrado *Recuerdos y Nostalgia*. Porque cada vez que veíamos un escrito, una fotografía, cualquier alusión a una persona se nos venía encima una catarata de recuerdos del cruce de nuestros caminos con el de aquella persona que llevaba muchos años olvidada en nuestra memoria y afloraba ahora, gracias a una vieja fotografía o a un arrugado papel escrito con una «antigua» máquina de escribir.

Cuando el Director del CENIM, Dr. Morcillo nos llamó para preguntarnos si nos sentíamos capaces de emprender una bonita aventura como era contar la historia del CENIM aceptamos encantados. Sabíamos que se nos llamaba no porque fuésemos «los más listos de la clase», sabíamos que se nos llamaba por ser los más antiguos (no quiero decir los más viejos). El caso es que aceptamos encantados. Pensábamos que la oferta implicaba unos pocos meses de dejar unas horas a la semana de nuestro tiempo libre, pero lo aceptamos con gusto porque aquella labor nos permitiría alargar la relación que durante muchos años habíamos tenido como compañeros en el CENIM. Pensábamos que era una aventura comparable a ir un fin de semana a la cercana sierra de Madrid... la realidad ha sido que nos hemos visto ante un París-Dakar cuyo recorrido nos ha tenido en vilo mucho tiempo.

Los psicólogos y los especialistas que se dedican a la gerontología aconsejan a quienes son el motivo de su preocupación profesional que ocupen su tiempo libre en visitar museos, hacer excursiones, dar largos paseos por el campo y escuchar el trinar de los pájaros... la verdad es que nosotros hemos atendido sus consejos y hemos llenado nuestro tiempo



libre, que en realidad no es tanto, con una actividad que nos ha satisfecho plenamente.

Para hacer una historia que reflejase también la labor investigadora del Centro desde sus comienzos, hemos contado con las importantes aportaciones de

D. Francisco José Alguacil Priego  
D. José M<sup>a</sup> Amo Ortega  
D. Juan José Damborenea González  
D. Carlos García de Andrés  
D<sup>a</sup> Asunción García Escorial  
D<sup>a</sup> Aurora Gómez Coedo  
D. José Antonio González Fernández  
D. Félix Antonio López Gómez

Autores de los apartados que componen el Capítulo *La evolución de la investigación en el CENIM*.

También queremos hacer constar que han sido muchas las personas que nos han ayudado de otras muchas formas.

En primer lugar, debemos expresar nuestro agradecimiento

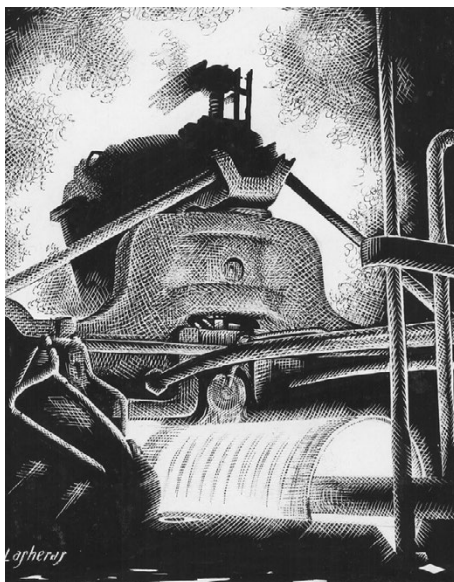
- Al Dr. D. Manuel Morcillo Linares, Director del Centro, a quien se le ocurrió la idea de poner sobre el papel esta historia y que en todo momento nos ha prestado su ayuda.
- Al Dr. D. Sebastián Feliu Matas, que nos proporcionó información escrita, fotografías y sus propios recuerdos personales.
- Al Dr. Ing. D. José M<sup>a</sup> Amo Ortega, que desde su puesto de Vicedirector Técnico del Centro nos atendió siempre con diligencia y nos dedicó mucho tiempo.

Tampoco podemos olvidar a nuestros compañeros

Jesús Álvarez Sauz  
Manuel Carsí Cebrián  
Belén Chico González  
Bernardo J. Fernández  
Serafín Ferreira Rodríguez  
Daniel de la Fuente García  
Flora Granizo Barrena  
Víctor López Serrano  
Ángel Luis Martín  
Marifé Luque Priego  
M<sup>a</sup> Ángeles Martín Jaén  
David Martínez Braña  
Ricardo Martínez de Madariaga  
Eduardo Otero Soria  
Ángel Robles Domínguez  
Óscar Ruano Mariño  
Marisa Téllez Martínez

Para terminar, muchas gracias de

Mariano Crespo García (1947-1993), Narciso García Moráis (1952-2000) y Prudencio Mateo Nieto (1949-1995). Las cifras entre paréntesis se refieren únicamente a la permanencia de cada uno de nosotros en el Instituto del Hierro y del Acero, primero, y en el CENIM hasta su fecha de jubilación. No debe interpretarse de otra forma más macabra.









El Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM), creado en 1963, nació con el objeto de centralizar en un solo organismo la labor investigadora que se realizaba en el Instituto de la Soldadura (fundado en 1946), en el Instituto del Hierro y del Acero (1947) y en el de Metales no Ferreos (1958), pertenecientes al Patronato Juan de la Cierva. Esta obra, fruto del esfuerzo de tres antiguos funcionarios del CENIM encuadrados en el denominado Grupo Recuerdos, conmemora los sesenta años de participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la investigación metalúrgica a través de dichos institutos y más tarde del propio CENIM. Se repasan en estas páginas los orígenes de la Junta para Ampliación de Estudios y del Patronato Juan de la Cierva, marco en el que se inscribirá el desarrollo posterior de los institutos que conformarán el CENIM en el seno del CSIC. La obra expone en detalle la tarea investigadora desarrollada en estos años a través de los proyectos, patentes y tesis llevados a cabo en esta larga andadura, junto con una minuciosa relación del personal que ha hecho posible la consolidación del CENIM como organismo investigador de referencia en su campo.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



CSIC

I.S.B.N.: 978-84-00-08930-6



9 788400 089306