

04.67.01

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| C. N. E. A. Biblioteca |             |
| ARCHIVO PUBLICO        |             |
| NO<br>2                | AÑO<br>1967 |

COMISION NACIONAL  
DE  
ENERGIA ATOMICA

DEPARTAMENTO  
DE  
METALURGIA  
BUENOS AIRES, OCTUBRE 1967

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA  
Dependiente de la Presidencia de la Nación

Reseña de la tarea realizada por el Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica, al cumplirse el séptimo aniversario de la inauguración de sus laboratorios de investigación.

D E P A R T A M E N T O  
D E  
M E T A L U R G I A

Buenos Aires, octubre de 1967.

## LABOR REALIZADA POR EL DEPARTAMENTO DE METALURGIA DE LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Octubre de 1967.

### CRONOLOGIA

En 1955 en la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) fué creado un "Servicio de Metalurgia", que fué transformado en "División de Metalurgia" en 1957, contando entonces con sus primeros laboratorios provisorios. En 1960 fué convertida en "Departamento de Metalurgia", dependiente de la Gerencia de Tecnología de la CNEA y se trasladó a sus actuales laboratorios en el "Centro Atómico Constituyentes".

### RECURSOS HUMANOS

Cuando en 1955 la CNEA creó su "Servicio de Metalurgia", no existía en ninguna universidad argentina carreras de Ingeniería Metalúrgica o Física Metalúrgica. Tampoco se dictaban asignaturas específicas de metalurgia física o de físico-química de metales en las carreras existentes de Ingeniería, Física o Química. No debía extrañar entonces, que el número de profesionales con experiencia metalúrgica fuera muy escaso en el país y la mayoría de ellos de formación cuasi-empírica. Por estas razones la CNEA dispuso que se realizara una intensa tarea de formación de personal, completando posteriormente la misma en el extranjero.

Hasta la fecha 33 personas han efectuado estadías de 1 á 2 años mediante becas concedidas por la CNEA, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, la Fundación Ford, la Organización de los Estados Americanos, el Organismo Internacional de Energía Atómica y por diversos gobiernos extranjeros, en las siguientes instituciones: Argonne National Laboratory (EE. UU.); Batelle Memorial Institute (Columbus, Ohio, EE. UU.); Birmingham University (Gran Bretaña); British Iron and Steel Research Association (Sheffield, Gran Bretaña); Cambridge University (Gran Bretaña); Carnegie Institute (Pittsburg, EE. UU.); Case Institute of Technology (Cleveland, EE. UU.); Cavendish Institute (Cambridge, Gran Bretaña); Central Electricity Board (Gran Bretaña); Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay (Francia); Commissariat à l'Energie Atomique (Francia); Ecole des Mines (Paris, Francia); Faculté des Sciences (Francia); Harvard University (EE. UU.); Illinois University (EE. UU.); Imperial College (Londres, Gran Bretaña); Institut de Recherches de la Sidérurgie (Francia); Instituto de Física y Matemáticas (Santiago, Chile); Instituto de Pesquisas Tecnológicas (San Pablo, Brasil); Laboratoire de Physique des Métaux de la Marine (Francia); Laboratorios de Investigación de Bochum (Alemania); Laboratorio de Metalurgia de la Universidad de Munich (Alemania); Max Planck Institut für Metalkunde (Stuttgart, Alemania); Mellon Institute (EE. UU.); Pittsburgh University (EE. UU.); Sheffield University (Gran Bretaña); Stanford University (EE. UU.); Sussex University (Gran Bretaña).

El plantel actual del Departamento de Metalurgia está integrado por:

- a) Personal de investigación : 13 investigadores principales (seniors); 7 investigadores y 20 asistentes de investigación (juniors).
- b) Personal técnico: 5 profesionales; 17 ayudantes de laboratorio; 22 técnicos de Planta; 4 de servicios (Biblioteca, Informaciones, etc.) y 12 operarios.
- c) Personal auxiliar: 7 de administración y 8 de maestranza.
- d) Becarios : 15 personas
- e) Investigadores invitados: 5 personas
- f) Asesores : 4 personas.

Todo el personal de investigación se desempeña como "full time".

Los Investigadores Principales del Departamento de Metalurgia son:

Jorge A. Sabato

Profesor de Física. Estudios de post-graduado en la Universidad de Birmingham, Inglaterra (1957). Investigador Asociado en la Universidad de Stanford, EE.UU. (1963).

Area de trabajo

Gerente de Tecnología de la CNEA. Investigaciones en recristalización de metales y propiedades y tratamientos de metales no ferrosos.

Carlos Araoz

Doctor en Química (Universidad de Buenos Aires), Estudios de post-graduado en Argonne National Laboratory, EE.UU. (1960). Investigador Asociado en Argonne National Laboratory, EE.UU. (1961).

Area de trabajo

Cerámicas y Pulvimetalurgia. Elementos combustibles con núcleos cerámicos.

Heraldo Biloni

Ingeniero Aeronáutico (Universidad de La Plata). Estudios de post-graduado

en Max Planck Institut de Stuttgart, Alemania Occidental (1956).  
Investigador Asociado en la Universidad de Harvard, EE.UU. (1963-1965).

Area de trabajo

Solidificación de metales y aleaciones.  
Metalografía. Fundición de uranio y aleaciones.

Edgardo Bisogni

Doctor en Física (Instituto de Física de Bariloche, Universidad Nacional de Cuyo). Estudios de post-graduado en la Universidad de Illinois, EE.UU. (1958-1959).

Area de trabajo

Fricción interna. Defectos puntuales.  
Daño por radiación.

Jorge A. Coll

Doctor en Química (Universidad de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en la Universidad de Birmingham, Inglaterra (1958-1959)-  
Investigador Asociado en el Commissariat à l'Energie Atomique, Francia (1965).

Area de trabajo

Jefe del Departamento de Metalurgia.  
Deformación plástica. Defectos. Estructuras. Propiedades mecánicas de uranio y aleaciones.

Juan C. Di Primio

Doctor en Química (Universidad de La Plata). Estudios de post-graduado en Max Planck Institut de Stuttgart (1957).  
Investigador Asociado en el Max Planck Institut de Stuttgart, Alemania (1958).

Area de trabajo

Gases en metales. Corrosión por gases.

Jorge Kittl

Ingeniero Químico (Universidad Nacional del Litoral). Estudios de post-graduado en Max Planck Institut de Stuttgart, Alemania (1956-1957). Investigador Asociado en el Mellon Institute de Pittsburgh, EE.UU. (1960-1961).

Area de trabajo

Transformaciones de fases. Tratamientos térmicos de metales y aleaciones.

Arnoldo Leyt

Ingeniero Civil (Universidad Nacional de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en el Commissariat à l'Energie Atomique, Francia (1964). Investigador asociado en el Commissariat à l'Energie Atomique, Francia (1965).

Area de trabajo

Fundición en general. Fundición en alto vacío.

Nelly A. de Libanati

Ingeniero Químico (Universidad Nacional del Litoral). Estudios de post-graduado en la Ecole des Mines de Paris, Francia (1956-1957). Doctor en Metalurgia (Sorbonne, Francia). Investigador Asociado en IRSID, Francia (1964).

Area de trabajo

A cargo de cursos para post-graduados. Investigaciones en recristalización.

César M. Libanati

Ingeniero Químico (Universidad Nacional del Litoral). Estudios de post-graduado en la Ecole des Mines de Paris, Francia (1957-1958). Doctor en Metalurgia (Sorbonne, Francia). Investigador Asociado en el Commissariat à l'Energie Atomique, Francia (1964).

Area de trabajo

Difusión (Investigaciones básicas y aplicaciones tecnológicas).  
Microanálisis (Microsonda Electrónica)

Carlos A. Martínez Vidal

Ingeniero Electromecánico (Universidad Nacional de La Plata). Estudios de post-graduado en el Max Planck Institut de Stuttgart, Alemania (1957). Investigador Asociado en el Max Planck Institut de Stuttgart, Alemania (1958).

Area de trabajo

Plasticidad. Trabajado de Metales. Elementos combustibles metálicos.

Jorge A. Mazza

Ingeniero Químico (Universidad Nacional del Litoral). Estudios de post-graduado en la Universidad de Birmingham, Inglaterra (1956). Investigador Asociado en los Laboratorios de Central Electricity Board, Inglaterra (1964-1965).

Area de trabajo

Extrusión, forjado y deformación por explosivos. Aceros. Elementos combustibles metálicos.

Oscar Wortman

Ingeniero Industrial (Universidad Nacional de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en Argonne National Laboratory, EE.UU. (1958). Investigador Asociado en Argonne National Laboratory, EE.UU. (1959-1960).

Area de trabajo

Jefe del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria. Soldadura en general. Soldadura de elementos combustibles.

Los Investigadores del Departamento de Metalurgia

son:

Juan N. Báez

Ingeniero Químico (Universidad Nacional del Litoral). Estudios de post-graduado en el Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia (1965).

Area de trabajo

Radio y gammagrafia industrial. Aplicación de radioisótopos en Metalurgia.

Alberto A. Bonfiglioli

Doctor en Física (Universidad Nacional de Cuyo). Estudios de post-graduado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Paris (Francia), (1960-1963).

Area de trabajo

Difracción de Rayos X.

Horacio Destailats

Doctor en Química (Universidad Nacional de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en institutos especializados de Francia (Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Grupo Pechiney, etc.), (1965).

Area de trabajo

Desarrollo y fabricación de elementos combustibles.

José Rodolfo Galvele

Doctor en Química (Universidad Nacional de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en la Universidad de Cambridge, Doctor of Philosophy, Inglaterra (1964-1966).

Area de trabajo

Corrosión de metales.

Helmut Koll

Ingeniero Mecánico (Universidad Nacional de La Plata). Estudios de post-graduado en Bochumer Verein für Gusstahl-fabrikation, Alemania (1962-1963), y en el British Iron and Steel Research Association (BISRA) de Inglaterra (1963-1964).

Area de trabajo

Desarrollo y fabricación de elementos combustibles.

Daniel I. Vassallo

Ingeniero Químico (Universidad Nacional del Litoral). Estudios de post-graduado en el Laboratorio de Physique des Metaux du Service Technique de Constructions et Armes Navales de Francia (1962-1963).

Area de trabajo

Servicio de Metalografía y Transformación en estado sólido.

Sara Volman de Taxis

Doctora en Química (Universidad Nacional de Buenos Aires). Estudios de post-graduado en la Universidad de Sussex, Inglaterra (1965-1966).

Area de trabajo

Recristalización. Enseñanza.

## Los Investigadores Asociados del Departamento son:

Jorge A. Funes                      Miembro de la Armada Argentina. Licenciado en Física (Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro" de Bariloche). Doctor of Philosophy-Physics (University of Virginia, EE. UU.).

Area de trabajo

Realiza trabajos sobre "Daño por radiación".

Yves Le Moal                      Licenciado en Ciencias Económicas, Universidad de Grenoble, Francia. Pertenece al Institut Economique et Juridique de l'Energie, de la Universidad de Grenoble, Francia.

Area de trabajo

Problemas de desarrollo científico tecnológico en su vinculación con el desarrollo global.

Yves Malmejac                      Doctor en Bioquímica, Universidad de Strasburgo, Francia. Pertenece al Servicio de Investigaciones Físicas y Químicas del Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Francia.

Area de trabajo

Metales. Solidificación de aleaciones.

Jorge O. Marticorena              Investigador del Centro Atómico Bariloche. Licenciado en Química (Universidad Nacional de Buenos Aires).

Area de trabajo

Elementos combustibles.

## Los Asesores del Departamento son:

Luis A. Boschi                      Doctor en Química (Universidad de Buenos Aires). Realizó estudios sobre "Metal Finishing" en EE. UU. (1964). Profesor de los Cursos Panamericanos de Metalurgia.

Area de trabajo

Asesor en Instrumental y desarrollo experimental.

C. Dubost de Martínez Favini      Licenciatura en Matemáticas (Universidad de Paris, Francia). "Agrégation" de Mathématiques, Paris, Francia, (1961).

Area de trabajo

Asesora en problemas de Física-Matemáticas.

Manuel de Miguel

Presidente de la Cámara de Fabricantes de Máquinas-Herramientas y Miembro del Comité de Presidencia de la Asociación de Industriales Metalúrgicos (A.I.M.).

Area de trabajo

Asesor en tecnología mecánica.

Jean Martin

Dr. en Economía.  
Pertenece al plantel del Institut Economique et Juridique de l'Energie de la Universidad de Grenoble (Francia).

Area de trabajo

Problemas de desarrollo científico tecnológico en su vinculación con el desarrollo global.

## DISTINCIONES

Miembros del Departamento desempeñan, o han desempeñado funciones como:

Associate Editor de Acta Metalúrgica

Associate Editor del Journal of Nuclear Materials

Associate Editor del Journal of Powder Metallurgy

Associate Editor de Materials Science and Engineering

Associate Editor de Scripta Metallurgica

Corresponding Member to the Institute of Metals

Investigador Asociado en el Departamento de Metalurgia del Commissariat a l'Energie Atomique (Francia).

Investigador Asociado en el Laboratorio de Investigaciones en Materiales del Central Electricity Board (Inglaterra).

Research Fellow en Argonne National Laboratory (EE. UU.)

Research Fellow en el Mellon Institute (EE. UU.).

Research Fellow en la Universidad de Harvard (EE. UU.)

Research Fellow en la Universidad de Pittsburgh (EE. UU.)

Research Fellow de la Universidad de Stanford (EE. UU.).

## RECURSOS MATERIALES

### Edificios

En lo que respecta a edificios en la página 65 se presenta el plano de la edificación actual (2.471 m<sup>2</sup>), de la que se encuentra en construcción (889 m<sup>2</sup>) y de la proyectada para 1968-69 (1.127 m<sup>2</sup>), lo que hace un total de 4.487 m<sup>2</sup>.

### Equipos

Los más importantes por plantas o laboratorios son:

#### Equipos Planta de Fundición

Horno de inducción en alto vacío Ema-Degussa de 70 KW, 10 Kc, tipo HVOi-4

Horno a gas natural para alta temperatura (1760<sup>0</sup>C) Lindberg tipo GPK-32

Horno de resistencia de molibdeno en alto vacío Degussa para 4 lt.

Horno de arco a electrodos de grafito Detroit tipo GM-8, 50 KW para 30 Kg.

Horno a gas-oil para 50 Kg. de capacidad Lindberg (hasta 1200<sup>0</sup>C).

Horno de arco en alto vacío (electrodo de W o consumible) Degussa HVOLi-2, 160 KVA.

Horno a inducción General Electric FI-5F, 15 KW, 310-540 Kc.

Lingoteras, estufas, etc.

Equipos Planta de Sinterización

Mezcladora ZZ  
 Moledora con cargador  
 Tamizadoras  
 Molinos de bolas  
 Mezcladoras  
 Pastilladoras  
 Prensa hidráulica de 50 tons. Kracker.  
 Prensa hidráulica de 60 tons. Adabor, Mod. C 2295  
 Matrices para compactación  
 Mufla en atmósfera de hidrógeno Lindberg Mod. G-5785, 18 KW (hasta 1350°C).  
 Horno tipo Nerst-Tammann Ruhstrat de 40 KVA (hasta 3400°C).  
 Horno de resistencia de tantalio Degussa 30 KVA (hasta 2400°C)  
 Equipos de vacío, dry-boxes, muflas, etc.

Equipos Planta de Trabajado

Martinete automático para forjado Arrigoni, de 100 Kg.  
 Laminadora para desbaste Krupp de 45 HP.  
 Laminadora de alta precisión Stanat Mod. TA-315 de 15 HP.  
 Laminadora de joyero motorizada Dillenius  
 Prensa hidráulica de 100 tons. Puma Tec.  
 Prensa horizontal de 10 Ton. Degussa.  
 Balancín automático de 40 tons.  
 Balancín a tornillo de 15 tons.  
 Forjadora rotativa (swaging) Krollmann Mod. HM-IV  
 Prensa para compresión hidrostática en temperatura  
 Horno tipo ciclón para recocido de aluminio Lindberg de 30 KW (hasta 650°C)  
 Puentes para medición de fuerzas y tensiones con strain-gauges (Philips, Hottinger, etc.)  
 Registradores de mediana y alta velocidad (Moseley, Brush, etc.)  
 Extensómetro digital para strain-gauges Hottinger

Equipos Planta de Soldadura

Soldadora de puntos con control electrónico Sciaky-Tafer Mod. PMCO-2ST de 75 KVA  
 Generador de potencial constante Miller CP-3VS  
 Generador de corriente constante Miller 330 P  
 Equipo Sigma Linde tipo SW-M2  
 Posicionador para soldar, Bode  
 Equipo para soldadura por ultrasonido Mullard de 2 KW  
 Equipo para soldadura eléctrica  
 Equipo para soldar bajo argón La Oxígena

Equipos Laboratorio de Metalografía

Máquinas varias para pulido mecánico  
 Prensa para inclusión de probetas  
 Máquina automática para pulido electrolítico Disa Electropol  
 Celdas para pulido electrolítico  
 Bancos metalográficos (Reichert tipo MeF y Leitz tipo Panphot)  
 Microscopios metalográficos Metatest  
 Estereoscopio  
 Microdurómetro  
 Lupas  
 Cámaras microfotográficas y cinematográficas, ampliadoras, equipos para revelado, etc.

Equipos Laboratorios de Ensayos Mecánicos

Máquina universal de ensayos Cific de 30 tons.  
 Máquina universal de ensayos Cific de 10 tons.  
 Máquina de ensayos tipo x-y (0,1%) Instron de hasta 200 kg.  
 Máquina de ensayos de velocidad constante tipo Polanyi de hasta 500 kg.  
 Micromáquina para ensayos mecánicos sistema Chevenard Sadamel M-34  
 Dilatómetro diferencial sistema Chevenard Sadamel DP-306  
 Dilatómetro en alto vacío tipo Bollenrath Leitz-Degussa  
 Máquina de ensayos de impacto Riehle  
 Durómetro para dureza Vickers Vickers  
 Durómetro para dureza Rockwell Galileo M-5a.  
 Durómetro para dureza Brinell tipo Newage  
 Durómetros portátiles  
 Máquina de ensayos tipo X-Y (0,1%) Tinus-Olsen de hasta 60 tons. en 8 rangos.

Equipos Laboratorio de Ensayos No-Destructivos

Aparato de ultrasonido para detección de fallas Sonoray 50-A Branson  
 Equipos automáticos para ultrasonido para inmersión de elementos combustibles  
 Equipo de rayos X para radiografía industrial Baltopost 140-B  
 Equipo para medición de actividad superficial por contaje alfa  
 Integrador lineal para contaje gamma con cabezal de centelleo  
 Espectrómetro de masa para detección de pérdidas Veeco, MS-9A  
 Equipo para determinación de espesores Audigage Branson  
 Equipo para detección de fallas Magnaflux con tintas sensibles  
 Equipo para detección de fallas Magnaglo (fosforescencia con luz negra)  
 Equipo de corrientes parásitas para medidas de conductividad Magnatest FM-100  
 Equipo para detección de fallas por método magnético Magnaflux (cc y ca)  
 Sonda rígida para observación visual de lugares de difícil acceso Borescope  
 Sonda flexible para observación visual de lugares de más difícil acceso  
 Flexiscope

Equipo Laboratorio de Rayos X

Equipo de difracción General Electric para trabajo fotográfico con dos tubos Tipo XRD-5 FI  
 Equipo de difracción General Electric tipo XRD-5 incluyendo difratómetro con monocromador adicionado y sistema de detección y registro  
 Equipo Philips Norelco fotográfico  
 Equipo de difracción Philips Norelco tipo PW 1011 con goniómetro horizontal PW 1380 y sistemas de detección y registro  
 Conjunto de cámaras Debye-Scherrer de distinto diámetro  
 Conjunto de cámaras de Laue  
 Cámara de Guinier con su conjunto de monocromadores a cristal de cuarzo curvo  
 Cámara de Weissenberg Nonius  
 Cámara Unicam para obtención de diagramas Debye-Scherrer hasta 1300°C  
 Dispositivo para medidas precisas de difusión a pequeños ángulos en escala absoluta  
 Cámara fotográfica para difusión a pequeños ángulos con monocromador puntual  
 Goniómetro de figuras polares General Electric  
 Dispositivo para difracción a bajas temperaturas (entre 77°K y 400°K)  
 Dispositivos varios para lecturas y medidas de diagramas

Microsonda Electrónica Cameca tipo MS 46 (permite analizar desde el boro)

Microscopio electrónico Philips EM 300 para uso metalúrgico

Equipos Generales de Investigación

Microbalanza de ultra-alto-vacío  
 Horno de inducción Radyne C-85 de 10 KW  
 Aparato de análisis de gases en metales por fusión en vacío  
 Aparato de ultra-alto-vacío para estudio de absorción de gases en metales  
 Máquina para corrosión bajo tensiones  
 Equipo para producción de monocristales por fusión  
 Equipo para ciclado térmico  
 Máquina de tracción manual para observar deformaciones bajo microscopio  
 Higrógrafo de alta precisión  
 Horno para preparar probetas en atmósfera controlada Degussa D-2 por arco W  
 Termobalanza de alta sensibilidad  
 Equipo para crecimiento de monocristales en alto vacío  
 Equipo para corte de monocristales metálicos por sierra ácida  
 Péndulo para medida de fricción interna en alto vacío  
 Horno a resistencia de platino Matthews K 44B hasta 1500°C  
 Soldadora para termocuplas con control electrónico Sciaky-Tafer de 3 KVA  
 Osciloscopios de alta memoria Tektronix y Memoscope

Hornos de regulación automática sistema Chevenard-Jaumier  
 Analizador de gases residuales Varian hasta  $5 \times 10^{-13}$  torr.  
 Horno de alta temperatura al vacío (hasta  $3.000^{\circ}\text{C}$ )  
 Hornos para tratamientos térmicos Lindberg RO-816 de 10 KW en baño de sales  
 Equipo para tratamientos térmicos en alto vacío  
 Torno de alta precisión Schaublin para trabajos de difusión  
 Analizador multicanal con cristal germanio-litio  
 Metalizadora en vacío Edwards

### Equipos de Taller

Tornos mecánicos de mesa  
 Tornos paralelos  
 Cepilladora  
 Sierras mecánicas  
 Fresadoras Universales  
 Máquinas agujereadoras de banco y de pie  
 Cizalla neumática  
 Rectificadora de banco  
 Sierra sin fin tipo Do-All  
 Guillotinas  
 Dobladora-pestañadora  
 Amoladoras  
 Equipos compresores  
 Máquina afiladora  
 Rectificadora plana

### Instrumental vario

Todos los equipos enunciados se ven complementados

con el instrumental correspondiente:

Alto vacío bombas mecánicas, booster y difusoras; manómetros y vacuómetros de distintos tipos; chisperos detectores de pérdidas de vacío, etc.

Temperatura medición, registro y regulación de temperatura con pirómetros a termocupla, a resistencia, ópticos, a radiación, a radiación por infrarrojo, etc.

Eléctrico amperímetros, mili-, micro y nona-amperímetros; galvanómetros: voltímetros, mili- y micro-voltímetros; watímetros; puentes potenciométricos; óhmetros y megóhmetros; transformadores y autotransformadores; motores de distinto tipos (de velocidad variable Zeromax, bifásicos, sincrónicos, etc.) etc.

|                     |   |
|---------------------|---|
| <u>Electrónico</u>  | osciloscopios (Tektronic, Dumont, Philips, etc.); fuentes estabilizadas; cronódotos; generadores de RF; generadores de pulsos; etc.                               |
| <u>Radiaciones</u>  | Escalímetros; espectrómetros de centelleo, Geiger-Muller, contador de flujo de metano, monitores, etc.  |
| <u>Analítica</u>    | Espectrógrafo Fuess, determinador de carbono, colorímetro, aparato de electrólisis, medidor de pH, muflas, balanzas analíticas y granatorias, microbalanzas, etc. |
| <u>Medición</u>     | calibres, comparadores, micrómetros, comparador óptico de superficies, mesas de trazado, etc.   |
| <u>Registadores</u> | distintos tipos: x-t; x-y; de alta velocidad; oscilógrafos, etc.  |
|                     | Atmósferas varias (tubos y manómetros para O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , A, N <sub>2</sub> , He, acetileno, etc),<br>Muflas y hornos comunes, etc.            |

El valor total aproximado de estos equipos es de

u\$s 1.410.000.- Se encuentra en trámite la adquisición de equipos por valor de u\$s 500.000.

#### RECURSOS TECNICOS CIENTIFICOS

Los conocimientos y la experiencia adquirida, conjuntamente con la documentación disponible y las referencias que del Laboratorio puedan dar los expertos extranjeros que han pasado por él, conforman los recursos técnicos-científicos de que dispone el Departamento.

Nada mejor entonces que hacer un breve balance de la actividad que desarrollara hasta este momento. Subdividiendo esa actividad en las tres líneas fundamentales del Departamento de Metalurgia: Investigación y desarrollo; Asistencia Técnica a la Industria y Entrenamiento,

## INVESTIGACION Y DESARROLLO

a) Publicaciones

Desde 1957, personal del Departamento ha publicado más de 190 trabajos en las principales revistas de la especialidad metalúrgica:

- 1) Structural changes caused by plastic strain and by fatigue in Al-Zn-Mg-Cu alloys  
Journal of the Institute of Metals, 86 (1957-58), p. 17.
- 2) Mesure des constantes d'Autodiffusion en Volume du Fer en phase alfa a l'Aide des traceurs radioactifs.  
CRAS, Paris, 245 (1957), p. 1922.
- 3) A review paper on the construction of the equilibrium diagram of U-Mo alloys.  
Journal Nuclear Energy, 7 (1958), p. 189.
- 4) Mesure de l'Energie d'activation de l'autodiffusion intergranulaire du Fer en phase alfa a l'aide des traceurs radioactifs.  
CRAS, Paris, 246 (1958), p. 2614.
- 5) The manufacture of fuel elements of the Argonaut type.  
Proceedings 2nd. Geneva Conference of Peaceful Uses of Atomic Energy 15/P/1845 (1958).
- 6) Sous-structure de la solidification de l'aluminium 99,99%: leur etude par les couches epitaxiales d'oxyde et par les figures de corrosion.  
Métaux-Corrosion-Industries, 34, (abril 1959)
- 7) Récrystallisation secondaire et récrystallisation par écrouissage critique de l'uranium de haute pureté.  
Comptes Rendus, 249, (1959), p. 2769.
- 8) Conditions de fixation du soufre radioactif a la surface du Fer polycristallin et relations avec l'orientation cristalline du métal.  
CRAS, Paris, 248 (1959), p. 2578.
- 9) Recristalización de uranio bajo condiciones de forjado en fase alfa.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.

- 10) Solidificación de metales y aleaciones.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 11) Influencia del orden cristalográfico en el creep de soluciones sólidas de hierro-aluminio.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 12) Recristalización secundaria y recristalización luego de una deformación débil del uranio de alta pureza.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 13) Fenómenos de fricción interna en aleaciones cadmio-magnesio.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 14) Técnicas modernas en metalografía microscópica.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.  
Metalurgia Moderna (SAM), No. 7 (1964), p. 7.
- 15) Ataque térmico de uranio.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 16) Inclusiones y subestructuras en uranio de pureza nuclear.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.  
Informe Público CNEA No. 51 (1961).
- 17) Examen metalográfico de dióxido de uranio sinterizado.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 18) Fijación de azufre radiactivo sobre el hierro. Influencia en la corrosión electroquímica.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 19) Influencia de la distribución del soluto en la resistencia a la corrosión en agua a alta temperatura de una aleación aluminio-cromo.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 20) Solubilidad de gases en metales. Estudio en los sistemas oxígeno-zirconio y tantalio-hidrógeno.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 21) Estudio de laminación en caliente del titanio.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 22) Fabricación de planchas y barras dobles concéntricas de óxidos de tierras raras en matriz metálica.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.  
Metalografía Moderna (SAM), No. 5 (1962), p. 35.

- 23) Sinterización de dióxido de uranio para elementos combustibles nucleares.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.
- 24) Las transformaciones en aleaciones beta de cobre-estaño.  
Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, 1959.  
Informe Público CNEA No. 63 (1962).
- 25) Recristallisation secondaire et recristallisation par ecrouissage critique de l'uranium de haute pureté.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Université de Paris, Francia (1959).
- 26) Conditions de fixation du soufre radiactif sur le Fer mono et polycristalline.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Université de Paris, Francia, (1959).
- 27) Tecnología de elementos combustibles. (Trabajos en desarrollo en Argentina).  
Tercer Simposio Interamericano sobre Usos Pacíficos de Energía Atómica, Rio de Janeiro, (1960), p. 132.
- 28) Metallurgy in the development of atomic power.  
American Journal of Physics, 28, No. 3 (1960), p. 228.
- 29) La investigación en metalurgia de transformación.  
Metalurgia, No. 219 (noviembre 1960), p. 37.
- 30) Influence of crystallographic order on creep of Fe-Al solids solutions.  
Trans. AIME, 218 (1960), p. 166.
- 31) Fixation du soufre radiactif a la surface du Fer.  
3eme. Colloque de Métallurgie Spéciale sur la Corrosion, (1960), p. 206 (North Holland).
- 32) Curva de fluencia en el trabajado plástico del Titanio.  
Metalurgia Moderna (SAM), No. 2, (1960).
- 33) Relación entre las subestructuras de segregación y las dislocaciones formadas durante la solidificación de aluminio 99,99%.  
Informe Público CNEA No. 46 (1960).
- 34) Físico-Química de la oxidación de dióxido de uranio.  
Trabajo de Tesis Doctoral (Universidad de Buenos Aires), 1960.
- 35) Substructures and dislocations produced during solidification of Aluminium.  
Canadian Journal of Physics, 39, (1961), p. 1501.
- 36) Recrystallisation of Uranium during cold or hot forging.  
Journal of Nuclear Materials, 3, No. 1 (1961), p. 115.

- 37) Twinning in Iron Aluminium alloys.  
Acta Met., 9, (1961), 138.
- 38) O emprego de replicas nos exames metalográficos.  
Presentada al XVI Congreso Anual de la Associação Brasileira de Metais, Porto Alegre, Brasil, 1961.  
ABM, 17, (1961), p. 975.
- 39) Nuevos procesos y métodos en la soldadura de metales.  
Metalurgia, No. 224, (mayo 1961).
- 40) Producción de grafito para uso en tecnología de reactores.  
Primer Coloquio de Pulvimetalurgia (1961), p. 273.
- 41) Etude autoradiographique de la ségregation du niquel dans l'aluminium  
Mem. Scientifiques Rév. de Métallurgie, LIX, No. 3 (1962), 170.
- 42) La formación de especialistas en metalurgia en la Argentina.  
Ciencia Interamericana, 3, (1962), p.1.
- 43) Augmentation de la ductilité de l'uranium par recuit partiel apres ecrouissage.  
Comptes Rendus, 255, (1962), p. 2435.
- 44) Recristalização de metais.  
Boletim da ABM, 18, No. 73 (1962), p. 845.
- 45) The use of CuK beta radiation for detection of order in CuZn and CuGa alloys.  
Journal of Applied Physics, 33, (1) (1962), p. 242.
- 46) Discusión sobre el trabajo de C.W. Spencer y D.J. Mack.  
Simposio sobre "Decomposition of austenite by diffusional processes". Editors: Zaclay and H. Aaronson.  
AIME, 17, (1962) Interscience Publishers.
- 47) Laboratorio de Soldadura de la CNEA.  
Metalurgia, No. 235, (1962), p. 31.
- 48) Microscopía electrónica por el método de réplicas de Al 99,99% recocido y recocido y deformado por impacto.  
Informe Público CNEA No. 69 (1962).
- 49) Producción de placas delgadas de UO<sub>2</sub>.  
Informe Público CNEA No. 71 (1962).
- 50) Platina para observaciones microscópicas a temperaturas subcero.  
Informe Público CNEA No. 72 (1962).

- 51) Corrosión de aluminio en agua a alta temperatura.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, (1962).
- 52) Cinética de oxidación de  $UO_2$  en aire.  
Informe Público CNEA No. 74, (1962).
- 53) Formation et reversion des zones de Guinier-Preston.  
Coloquio Internacional de las Soluciones Sólidas Metálicas,  
Orsay, Francia, 1962. (Comunicación No. XLI-1).  
*J. Phys. Rad.*, 23, (1962), 817.
- 54) Electron microscopy, by the replica technique, of Aluminium deformed by impact.  
*Journal Institute of Metals*, 91, (1962-63), p. 284.
- 55) Substructures produced in Aluminium by impact.  
*Applied Materials Research*, (April 1963), p. 118.
- 56) Sintering of Uranium dioxide in an atmosphere of controlled Hydrogen content.  
*Journal of Nuclear Materials*, 8, No. 2, (1963), p. 275.
- 57) Metallurgy at the Argentine Atomic Energy Commission.  
*The Metallurgist*, 2, (July 1963), p. 238.
- 58) Structure des zones de Guinier-Preston dans les alliages Al-Zn au premier stade de leur formation.  
Presentado a la VI Asamblea General de la Unión Internacional de Cristalografía, Roma, setiembre 1963.  
*Acta Cryst.*, 16, (1963), p. 98.
- 59) Recristallisation secondaire et recristallisation après ecrouissage critique de l'uranium de haute pureté.  
*Journal of Nuclear Materials*, 10, (1963), p. 23.
- 60) Self diffusion of Alfa Titanium.  
*Acta Metallurgica*, 11, (1963), p. 1263.
- 61) Sinterización de dióxido de uranio de producción nacional.  
Informe Público CNEA No. 78, (1963).
- 62) Technique for fusion bonding ceramics.  
*Rev. Sci. Inst.*, 34, (1963), p. 1275.
- 63) Segregación de soluto durante la solidificación de aleaciones.  
Informe presentado al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.  
Publicado por CNEA, mayo 1963.

- 64) A metallographic study of solute segregation during controlled solidification in Tin-Lead alloys.  
Trans. AIME, 227, (December 1963), 1351.
- 65) Fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación.  
Publicado por CNEA, octubre 1963.  
Presentado al Simposio Interamericano sobre usos Pacíficos de la Energía Atómica, San Pablo, Brasil, noviembre 1963.
- 66) The low temperature solid solubility limits of the Alpha and Beta phases. Phases in the Cu-Zn systems.  
J. Australian Inst. Metals, 8, (1963), 91-7.
- 67) An automatic equipment to weld with the Tungsten inert gas method. Welding by Electrolysis, New Scientist (October 1963), 362.  
Equipo automático para soldar por la técnica de electrodo de tungsteno bajo argón.  
Presentado al Simposio de Tecnología Aeroespacial, Córdoba, 1965.
- 68) Fricción interna activada térmicamente en alúmina y aleaciones Al-Mg.  
Presentado a la 42a. Reunión de la AFA, Córdoba, setiembre 1963.
- 69) Inhomogeneidades en la deformación plástica de Al y su relación con las subestructuras de deformación.  
Presentado a la 42a. Reunión de la AFA, Córdoba, setiembre 1963.
- 70) Mecanismos de sinterización en  $UO_2$  no estequiométrico.  
Presentado a la 42a. Reunión de la AFA, Córdoba, setiembre 1963.
- 71) Orden-desorden de fase sigma en el sistema Co-V.  
Presentado a la 42a. Reunión de la AFA, Córdoba, setiembre 1963.  
Acta Met., 12, (1964), p. 741.
- 72) Mecanismo de deformación plástica de monocristales de uranio-beta.  
Presentado a la 42a. Reunión de la AFA, Córdoba, setiembre 1963.
- 73) Los límites de solubilidad a baja temperatura de las fases en el sistema Cu-Zn.  
Presentado a la 42a. Reunión de la AFA, Córdoba, setiembre 1963.
- 74) Relaciones de fase y estabilidad en aleaciones CuGa ricas en cobre.  
Presentado a la 42a. Reunión de la AFA, Córdoba, setiembre 1963.
- 75) Autodifusión de Titanio Alfa  
Presentado a la 42a. Reunión de la AFA, Córdoba, setiembre 1963.

- 76) Crecimiento de cristales de  $Al_2O_3$  por fusión zonal.  
Presentado al IV Congreso Argentino de Cerámica, Vidrios y Afines, Buenos Aires, 1963.
- 77) Membranas metálicas porosas, obtención y estudio de sus propiedades.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Buenos Aires, (1963).
- 78) Estudio de la evolución de la recristalización en uranio fuertemente deformado en frío.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Buenos Aires, (1963).
- 79) Deformación plástica de monocristales de fase sigma y uranio beta.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Buenos Aires, (1963).
- 80) Estructura y cinética de formación de zonas de Guinier-Preston isotrópicas.  
Presentado a la 43a. Reunión de la AFA, Bariloche, mayo 1964.
- 81) Interfaces en la transformación  $\beta \rightleftharpoons \beta'$  en el sistema Cobre-Galio.  
Presentado a la 43a. Reunión de la AFA, Bariloche, mayo 1964.
- 82) Difusión en Be-Zr.  
Presentado a la 43a. Reunión de la AFA, Bariloche, mayo 1964.
- 83) Ductilidad del uranio.  
Presentado a la 43a. Reunión de la AFA, Bariloche, mayo 1964.
- 84) Estudio de la solubilidad del Zr en cuplas de difusión Be- aleaciones de Be-Zr.  
Presentado a la 43a. Reunión de la AFA, Bariloche, mayo 1964.
- 85) Deformación crítica del uranio.  
Presentado a la 43a. Reunión de la AFA, Bariloche, mayo 1964.
- 86) A yield effect in a Zn-Al-Cd alloy.  
Journal of the Inst. of Metals, 92 (1963-64), p. 252.
- 87) Deformation mechanisms of Beta Uranium single crystals.  
Journal of Nuclear Materials, 11 (1964), p. 212.
- 88) Una máquina automática de soldar para sellar elementos combustibles cilíndricos.  
Informe Público CNEA No. 104, (1964).
- 89) Construcción y puesta a punto de un sistema para medidas precisas de difusión central de rayos X en escala absoluta.  
Informe Público CNEA No. 111, (1964).

- 90) Appareil pour mesures de diffraction de rayons X a basse température.  
Acta Cryst. , 17, (1964), 668.
- 91) Fabricación de placas porosas para filtros.  
Conferencia de Expertos Latinoamericanos en Metalurgia de Transformación (CELAM).  
Vol. II, Trabajo XVII, Buenos Aires, agosto 1964.
- 92) Refinación a fuego y otras soluciones para los problemas presentados por la presencia de impurezas en Cu y latones Alfa.  
CELAM, Vol. II, Trabajo XIX, Buenos Aires, agosto 1964.
- 93) Fabricación y propiedades de una aleación de Cu de alta resistencia al ablandamiento y alta conductividad.  
CELAM, Vol. II, Trabajo XXVI, Buenos Aires, agosto 1964.
- 94) Estudios en colaminación de metales.  
CELAM, Vol. II, Trabajo XXXII, Buenos Aires, agosto 1964.
- 95) Plan de actividades del Departamento de Metalurgia de la CNEA Argentina.  
CELAM, Vol. I, Trabajo IV, Buenos Aires, agosto 1964.
- 96) Plan de actividades del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica de la CNEA.  
CELAM, Vol. I, Trabajo V, Buenos Aires, agosto de 1964.
- 97) Estrategia de la investigación metalúrgica en Latinoamérica.  
CELAM, Vol. II, Trabajo XXXV, Buenos Aires, agosto 1964.
- 98) Objetivos de una colaboración regional en materia de investigación tecnológica.  
CELAM, Vol. II, Trabajo XXXVI, Buenos Aires, agosto 1964.
- 99) Producción de aleaciones de Al-U por reducción directa de F<sub>6</sub>U en Al.  
Presentado al Congreso de la Asociación Química Argentina, Bahía Blanca, 1964.
- 100) The activation energy of high temperature internal friction  
Acta Met. , 12 (1964), p. 1466.
- 101) Diffusion of gases in special interstitial sites in Hafnium.  
J. Less Common Metals , 7 (1964), 197.
- 102) Corrosion of super pure Al in distilled water at high temperature.  
J. Nuclear Materials , 13 (1964), p. 92.
- 103) Respuesta a "autodifusión de titanio alfa".  
Acta Met. , 12 (1964), 1096.

- 104) Fabrication of fuel elements for research reactors.  
Proceedings 3rd. Geneva Conference of Peaceful Uses of Atomic Energy, (1964), p. 837.
- 105) Fricción interna en aleaciones AlAg.  
Presentado a la 45a. Reunión de la AFA, La Plata, mayo 1965.
- 106) Modos de relajamiento en estructuras hexagonales compactas.  
Presentado a la 45a. Reunión de la AFA, La Plata, mayo 1965.
- 107) Parámetros estructurales que intervienen en las variaciones anómalas de la resistividad eléctrica en las aleaciones AlZn durante la pre-precipitación.  
Presentado a la 45a. Reunión de la AFA, La Plata, mayo 1965.
- 108) Estructuras de las zonas Guinier-Preston isotrópicas en las primeras etapas de su formación  
Presentado a la 45a. Reunión de la AFA, La Plata, mayo 1965.
- 109) A non-destructive test for the RAEP fuel plates.  
Symposium on non destructive testing in nuclear technology, OIEA, Bucarest, mayo 1965.
- 110) Sintering mechanism in stoichiometric and non-stoichiometric  $UO_2$ .  
Conference on Sintering and Related Phenomena, June 21-23, 1965, Notre Dame, Indiana, EE. UU.
- 111) Relation entre la Géométrie de la déformation de l'aluminium et les sous-structures de déformation.  
Mem. Sci. Rev. Met. LXII (1965), p. 199.
- 112) Evolution par recuit des propriétés mécaniques de l'uranium laminé.  
Journal of Nuclear Materials, 15 (1965), p. 153.
- 113) Propiedades de una aleación de cobre de alta resistencia al ablandamiento y alta conductividad.  
Informe Público CNEA No. 146, (1965).
- 114) On the thermal stress endurance of nuclear fuels.  
American Nuclear Society, Annual Meeting, 1965.
- 115) Etude au moyen de la microsonde de la diffusion du fer et du Manganese dans les solutions solides  $FeO-MnO$ .  
Comptes Rendus, 260 (1965), p. 1156.
- 116) Influencia de la estructura sobre las propiedades de fatiga en aceros.  
Presentado al XX Congreso Anual, ABM, Río de Janeiro, 1965.
- Influencia da estrutura sobre as propriedades de fadiga em açós.  
Metalurgia, 22 (Junho 1966), Sao Paulo.

- 117) Construcción y calibración de un equipo para la determinación de gases en metales.  
Presentado al XX Congreso Anual, ABM, Río de Janeiro, 1965.  
  
Construção e calibragem de um equipamento para a determinação de gases em metais.  
Metalurgia, 22 (mayo 1966), Sao Paulo.
- 118) Estudio del desgaste de bolas de aleación Ni-Hard fundidas utilizadas en molinos.  
Presentada al XX Congreso Anual, ABM, Río de Janeiro, 1965.  
  
Uso de traçador radioactivo no estudo de desgaste de bolas de ferro fundido.  
Metalurgia, 22, (Junho 1966), Sao Paulo.
- 119) Estudio de las características de precipitación en aleaciones Cu-Zr.  
Presentado al XX Congreso Anual, ABM, Río de Janeiro, 1965.  
  
Estudo das características de precipitação em ligas Cu-Zr.  
Metalurgia, 22 (Junho 1966), Sao Paulo.
- 120) Pre dendritic solidification  
Trans. AIME, 233 (1965), p. 373.
- 121) Electron-microprobe analysis of segregation produced during cellular solidification of "pure Aluminium".  
Trans. Met. Soc. AIME, 233, (1965), p. 1926.
- 122) Modification of the Cu-Ca phase diagram in the region of the Zeta phase.  
J.I.M., 93, (6), (1965), p. 182.
- 123) Segregation in dilute Tin alloys displacing two-dimensional cells.  
Trans. AIME, 233, (1965), p. 251.
- 124) Investigaciones metalúrgicas en relación a materiales de uso espacial.  
Presentado al Simposio de Tecnología Aeroespacial, Córdoba, 1965.
- 125) Producción de tungsteno infiltrado con plata para la producción de toberas.  
Presentado al Simposio de Tecnología Aeroespacial, Córdoba 1965.
- 126) Refractario sílico-aluminoso de alta densidad para cucharas y altos hornos. Control de desgaste por radioisótopos.  
Presentado al Congreso Inst. Lat. del Hierro y el Acero, Santiago de Chile, julio 1965.

- 127) Estructura y cinética de formación de zonas Guinier-Preston isotrópicas.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Cuyo, 1965.
- 128) Estudio de la autodifusión del Titanio en fase Beta.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, 1965.
- 129) Estudio de la absorción de hidrógeno por tantalio mediante la resistencia eléctrica.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad de La Plata, 1965.
- 130) A simple etching technique that reveals dislocations and Copper segregation in Aluminium.  
Canadian Metallurgical Quarterly, 4, (1965), p. 177.
- 131) Sobre la fricción interna en metales hexagonales que contienen impurezas.  
Presentado a la 47a. Reunión de la AFA, Buenos Aires, mayo 1966.
- 132) Autodifusión de Titanio en fase Beta.  
Presentado a la 47a. Reunión de la AFA, Buenos Aires, mayo 1966.
- 133) Sistema para realizar cambios rápidos de temperatura con alta estabilidad térmica.  
Presentado a la 47a. Reunión de la AFA, Buenos Aires, mayo 1966.
- 134) Transformación de fase Gamma-Beta en aleación U-1% Cr.  
Presentado a la 47a. Reunión de la AFA, Buenos Aires, mayo 1966.
- 135) Transformación de fase en compuestos intermetálicos Zeta-Beta en el sistema AgCd.  
Presentado a la 47a. Reunión de la AFA, Buenos Aires, mayo 1966.
- 136) A strain-anneal method of growing crystals of Alpha Uranium.  
J. of the Inst. of Metals, 94, (1966), p. 395.
- 137) Mechanical relaxation modes of paired point defects in hcp crystals.  
Acta Met., 14, (1966), 711.
- 138) Microscopie électronique de l'uranium beta.  
Journal of Nuclear Materials, 20, (1966), No. 2.
- 139) Etude de la diffusion du Mn dans les couples FeO-MnO a concentration variable. Stabilité de la solution solide.  
Mem. Sc. Rev. Metallurgie, 63e. Année, No. 2, (1966).
- 140) Análisis metalográfico no destructivo de elementos de caldera.  
Presentado al XXI Congreso Anual de la ABM, Volta Redonda, Brasil, (1966).

Observação de elementos de caldeira mediante metalografia não destructiva.

Metalurgia, 23, (1967).

IIa. Conferencia Intern. del Combustible, Buenos Aires, 1966.

- 141) Análisis de las causas de rotura en piezas de aleación de magnesio. Presentado al XXI Congreso Anual de la ABM, Volta Redonda, Brasil, (1966).

Estudo de rupturas em peças de liga de magnésio

Metalurgia, 23, (1967).

- 142) Determinación de fallas en piezas inyectadas de estaño-antimonio, utilizables en aparatos de medición.

Presentado al XXI Congreso Anual de la ABM, Volta Redonda, Brasil, (1967).

Causa de trincas em elementos deslizantes de medidores de gas.

Metalurgia, 23, (1967), p. 441.

- 143) Estudio de la transformación de fase gamma-beta en aleaciones U - 1% at Cr.

Presentado al XXI Congreso anual de la ABM, Volta Redonda, Brasil, (1966).

Estudo da transformação  $\gamma \rightarrow \beta$  em U - 1% at Cr.

Metalurgia, 23, (1967), p. 429-439.

- 144) Transformaciones de fase en compuestos intermetálicos: Zeta-Beta en el sistema AgCd.

Presentado al XXI Congreso Anual de la ABM, Volta Redonda, Brasil, (1966).

Alguns aspectos da transformação  $\zeta \rightarrow \beta'$  no sistema AgCd.

Metalurgia, 22, (1966).

- 145) Structures des zones de Guinier-Preston dans les alliages Al-Zn au premier stades de leur formation.

Acta Metallurgica, 14, (1966), 1213.

- 146) Influence of microsegregation on pitting corrosion in high purity aluminium.

J. Electrochemical Society, 113, (1966), p. 773.

- 147) On the origin of the cellular solidification substructure.

Trans. Met. Soc. AIME, 236, (1966), p. 630.

- 148) Manómetro de fuelle de vidrio para usar en equipos de ultra alto vacío entre 1 torr. y 760 torr.  
Revista de la Universidad de Santander, 8, (1966), 55.
- 149) Structural changes and creep mechanisms in type 316 steel at 600°C.  
JISI, 204, (July 1966), p. 718.
- 150) Effects of cold work in type 316 steel.  
JISI, 204, (August 1966), p. 783.
- 151) Relación entre las subestructuras de segregación y la estructura de los lingotes.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 152) Fabricación de intercambiadores de aluminio por colaminación.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 153) Aplicaciones metalúrgicas de la microsonda.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 154) Trabajado en frío de estructuras parcialmente recristalizadas.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 155) Algunas aplicaciones de la técnica de réplicas metalográficas.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 156) Defectos en lingotes de aceros.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 157) Prensado hidrostático como método de formado plástico.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 158) Ensayos no destructivos de tubos de paredes delgadas.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 159) Causas de rayaduras en elementos deslizantes de contadores de gas.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 160) Estudio de roturas en piezas de aleación de magnesio.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).

- 161) Observación mediante metalografía no destructiva de elementos de caldera.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 162) Aplicación de extensómetros eléctricos en metalurgia.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).
- 163) Trazadores radiactivos en el estudio del desgaste de bolas de aleación Ni-Hard.  
Presentado a las Segundas Jornadas Metalúrgicas Argentinas, Buenos Aires, (1966).  
Informe Público CNEA No. 187, (1967).
- 164) Construcción de una central nuclear y sus efectos sobre el proceso de industrialización argentino.  
Centro de Estudios Económicos del Instituto Torcuato Di Tella, (1966).
- 165) Industrialización, innovación e investigación científica.  
Metalurgia, 246, (1966).
- 166) Comportamiento anelástico de aluminio y aleaciones de aluminio deformadas plásticamente.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Cuyo, (1966).
- 167) Anodic behaviour of mild steel during yielding.  
Trabajo de Tesis Doctoral, University of Cambridge, Inglaterra, (1966).
- 168) Fricción interna en aleaciones Zr-H a bajas temperaturas.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Buenos Aires, (1967).
- 169) A cinematographic study of the massive transformation in Cu-Ga alloys.  
Acta Met., 15, (1967), p. 161-180.
- 170) System for fast temperature changes and high temperature stability.  
The Review of Sc. Instruments, 38, (1967), p. 116.
- 171) On apparent pore formation during cellular solidification.  
Trans. Met. Soc. AIME, 239 (1967), p. 926.
- 172) Pre-precipitation in AlZn and AlZnMg alloys studied by small angle X ray scattering.  
J. Mat. Sc., 2, (1967), 371

- 173) Fricción interna en aleaciones Zr-H a bajas temperaturas.  
Presentado al XXII Congreso Anual de la ABM, Vitoria, Brasil,  
(1967).
- 174) Algunas consideraciones sobre la obtención de muestras representa-  
tivas de gases en aceros.  
Presentado al XXII Congreso Anual de la ABM, Vitoria, Brasil,  
(1967).
- 175) Endurecimiento de monocristales de magnesio sometidos a irradia-  
ción neutrónica.  
Presentado al XXII Congreso Anual de la ABM, Vitoria, Brasil,  
(1967).
- 176) Estudio de desgaste de refractarios en siderurgia utilizando radio-  
isótopos.  
Presentado al XXII Congreso Anual de la ABM, Vitoria, Brasil,  
(1967).
- 177) Identificación y origen de inclusiones no metálicas en aceros.  
Presentado al XXII Congreso Anual de la ABM, Vitoria, Brasil,  
(1967).
- 178) Unión de metales por presión en frío.  
Presentado al XXII Congreso Anual de la ABM, Vitoria, Brasil,  
(1967).
- 179) Cinética de formación de zonas de Guinier-Preston en aleaciones  
AlZn y AlZnMg.  
Presentado al XXII Congreso Anual de la ABM, Vitoria, Brasil,  
(1967).
- 180) Anelastic behaviour of isolated point defects in crystals of hcp  
structure.  
Acta Met., 15, (1967), 711.
- 181) Algunas consideraciones sobre la autonomía científica y técnica  
de naciones medianas y pequeñas.  
Presentado al Tercer Congreso Interamericano de Economía,  
Toulouse, Francia, (1967).
- 182) Algunos comentarios sobre propiedades a tener en cuenta en la se-  
lección de aceros que se utilizan en estado bonificado.  
Presentado en la Convención sobre el Acero, Altos Hornos Zapla,  
Jujuy, (1967).
- 183) Aparato para determinación de gases en metales por fusión en vacío.  
Informe Público CNEA No. 186, (1967).

- 184) Procesos de deformación plástica en aleaciones de níquel-hierro.  
Dependencia del orden de largo y corto alcance.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Cuyo, (1967).
- 185) Contribución al estudio de la estructura y mecanismos de formación de zonas de Guinier-Preston en aleaciones AlZn y AlZn-0,1% Mg.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Cuyo, (1967).
- 186) Autodifusión en volumen de Ti, Zr y Hf en fase alfa.  
Trabajo de Tesis Doctoral, Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba, (1967).
- 187) Origen del arresto térmico anómalo en  $U\beta$ ,  
Presentado a la 49a. Reunión de la AFA, Rosario, (1967).
- 188) Estabilidad de fases en Ag-Zn 50% at. en función de la temperatura.  
Presentado a la 49a. Reunión de la AFA, Rosario, (1967).
- 189) Valores para las temperaturas críticas de orden-desorden en  $\beta$ -AgZn y  $\beta$ -AgCd.  
Presentado a la 49a. Reunión de la AFA, Rosario, (1967).
- 190) Autodifusión de Hf en fase alfa.  
Presentado a la 49a. Reunión de la AFA, Rosario, (1967).
- 191) Autodifusión de Zr en fase alfa.  
Presentado a la 49a. Reunión de la AFA, Rosario, (1967).
- 192) Fricción interna a bajas temperaturas en el sistema Zirconio-Hidrógeno.  
Presentado a la 49a. Reunión de la AFA, Rosario, (1967).
- 193) Endurecimiento por irradiación en monocristales de magnesio.  
Presentado a la 49a. Reunión de la AFA, Rosario, (1967).
- 194) On microsegregation nodes and cellular solidification substructures in dilute Tin alloys.  
A publicarse en Trans. Met. Soc. AIME.
- 195) Origin of the equiaxed zone in small ingots.  
A publicarse en J. of Materials Science.
- 196) Glass bellows manometer for ultra-high-vacuum devices for a range of 1 to 760 torr.  
Aceptado para su publicación en Rev. Scientific Instruments.
- 197) Algunas consideraciones sobre el uso y la recuperación de combustible en el programa nuclear argentino.  
Informe Público CNEA a publicarse.

198) Kinetics of the beta prima transformation in the Ag-Cd system,  
Aceptado para su publicación en Acta Metalúrgica.

199) Stress-corrosion cracking of mild steel in nitrate solutions.  
A publicarse en Corrosion Science.

b) Contratos de investigación

El Departamento ha realizado y realiza investigaciones por contrato, para las siguientes instituciones:

- . C.I.T.E.F.A. (Argentina)
- . Organización de los Estados Americanos
- . Office of Naval Research (EE. UU.)
- . Army Research Office (EE. UU.)
- . Atomic Energy Commission (EE. UU.)

c) Subsidios

El Departamento ha recibido subsidios para realizar investigaciones, de las siguientes instituciones:

- . Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)
- . National Science Foundation (EE. UU.).
- . Organización de los Estados Americanos
- . Organización Internacional de Energía Atómica (Viena, Austria).
- . Fundación Ford
- . Air Force Office of Scientific Research (EE. UU.).
- . Commissariat a l'Energie Atomique (Francia)

d) Préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo

El Banco Interamericano de Desarrollo concedió el 24 de abril de 1966 un préstamo de un millón de dólares para la adquisición de máquinas, equipos e instrumentos. Se encuentra en trámite de adquisición la suma de u\$s 480.000.-; está comprometido para adquirir en 1967-68 el resto del mismo, que asciende a u\$s 520.000.

### e) Reuniones científicas

El Departamento de Metalurgia organizó tres reuniones científicas internacionales:

- . Primer Coloquio Latinoamericano de Pulvimetalurgia (noviembre de 1961).
- . Coloquio Internacional "El Impacto de la Metalurgia Física en la Tecnología (abril de 1962).
- . Conferencia de Expertos Latinoamericanos en Metalurgia de Transformación (agosto de 1964).

y colaboró muy activamente en la realización de las Primeras Jornadas Metalúrgicas Argentinas (noviembre de 1959), organizada por la Sociedad Argentina de Metales.

### f) Patentes de invención

Se han obtenido las siguientes patentes:

- 1) Procedimiento para producir aleación Al-U (empleando hexafluoruro de uranio). Patente No. 174.959, Título 130.518.
- 2) Un procedimiento para la sinterización de dióxido de uranio. Patente No. 198.329.
- 3) Un procedimiento de formación de una masa gaseosa protectora (para la sinterización de cobre y sus aleaciones). Patente No. 183.356.
- 4) Un procedimiento de soldadura por arco eléctrico (empleando 10.000 Hz.). Patente No. 177.495, Título 143.095.
- 5) Evaporador de aluminio para heladera (en trámite).

### g) Trabajos en Metalurgia Nuclear

El Departamento de Metalurgia ha satisfecho las necesidades de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

en lo atinente a Elementos Combustibles para Reactores Nucleares. Ha desarrollado seis prototipos de elementos combustibles:

- . Elementos combustibles tipo Argonaut, con uranio enriquecido 20% como  $U_3O_8$ .
- . Elemento combustible con pastilla de  $UO_2$  sinterizado, vaina de aluminio.
- . Elemento combustible con vaina de aluminio, núcleo extrudado de 80%  $UO_2$  - 20% C.
- . Elemento combustible obtenido por coextrusión en una sola operación, vaina de aluminio, núcleo de  $U_3O_8$ .
- . Elemento combustible sección rectangular, vaina de aluminio, placa sinterizada de  $UO_2$ .
- . Elemento combustible obtenido por colaminación, tipo MTR.

Ha fabricado las siguientes cargas completas:

- . Reactor Nuclear RA-1 (primer reactor construido en Latinoamérica e inaugurado en 1958), Elementos del tipo Argonauta: placas coextrudadas de  $U_3O_8$  (enriquecido al 20% en  $U_{235}$ ) y aluminio en polvo, con cubierta de aluminio. Se fabricaron 220 placas. El método utilizado para la producción de estos elementos, fué vendido a una firma alemana.
- . Reactor RA-1, segunda carga. Elementos cilíndricos con núcleo extrudado de  $UO_2$  (enriquecido al 20% en  $U_{235}$ ) y grafito. Posteriormente envueltos en tubos de aluminio y sellados. Se fabricaron 440 elementos.
- . Reactor RA-2 (potencia 0). Elementos de tipo MTR: núcleo de aleación de aluminio al 15% de uranio (enriquecido al 90%) y luego colaminado a cubiertas de aluminio. Se fabricaron 25 cajas, de 19 elementos cada una.
- . Reactor RA-3 (de 5 MW). Elementos de tipo MTR: núcleo de aleación de aluminio al 15% de uranio (enriquecido al 90%) y luego colaminado a cubiertas de aluminio. Se fabricaron 25 cajas, de 19 elementos cada una.

#### h) Colaboración con instituciones extranjeras

- 1) Desde 1959, el Departamento de Metalurgia y el Departamento de Metalurgia del Argonne National Laboratory (EE. UU.) intercambian personal científico en forma permanente y mantienen un continuo intercambio de información científica y técnica.
- 2) En 1962, el Departamento de Metalurgia y el Department of Materials Science de la Universidad de Stanford (EE. UU.) firmaron un convenio para realizar investigación conjunta en el tema "Defectos puntuales en metales centrados en el cuerpo".
- 3) Desde 1962, el Departamento de Metalurgia y el Departamento de Metalurgia del Commissariat a l'Energie Atomique de Francia intercambian personal científico en forma permanente y mantienen un continuo intercambio de información científica y técnica. En enero de 1966 ambas instituciones firmaron un convenio para un Programa de Cooperación en el Dominio de la Metalurgia Nuclear.

#### i) Documentación

La Biblioteca del Departamento de Metalurgia cuenta en la actualidad con 1970 volúmenes específicamente de Metalur-

gia, siendo la más completa de la Argentina en su especialidad. Se reciben regularmente alrededor de 90 revistas metalúrgicas, entre las más importantes del mundo: Acta Metallurgica; Acero-Acier-Steel; Advances in Physics; American Ceramic Society Bulletin; ASM - Review of Metal Literature; Applied Materials Research; Archiv des Eisenhüttenwesens; Beira Journal; Boletín de Informaciones, CIS; Bulletin de la Documentation de la Soudaire; Bulletin of the IMME; British Welding Journal; Canadian Mining and Metallurgical Bulletin; Cobalt; Corrosion et Anticorrosion; Corrosion-Science; Electroplating and Metal Finishing; El Estaño y sus aplicaciones (Revista del Tin Research Institute); Fonderie; Foundry; Industrial Quality Control; International Journal of Mechanical Sciences; International Journal Machine Tool Design and Research; Journal of Applied Mechanics; Journal of Applied Physics; Journal of Metals; Journal of Materials Science; Journal of Nuclear Materials; Journal of Physics and Chemistry of Solids; Journal of Scientific Instruments; Journal of the American Ceramic Society; Journal of the Electrochemical Society; Journal of the Institute of Metals; Journal of the Iron and Steel Institute; Journal of the Less-Common Metals; Journal of the Mechanics and Physics of Solids; Les Memoires Scientifiques de la Revue de Métallurgie; Materials in Design Engineering; Materialprüfung Materials Testing Materiaux; Materials Science Engineering; Metalurgia - ABM; Metalurgia Argentina, Asociación de Industriales Metalúrgicos; Metalurgia Moderna - SAM; Metaux Corrosion Industries; Metal Powder Report; Metal Progress; Metal Review; Metal Science and Heat Treatment; Metall Metallurgie; Metallurgist; Metallurgical Abstracts; Metallurgical Review;

Modern Castings; Nickel Berichte; Nickel Topics (INCO); Nuclear Science Engineering; Nucleonics; Platinum Review; Philosophical Magazine; Physics of Metals and Metallography; Physical Review; Physical Review Letters; Physica Status Solidi; Praktische Metallographie; Refractories; Revue de l'Aluminium; Revue de Metallurgie; Review of Scientific Instruments; Science and Industries; Soudage et Techniques Connexes; Sheet Metal Industries; Soviet Powder Metallurgy and Metal Ceramics; Stahl und Eisen; Titanium - Abstract Bulletin; Transactions AIME; Transactions ASM; Transactions Canadian Institute of Mining and Metallurgy and of the Mining Soc. Nova Scotia; Transactions ASME, Serie E. Journal of Applied Mechanics; Transactions of the IMME; Transactions of Metals; Transatom Bulletin; Welding and Metal Fabrication; Welding Engineering; Welding Journal; Welding Productions; Zeitschrift fur das Metallkunde.

Utiliza además la Biblioteca Central de la CNEA, que posee más de 19.000 volúmenes, 30.000 informes y 50.000 microcards y micronegativos. Existe una gran cooperación con las otras bibliotecas especializadas que hay en la Argentina.

En la CNEA existe una Sección Central de Traducción.

En lo que hace a la actualización de trabajos e informes, el Departamento sostiene intercambio permanente con más de sesenta institutos semejantes del mundo, lo que le permite mantener una estrecha relación con: Agency for International Development (AID), EE. UU; Academia de Ciencias de Moscú, URSS; American Institute of Mining and Metallurgical Engineers (AIME), EE. UU.; American Society for Metals;

(ASM), EE.UU.; American Society for Testing Materials (ASTM), EE.UU.; Argonne National Laboratory, EE.UU.; Asociación Física Argentina (AFA) Argentina; Asociación de Industriales Metalúrgicos (AIM), Argentina; Asociación Química Argentina (AQA), Argentina; Associação Brasileira de Metais, Brasil; Atomic Energy of Canada, Canada; Atomic Energy Research Establishment, Inglaterra; Banco Interamericano de Desarrollo (BID), EE.UU.; Batelle Memorial Institute, EE.UU.; British Council, Argentina; British Iron and Steel Research Association (BISRA), Inglaterra; British Steel Castings Research Association, Inglaterra; Case Institute of Technology, EE.UU.; Central Electricity Research Laboratories, Inglaterra; Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, Francia; Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, Francia; Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Francia; Centro Argentino de Ingenieros (CAI), Argentina; Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Brasil; Centro de Industriales Siderúrgicos (CIS), Argentina; Centro de Investigaciones Cristalográficas, Chile; Centro de Investigaciones Tecnológicas de las FFAA (CITEFA), Argentina; Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Chile; Comisión de Energía Nuclear, México; Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, Argentina; Commissariat a l'Energie Atomique, Francia; Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE), Argentina; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina; Defense Research Office, EE.UU.; Department of the Navy, Army Research Office, EE.UU.; DINFIA, Argentina; EURATOM, Bélgica; Ford Foundation, EE.UU.; Fundación Bariloche, Argentina; Fundación Di Tella, Argentina; Harvard University, Division Engineering and Applied Physics,

EE. UU. ; Institute de Recherches Sidérurgiques (IRSID), Francia; Institute of Metals, Inglaterra; Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (IDIEM), Chile; Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero (ILAFA), Chile; Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de Córdoba (IMAF), Argentina; Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Argentina; Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Brasil; Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), Argentina; Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Venezuela; International Atomic Energy Agency (IAEA), Austria; Junta de Energía Nuclear (JEN), España; Laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT), Argentina; Max Planck Institut für Metallforschung, Alemania; Mellon Institute, EE. UU. ; Metallwerke Plansee AG., Austria; National Science Foundation, EE. UU. ; Office of Naval Research (ONR), Department of the Navy, EE. UU. ; Organización de los Estados Americanos (OEA), EE. UU. ; Sociedad Argentina de Metales (SAM), Argentina; UNESCO, Francia; United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA), Inglaterra; United States Atomic Energy Commission (USAEC), EE. UU.

Además y con destino a los Cursos Panamericanos de Metalurgia, se han publicado:

ADDA, YVES, Dr., "Difusión en Metales", en castellano, 116 págs.  
Agotado.

ARANTES, A., Dr., "Tratamientos Térmicos", en portugués, 38 págs.  
Agotado.

BOSCHI, LUIS Dr., "Instrumental", en castellano, 77 págs.

BOLLING, FREDERIC G. Dr., "Recuperación y Recristalización de Metales", en inglés, 75 págs. Agotado.

- BOLLING, FREDERIC G. Dr., "Solidificación de Metales y Aleaciones", en inglés, 128 págs. Agotado.
- BONFIGLIOLI, ALBERTO Dr., "Difracción de Rayos X", en castellano, 220 págs.
- CORREA DA SILVA, LUIZ Dr., "Principios básicos de la Metalurgia", en portugués, 200 págs.
- COULOMB, PIERRE Dr., "Microscopía Electrónica", en castellano, 45 págs.
- ENGLER, SIEGFRIED Dr., "Foundry Technology", en inglés, 20 págs.
- GOLDBERG, A. Dr., "Transformaciones en Estado Sólido", en inglés, 56 págs.
- GOMEZ, MARIO PIO, Dr., "Metalurgia Física II", en castellano, 32 págs.
- GUINIER, ANDRE Dr., "Las imperfecciones cristalinas y su importancia en la Física del Estado Sólido", en castellano, 87 págs.
- HALPERN, TEODORO Dr., "Físicoquímica de Metales", en castellano, 73 págs. Agotado.
- JOEL NAHUM Dr., "Cristalografía", en castellano, 40 págs.
- KONDIC, VICTOR Dr., "Fundición", en inglés, 25 págs.
- PLATEAU, JEAN Ing., "La fractura de los metales", en castellano, en prensa.
- POLAKOWSKI, N.H. Dr., "Plastic Working of Metals", en inglés, 80 págs.
- SCHOECK, GUNTHER Dr., "Teoría de Dislocaciones y Defectos", en castellano, 80 págs. Segunda edición.
- VIDOZ, ALDO E. Dr., "Metalurgia Física I", en castellano, 69 págs.
- MARTINEZ VIDAL, C.A. Ing., "Introducción a la Metalurgia Moderna", en castellano, 70 págs.
- WISTREICH, J. Dr., "Trabajado de Metales II", en inglés, 25 págs.
- WOODHEAD, JACK Dr., "Tratamientos Térmicos", en inglés, 137 págs.
- WYON, GERARD Ing., "Metalografía Microscópica", en castellano, 132 págs.

## ASISTENCIA TECNICA A LA INDUSTRIA

En marzo de 1961, el Departamento de Metalurgia de la CNEA, con la cooperación de la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina, puso en marcha el primero -y hasta ahora el único- Programa de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica Argentina, creando a tal efecto un organismo especial: El Servicio de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica (SATI).

El SATI es una institución de bien público (non-profit organization). Es un organismo mixto, pues si bien administrativamente forma parte de la Gerencia de Tecnología de la CNEA, su existencia deriva del convenio entre la CNEA y la Asociación de Industriales Metalúrgicos que establece, entre otras cosas, que la AIM contribuirá al presupuesto del SATI, que el Director de éste mantendrá plenamente informadas a las autoridades del AIM en todo lo referente al funcionamiento del SATI y que un delegado de la AIM supervisará personalmente dicho funcionamiento. Por otra parte, el SATI brinda sus servicios a todo industrial argentino, pertenezca o no a la Asociación de Industriales Metalúrgicos.

Los objetivos del SATI son:

- a) Prestar asesoramiento científico-tecnológico a la industria metalúrgica argentina en todos los problemas derivados de la fabricación y uso de metales, aleaciones y productos semi-elaborados y elaborados.
- b) Difundir nuevos métodos de producción, la aplicación de nuevos metales, de otras materias primas, de máquinas e instrumentos.
- c) Facilitar el acceso a una mejor y más completa información científica y técnica.
- d) Desarrollar nuevos métodos de control de calidad.

- e) Empezar las investigaciones de desarrollo que resulten de las características propias de nuestro mercado, la naturaleza de las materias primas de que se dispone, la accesibilidad de máquinas y equipos, el grado de entrenamiento y capacitación del personal, etc., etc.
- f) Preparar a la industria del país para la profunda transformación tecnológica que se producirá en los próximos años como consecuencia de los importantes desarrollos científicos realizados en los últimos años en campos tales como la deformación plástica, la teoría de aleaciones, compuestos intermetálicos, etc.

### Funcionamiento del SATI

El campo de asesoramiento del SATI es el de la Metalurgia de Transformación, que abarca un sinnúmero de problemas: producción de aceros especiales; fusión y colada de metales y aleaciones no-ferrosas; tratamientos térmicos; transformación o trabajado mecánico de metales y aleaciones ferrosas y no-ferrosas; estirado, embutido, corte, plegado, etc.; desarrollo de aleaciones especiales; metalurgia de polvos; corrosión y acabado superficial; etc.

Para la realización de sus funciones el SATI dispone de todos los elementos y personal que integra el Departamento de Metalurgia de la CNEA.

Operativamente, el funcionamiento del SATI es muy simple. Ante una determinada consulta, ofrece gratuitamente:

- a) Información bibliográfica que facilite la orientación del problema.
- b) Evaluación técnica y económica del problema presentado.
- c) Información referente al laboratorio, centro o instituto oficial o privado, nacional o extranjero, que con más celeridad, eficiencia y economía podría resolver el problema planteado.

Si la firma que consulta desea que sea el SATI quien estudie el problema, éste presenta un plan de trabajo y un presupuesto as-

timado; aceptados por la firma en cuestión, el SATI realiza el estudio en el menor tiempo posible.

El SATI ha recibido además, la visita y el asesoramiento de distinguidos metalurgistas extranjeros y mantiene activa relación con institutos y laboratorios similares de los principales países del mundo.

### Trabajo realizado en cinco años

En sus cinco años de existencia el SATI ha realizado una intensa actividad que abarca áreas muy diferentes:

#### i) Consultas

Se han recibido y estudiado más de 450 consultas provenientes de los más distintos sectores de la industria metalúrgica argentina. Han consultado al SATI industrias pequeñas, medianas y grandes y las más importantes empresas estatales (YPF, Secretaría de Aeronáutica, Secretaría de Marina, Agua y Energía Eléctrica, DEBA, etc.). En particular el mayor número de consultas proviene de la pequeña y mediana industria, pero en los últimos años se nota un creciente interés por parte de la industria denominada grande y de las empresas estatales para encargar al SATI investigaciones de desarrollo de mediano y largo plazo. La mayor parte de las consultas proviene de industrias situadas en el Gran Buenos Aires, pero también el SATI ha sido consultado por industrias del interior, en particular: Córdoba, San Francisco (Córdoba), Tandil, Rosario, Mendoza, Jujuy, Corrientes, etc. En cuanto a la naturaleza técnica de las consultas se han presentado problemas de los más variados, desde aquéllos cuya solución exige unas pocas horas de trabajo hasta los que han llevado meses e incluso años para su total solución. Una de las observaciones interesantes es que al principio, las consultas técnicas eran de carácter más primitivo que en la actualidad; particularmente en los dos últimos años se ha notado que las consultas que se realizan al SATI son cada día de naturaleza más compleja, como una clara indicación que la industria metalúrgica argentina está alcanzando un mayor grado de desarrollo tecnológico, lo que se traduce en consultas más difíciles y sofisticadas que lo que era corriente al comienzo del funcionamiento del SATI.

## ii) Investigaciones de desarrollo

A consecuencia de consultas realizadas por industriales, el SATI ha realizado investigaciones de desarrollo de mediano y largo plazo, generalmente con la cooperación económica de las firmas interesadas, pero en algunos casos muy importantes, financiadas con su propio presupuesto. Entre los proyectos más interesantes realizados por el SATI, figuran:

- . Desarrollo de la aleación W-Ag para la fabricación de platinos de automotores.
- . Desarrollo de un nuevo tipo de atmósfera protectora para el recocido brillante de cobre y aleaciones.
- . Desarrollo de la aleación Cu-Si para la fabricación de filtros destinados a la industria cervecera y azucarera. A consecuencia de esta investigación, esta aleación ha sido manufacturada en América Latina por primera vez.
- . Estudio del empleo de radioisótopos para medir el desgaste del refractario de alto horno.
- . Desarrollo de un nuevo tipo de refractarios para la fabricación de crisoles destinados a la fundición de aluminio.
- . Desarrollo de un nuevo método, para eliminar la acción nociva del plomo en el trabajado en caliente del cobre y sus aleaciones.
- . Estudio crítico del proceso electrolítico de galvanoplastia.
- . Desarrollo de evaporadores de aluminio para refrigeradoras.
- . Desarrollo de métodos para la producción de chapas y alambre de tungsteno metálico.

## iii) Entrenamiento

Una de las mayores preocupaciones del SATI consiste en ayudar a la industria a la capacitación técnica de su personal.

Al hablar en "Entrenamiento" de los Cursos de Reciclado, se hará una reseña sobre los mismos. A esos cursos asistieron como alumnos, profesionales y técnicos pertenecientes a industrias metalúrgicas de Buenos Aires y del interior.

Al mismo tiempo, y con becas provistas por la Comisión Nacional de Energía Atómica, el SATI entrenó personal técnico y profesional que luego fué contratado por industrias metalúrgicas.

A través de estos diversos programas, el SATI ha brindado capacitación técnica en metalurgia, aproximadamente a 180 personas, pertenecientes a empresas metalúrgicas argentinas.

### Difusión

El SATI ha difundido su acción a la industria mediante distintos métodos:

- a) Visitas del personal del SATI a industrias metalúrgicas.
- b) Visitas de técnicos de industrias metalúrgicas a los laboratorios del SATI.
- c) Seminarios realizados periódicamente invitando a los mismos a personal calificado de las industrias metalúrgicas.
- d) Publicación periódica del "Noticiero SATI" en la revista "Metalurgia", órgano oficial de la Asociación de Industriales Metalúrgicos. Se han editado ya 20 números del citado noticiero, que por la naturaleza del órgano donde es publicado llega directamente a aproximadamente 3500 dirigentes de la industria metalúrgica.
- e) Presentación de stands exhibiendo la forma en que opera el SATI para colaborar con la industria en las siguientes exposiciones:
  - . Primera Exposición de la Máquina Herramienta (marzo-abril 1964).
  - . Exposición de la Industria Argentina realizada en la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires (octubre-noviembre 1964).
  - . Primera exposición de la Maquinaria Agrícola (marzo-abril 1965).
  - . Exposición Permanente de Defensa Nacional (octubre-noviembre 1965).
  - . Segunda Exposición de la Máquina Herramienta (abril 1966).
- f) Conferencia Internacional: El SATI con la cooperación de la Organización de los Estados Americanos (OEA) y la Oficina de Investigaciones

de la Fuerza Aérea de los EE. UU., realizó en agosto de 1964 la "Primera Conferencia de Expertos Latinoamericanos en Metalurgia de Transformación". Asistieron a la misma distinguidos metalurgistas de EE. UU., Brasil, México, Chile, Uruguay, Perú y Argentina y observadores de CEPAL, Banco Industrial, CONADF, Instituto Di Tella, OEA, AID, etc. En la Conferencia se discutió esencialmente la estrategia a seguir en las investigaciones en Metalurgia de Transformación a realizar en el área latinoamericana y los mecanismos de cooperación para incrementar esa estrategia. Al mismo tiempo se brindó amplia información sobre la forma de funcionar del SATI y los servicios que presta a la industria argentina y la posibilidad de que el SATI pudiera servir como modelo para otros centros.

El SATI ha probado ser un órgano eficiente para transferir a la industria con buena velocidad los resultados que se obtienen en las investigaciones metalúrgicas básicas. Como es bien sabido este problema de acople entre investigación y realización industrial es uno de los más serios que debe contemplar cualquier país en estado de desarrollo. Son numerosas las dificultades que se presentan para asegurar una eficiente transferencia del conocimiento básico a la realización práctica, pero la experiencia del SATI muestra de qué manera ésto se puede hacer con eficiencia, a un costo proporcionado y en un tiempo suficientemente breve para asegurar a la industria la mejor recepción de los beneficios que resulten de la investigación básica.

## ENTRENAMIENTO

Por las necesidades de personal ya invocadas, desde 1955 el Departamento de Metalurgia ha actuado como centro docente para el perfeccionamiento de graduados en Metalurgia, en la República Argentina. En este aspecto de formación y entrenamiento del personal, la tarea realizada ha sido la siguiente.

Hasta el momento se han dictado ocho cursos especialmente dedicados a profesionales de la industria. Básicamente han sido sobre Introducción a la Metalurgia Moderna, Metalografía Moderna, Trabajo Plástico de Metales y Tratamientos Térmicos. Han asistido a los mismos 160 alumnos. Se han dictado cinco en las instalaciones del Departamento de Metalurgia y 3 en las mismas plantas.

a) Cursos de reciclado para la industria

Estos cursos posibilitan el reciclado de los profesionales que se han desempeñado durante varios años en la industria y tienen por finalidad:

- a) Mantener viva la curiosidad y la inquietud de búsqueda que decrecen al alejarse del ambiente universitario y por las presiones del trabajo de producción.
- b) Informar acerca de los nuevos progresos producidos en general y dentro de las especialidades, para permitir a los ingenieros experimentados dialogar con provecho con las generaciones recientes de egresados formados según las nuevas realidades de la técnica y de la ciencia.
- c) Facilitar el acceso a la información pre-seleccionada.

Hasta el momento se han dictado nueve cursos, asistiendo aproximadamente 180 alumnos. Fueron los siguientes:

- 1) Técnicas Modernas de Metalografía, para 12 alumnos de Capital, interior y exterior, realizado en diciembre de 1960 en el Departamento de Metalurgia.
- 2) Técnicas Modernas de Metalografía, para 17 alumnos de Capital e interior, realizadas en enero de 1961 en el Departamento de Metalurgia.
- 3) Técnicas Modernas de Metalografía, para 18 alumnos, realizado en noviembre de 1964, en la Facultad de Ingeniería Química de Santa Fe.
- 4) Metalografía de no-ferrosos, para 24 alumnos de Capital, realizado en agosto-setiembre de 1964, en el Departamento de Metalurgia, auspiciado conjuntamente con la Sociedad Argentina de Metales (SAM).

- 5) Trabajo Plástico de Metales, para 22 alumnos de Capital, realizado en octubre de 1964, en el Departamento de Metalurgia, auspiciado conjuntamente con la SAM.
- 6) Introducción a la Metalurgia Moderna y Tratamientos Térmicos, para 24 alumnos, realizado de junio a octubre de 1966 en Dálmine Siderca S.A., Campana, Provincia de Buenos Aires.
- 7) Técnicas Modernas en Metalurgia, Microsonda y Rayos X para 15 alumnos, de Capital, realizados en octubre de 1966 en el Departamento de Metalurgia.
- 8) Introducción a la Metalurgia Moderna, para 28 alumnos, realizado en abril-mayo de 1967 en Altos Hornos Zapla, Jujuy.
- 9) Introducción a la Metalurgia Moderna, para 19 alumnos, realizado en el Departamento de Metalurgia en octubre de 1967.

#### b) Cursos Universitarios

El Departamento de Metalurgia ha intervenido activamente en la preparación de programas y planes de estudio, instalación de laboratorios y dictados de cursos en colaboración con distintas universidades argentinas.

- . Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro" (de la Universidad Nacional de Cuyo), Bariloche.
- . Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad de Córdoba.
- . Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

Reseñando cronológicamente los cursos dictados:

1957 - "Metalurgia Física" y "Metalurgia Experimental" en el Instituto de Física (Bariloche) de la Universidad Nacional de Cuyo.

1958 - "Metalurgia Física" y "Metalurgia Experimental" en el Instituto de Física (Bariloche) de la Universidad Nacional de Cuyo.

"Metalurgia Nuclear" para el curso de post-graduados de Ingeniería Nuclear dictado por la CNEA.

- 1959 - "Metalurgia Física" y "Metalurgia Experimental" en el Instituto de Física (Bariloche) de la Universidad Nacional de Cuyo.
- 1960 - "Metalurgia Física" para graduados universitarios, organizado conjuntamente con el Departamento de Graduados en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires.
- 1961 - "Metalurgia Física" en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires.
- 1962 - "Metalurgia Física" en el Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad de Córdoba.
- "Metalurgia Física" para la Escuela de Ingeniería Metalúrgica para post-graduados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Buenos Aires.
- 1963 - "Metalurgia Física" en el Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad de Córdoba.
- "Introducción a la Metalurgia" en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- "Metalurgia Física" en el Instituto de Física (Bariloche) de la Universidad Nacional de Cuyo.
- 1964 - "Introducción a la Metalurgia", "Metalurgia Física" y "Operaciones Metalúrgicas" en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- "Metalurgia Física" en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Nacional de La Plata.
- "Metalurgia Física" en el Instituto de Física de la Universidad Nacional de Cuyo, (Bariloche).
- 1965 - "Metalurgia Física", "Operaciones Metalúrgicas", "Plasticidad" y "Procesos Metalúrgicos" en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- "Metalurgia Física" en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Nacional de La Plata.
- 1966 - "Metalurgia Física", "Plasticidad", "Procesos Metalúrgicos" y "Propiedades y Aplicaciones de Metales y Aleaciones" en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- "Rayos X" en el Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad de Córdoba.

1967 - "Procesos Metalúrgicos" y "Propiedades y Aplicaciones de Metales y Aleaciones" en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

c) Cursos para post-graduados.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| julio 1955 - octubre 1956 | Primer curso para graduados universitarios (con el que se formó el plantel inicial del Departamento). |
| marzo 1959 - junio 1960   | Segundo curso para graduados universitarios.  |

La experiencia adquirida en estos dos primeros cursos integrales de 1955-56 y 1959-60 mostró la necesidad de poner en marcha un plan permanente de enseñanza, que se extendió a participantes de otros países americanos. Se tuvo así:

- 1) Primer Curso Panamericano de Metalurgia Nuclear. Desarrollado entre marzo-diciembre de 1962. Han participado 13 alumnos de 8 países americanos. Las clases fueron dictadas por 20 profesores extranjeros actuando como supervisores 13 profesionales argentinos.
- 2) Segundo Curso Panamericano de Metalurgia Nuclear. Se efectuó entre marzo y diciembre de 1965. Asistieron 14 participantes de 7 países americanos. Las clases fueron dictadas por 13 profesores extranjeros y 7 profesores argentinos.
- 3) Tercer Curso Panamericano de Metalurgia. Se encuentra actualmente en desarrollo (marzo a diciembre de 1967). Participan 16 alumnos de 7 países americanos. Dictaron clases 12 profesores extranjeros y 10 argentinos.

El objetivo de estos cursos es el entrenamiento al más alto nivel en Metalurgia Física y Metalurgia Tecnológica.

Están programados para la formación acelerada de profesionales con sólidos conocimientos en metalurgia moderna y abundante ejercitación práctica, capaces de asimilar cualquier adelanto técnico-científico y de actuar con mentalidad creadora en los cam-

pos de la Metalurgia de Transformación, actual o potencialmente desarrollables.

Mediante una programación intensiva de nueve meses de duración se desarrolla:

- a) Un ciclo básico: permite consolidar los conocimientos fundamentales e indispensables de metalurgia moderna, procurando establecer las correlaciones entre metalurgia física y tecnológica.
- b) Ciclo de especialización: concebido para enseñar en profundidad los temas actualmente más importantes para el físico metalurgista o para el tecnólogo.

Los "Trabajos Prácticos" del ciclo básico tienen por finalidad familiarizar al alumno con todas las técnicas recientes utilizadas en el laboratorio, la investigación o la tecnología metalúrgica.

Las clases teóricas y prácticas son complementadas con visitas a los principales complejos industriales del país. Asimismo investigadores argentinos y extranjeros dictan periódicamente seminarios.

El personal docente está integrado por profesores universitarios argentinos y extranjeros especialmente contratados y por investigadores de la CNEA.

El ciclo básico es dictado fundamentalmente en español por profesores latinoamericanos, con algunas conferencias magistrales de metalurgistas decanos en su especialidad.

El dictado de las distintas materias del ciclo de especialización es encomendado a profesores mundialmente reconocidos como los más capaces en su especialidad, utilizando el idioma inglés o la traducción simultánea.

d) Becarios

Actualmente trabajan en el Departamento de Metalurgia 15 becarios. Como resultado de este entrenamiento se han efectuado varios trabajos de tesis. Además 6 alumnos del último año de la Licenciatura en Física efectúan su trabajo final de Seminario para obtener el título.

El Departamento ha recibido para su entrenamiento, becarios de: Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca; Ejército Argentino; Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Cuyo, San Luis; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires; Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Nacional de La Plata; Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Nacional del Litoral, Rosario; Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Córdoba; Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe; Fuerza Aérea Argentina; Instituto de Física de la Universidad Nacional de Cuyo, Bariloche e Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba; Armada Argentina.

e) Trabajos de Tesis

Como resultado de las tareas de entrenamiento, han sido presentadas y aprobadas con sobresaliente trece tesis doctorales (Universidad Nacional de Buenos Aires, Universidad Nacional de Cuyo, Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional de Córdoba). Se encuentran actualmente en preparación 8 tesis.

En el exterior se han presentado y aprobado, 6 tesis (Imperial College de Londres, Inglaterra; Faculté des Sciences de l'Université de Paris, Francia; University of Illinois, EE.UU.; Max Planck Institut für Metallkunde, Stuttgart, Alemania y University of Cambridge, Inglaterra).

f) Seminarios

Desde setiembre de 1964 a octubre de 1967, se han dictado los siguientes seminarios:

NOEMI E. WALSOE DE RECA (Departamento de Metalurgia de CNEA)  
"Estudio de la autodifusión del Titanio en fase Beta"

MARIO P. GOMEZ (Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU. y Departamento de Metalurgia de la CNEA).  
"Medición de tensiones de vapor en compuestos intermetálicos".

ROBERTO KUGUEL (Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI).  
"Problemas en el diseño bajo sollicitaciones de fatiga".

FRITZ HINZNER (Max Planck Institut, Stuttgart, Alemania).  
"Plasticidad, Microscopía Electrónica y Daño por Radiación de monocristales de Cobre".

H. DESTAILLATS y R. GALVELE (Departamento de Metalurgia de CNEA)  
"Reducción directa de F6U por Al".

W. BARAN (Departamento de Metalurgia de CNEA).  
"La separación de isótopos de interés nuclear".

L.A. CIARLO (C.A.M.E.A.).  
"Colada continua de Aluminio".

T. BLEWITT (Argonne National Laboratory, EE.UU.).  
"Radiation Growth on Uranium"

J. COSENTINO, J. BERTONE, B. CSIK (Departamento de Reactores, CNEA)  
"Reactores Ginebra 1964".

O.B. de MANDIROLA (Dpto. de Espectroscopía Molecular de la Facultad de Ciencias Exactas, Universidad de Buenos Aires).  
"Aplicaciones de la espectroscopía de infrarrojo en la Metalurgia"

- H. KOLL (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Tensión de fluencia de aceros entre 900 y 1200°C".
- J. PHELINE (Commissariat a l'Energie Atomique, Saclay, Francia).  
"Problemas metalúrgicos en el desarrollo de la energía nuclear francesa"
- C. VENTURINO (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Usos de técnicas de ultrasonido".
- E. ELDER (Departamento de Reactores, CNEA).  
"Facilidad crítica de agua pesada".
- F. POVOLO (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Fricción interna en metales hcp".
- L. CORREA DA SILVA (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil).  
"Nuevas técnicas siderúrgicas".
- J.C. DI PRIMIO (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Cinética de absorción de H<sub>2</sub> por tantalio".
- M. GLASSEL (Universidad del Litoral)  
"Actividades del Instituto de Metalurgia de la Universidad Nacional del Litoral".
- B. CHALMERS (Harvard University, EE.UU.).  
"Solidificación"
- R. DI BELLA (Dpto. de Metalurgia, CNEA - Armada Argentina).  
"Difracción de neutrones"
- R. VILLANUEVA (SOMISA).  
"Problemas en la laminación de perfiles"
- H. KOLL (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Influencia de la estructura sobre las propiedades de fatiga en aceros"
- A. VIDOZ (Instituto de Física, Universidad de Cuyo, Bariloche).  
"Problemas relacionados con la influencia del orden desorden en las propiedades plásticas".
- J. WOODHEAD (University of Sheffield, Inglaterra).  
"Effect of 0.03% Nb in the behavior of mild steel"
- D. STEVENSON (Stanford University, EE.UU.).  
"Activity of C in austenite".
- J. DORN (University of California, EE.UU.)  
"Dislocations Mechanism in AgMg"

- E. THOMSEN (University of California, EE.UU.).  
"Recent Research in Metal Forming".
- C. GIBBONS (Case Institute of Technology, EE.UU.).  
"Acoustic Relaxation Studies of the Omega transformation in Zirconium and Titanium base alloys".
- V. KONDIC (University of Birmingham, Inglaterra).  
"Foundry".
- A. BONFIGLIOLI (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Estructuras de zonas de Guinier-Preston isotrópicas".
- M. IPOHORSKI (Departamento de Metalurgia, CNEA-CNICT).  
"Influencia de la estructura en las variaciones anómalas de resistividad eléctrica de aleaciones Al-Zn".
- A. FUNES (Departamento de Metalurgia, CNEA - Armada Argentina).  
"Daño por radiación en metales".
- A.J. CARREA (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Uso y recuperación de combustible en el programa nuclear argentino".
- E. BISOGNI (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Endurecimiento por radiación".
- F. FOOTE (Argonne National Laboratory, EE.UU.).  
"Ciclo de combustible en reactores nucleares".
- M. ENGLANDER (Commissariat a l'Energie Atomique, Francia).  
"Les effets macroscopiques de l'irradiation neutronique sur les combustibles nucléaires a base d'uranium métallique".
- C. ARAOZ (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Fabricación de elementos combustibles para el reactor RA-1".
- F. FOOTE (Argonne National Laboratory, EE.UU.).  
"Radiation damage in high burn up fuels".
- H. BILONI (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Subestructuras de segregación".
- H. BILONI (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Estructura de lingotes".
- O. WORTMAN, M. SARRATE y J.C. FRITZSCHE (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Determinación de las causas de fracturas de piezas de magnesio".

- R. H. BRAGG (Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU.).  
"Progreso de las ciencias de los materiales relacionados a la industria aeroespacial".
- M. SARRATE y D. VASSALLO (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
1) "Influencia de gases disueltos en las propiedades de rozamiento de aleaciones inyectadas".  
2) "Análisis no destructivo en los tubos de una caldera de usina".
- M. IPOHORSKI (Departamento de Metalurgia, CNEA - CNICT).  
"Estudio de la cinética de formación de zonas de Guinier-Preston en aleaciones Al-Zn y Al-Zn con impurezas de Magnesio".
- R. H. BRAGG (Lockheed Missiles and Space Co., EE.UU.).  
"Aplicación de los métodos de difracción de rayos X a la tecnología metalúrgica".
- J. SEREBRINSKY (Lab. Semiconductores de la Universidad de Buenos Aires).  
"Transformaciones de fases en compuestos intermetálicos en el sistema Ag-Cd" (realizado en el Departamento de Metalurgia, CNEA).
- D. DAUTREPPE (Commissariat a l'Energie Atomique, Grenoble, Francia).  
"Daño por radiación en metales puros"
- B. BOUDOURESQUES (Commissariat a l'Energie Atomique, Saclay, Francia).  
"Fabricación de elementos combustibles para el reactor refrigerado EDF3".  
  
"Coordinación entre estudios y fabricación de elementos combustibles para EDF4".
- G. SAADA (Facultad de Ciencias de Lille, Francia).  
"Endurecimiento de materiales que contienen precipitados ordenados".  
  
"Propiedades mecánicas de distintos materiales (carburos), materiales compuestos".
- C. ARGUELLO (Universidad de San Pablo, Brasil).  
"Investigaciones en cristales iónicos".
- C. RODRIGUEZ (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Transformaciones de fase  $\alpha$  en uranio".
- A. J. CARREA (Departamento de Metalurgia, CNEA).  
"Tensiones térmicas en combustibles nucleares".
- P. MURRAY (United Kingdom Atomic Energy Authority, Gran Bretaña).  
"Nuclear Powder in the U.K."

"Limiting problems with materials in advanced reactor systems".

A. J. CARREA (Departamento de Metalurgia, CNEA).

"Uso y recuperación de combustible nuclear en el programa nuclear argentino".

Y. MALMEJAC (Commissariat a l'Energie Atomique, Francia).

"Centro de Información de Termodinámica Química Mineral de Grenoble".

A. J. CARREA (Departamento de Metalurgia, CNEA).

"Sesquicicluro de uranio, un combustible más".

Y. MALMEJAC (Commissariat a l'Energie Atomique, Francia).

"Cristallisation en solven métallique, principe et applications".

"Quelques exemples d'application de la thermodynamique en métallurgie".

J. FUNES (Departamento de Metalurgia, CNEA - Armada Argentina)

"Informe sobre una visita al Office of Naval Research y otros centros de investigación de los EE. UU."

L. CORREA DA SILVA (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil).

"La metalurgia como ciencia, técnica e industria".

F. BOLLING (Ford Research Lab., Detroit, EE. UU.).

"Ideas actuales sobre el límite de grano".

"Desarrollo de la investigación metalúrgica en el Ford Research Lab."

J. FUNES (Departamento de Metalurgia, CNEA - Armada Argentina).

"Presión magnética".

R. W. CAHN (Universidad de Sussex, Gran Bretaña).

"Algunas relaciones entre el comportamiento mecánico y ferromagnético".

J. R. GALVELE (Departamento de Metalurgia, CNEA).

"Comportamiento anódico del hierro durante la deformación".

Z. ZARETZKY (Cerámica Industrial Haedo).

"Hornigones refractarios"

C. RODRIGUEZ, J. COLL, J. KITTL y M. MARCONE (Departamento de Metalurgia, CNEA).

"Origen del arresto térmico anómalo en uranio beta"

L. BOSCHI y E. GARCÍA (Departamento de Metalurgia, CNEA).

"Manómetros para equipos de ultra alto vacío en el rango de 1 a 760 torr".

- L. CORREA DA SILVA (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasil).  
"Investigación siderúrgica en América Latina".
- Y. MALMEJAC (Commissariat a l'Energie Atomique, Francia).  
"Algunos modelos para la transformación sólido-líquido".
- F. D. de DESTAILLATS y C. M. LIBANATI (Departamento de Metalurgia CNEA).  
"Autodifusión de Zr y Hf en fase alfa".
- D. F. GIBBONS (Case Institute of Technology, EE. UU.).  
"Actividades del Centro de Estudios de Materiales del Case Institute of Technology".
- S. ENGLER (Giesserei-Institut, Aachen, Alemania).  
"Investigaciones recientes en fundición".
- J. WOODHEAD (University of Sheffield, Inglaterra).  
"Aspectos cuantitativos de los procesos de nucleación y crecimiento".
- A. GUINIER (Faculté des Sciences, Orsay, Francia).  
"Una estructura muy particular: un metal en dos dimensiones".
- M. SINDZINGRE (Ecole des Mines de Paris, Francia).  
"Endurecimiento por precipitación coherente ordenada".
- P. COULOMB (Faculté de Toulouse, Francia).  
"Texturas de deformación".
- J. GARRIDO (Director del Centro Regional de la UNESCO para el Fomento de la Ciencia en América Latina).  
"El valor de la determinación de las estructuras cristalográficas por métodos de difracción".

g) Seminarios y conferencias en el exterior

Personal del Departamento ha dictado cursos, conferencias y seminarios en las siguientes instituciones extranjeras:

Army Research Laboratory (EE. UU.).  
 Atomics International (EE. UU.).  
 Case Institute of Technology (EE. UU.).  
 Comisión de Energía Nuclear (México).  
 Cornell University (EE. UU.).  
 Escola de Engenharia Industrial, San Bernardo do Campo (Brasil).  
 General Atomics (EE. UU.).  
 General Electric Research Laboratories (EE. UU.).

Harvard University (EE. UU.).  
 Instituto de Energia Atómica (San Pablo, Brasil).  
 Instituto de Pesquisas Tecnológicas (San Pablo, Brasil).  
 Max Planck Institut (Stuttgart, Alemania).  
 Mellon Institute (EE. UU.).  
 Rolla School of Mines and Metallurgy (EE. UU.).  
 Saint Louis University (EE. UU.).  
 Scientific Laboratory Ford Motor Co. (EE. UU.).  
 Stanford University (EE. UU.).  
 Syracuse University (EE. UU.).  
 U.S. Naval Postgraduate School (EE. UU.).  
 Universidad Nacional de Chile (Santiago de Chile).  
 Universidad Central de Caracas (Venezuela).  
 Universidade do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, Brasil).  
 Universidade da Mina Gerais (Belo Horizonte, Brasil).  
 University of Birmingham (Gran Bretaña).  
 University of California (EE. UU.).  
 University of Georgia (EE. UU.).  
 Westinghouse Research Laboratories (EE. UU.).

#### EXPERTOS EXTRANJEROS

Por períodos variables entre algunas semanas y algunos meses, distinguidos metalurgistas extranjeros han trabajado en el Departamento de Metalurgia:

Dr. YVES ADDA, Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay (Francia).  
 Dr. JOHN M. ALEXANDER, Imperial College (Gran Bretaña).  
 Dr. ALBERTO ARANTES, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Brasil).  
 Dr. WILLIAM BALDWIN, Case Institute of Technology (EE. UU.).  
 Dr. THOMAS BLEWITT, Argonne National Laboratory (EE. UU.)\*\*  
 Dr. WALTER BOAS, University of Melbourne (Australia).  
 Dr. FRED BOLLING, Westinghouse Research Laboratories (EE. UU.).\*

---

\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en dos oportunidades.

\*\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en tres ó más oportunidades.

- Dr. J. BOUDOURESQUES, Commissariat a l'Energie Atomique, Francia.
- Dr. ROBERT BRAGG, Lockheed Missiles and Space Co. (EE. UU.).
- Dr. TREVOR BROOM, Central Electricity Research Lab. (Gran Bretaña).
- Dr. JOE BURKE, General Electric Research Laboratory (EE. UU.).
- Dr. PIERRE COULOMB, Faculté des Sciences de Toulouse (Francia).
- Dr. ROBERT W. CAHN, University of Birmingham (Gran Bretaña)\*\*
- Dr. LUIZ CORREA DA SILVA, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Brasil).\*\*
- Dr. BRUCE CHALMERS, Harvard University (EE. UU.), \*\*
- Dr. HAIM CHISWIK, Argonne National Laboratory (EE. UU.), \*
- Dr. D. DAUTREPPE, Commissariat a l'Energie Atomique (Francia).
- Ing. GERARD DEVYS, CAMECA, (Francia).
- Ing. JACOBO DIAZ, Junta de Energía Nuclear (España).
- Dr. JOHN DORN, University of California, (EE. UU.).
- Dr. MARCEL ENGLANDER, Commissariat a l'Energie Atomique (Francia)†
- Dr. SIEGFRIED ENGLER, Gisserei Institut de Aachen (Alemania).
- Mr. RALPH FEDER, Frankford Arsenal (EE. UU.).
- Dr. FRANK FOOTE, Director of Metallurgy, Argonne National  
Laboratory (EE. UU.), \*\*
- Dr. ERICH GEBHARDT, Max Planck Institut, (Stuttgart, Alemania).
- Dr. DONALD GIBBONS, Case Institute of Technology (EE. UU.).\*
- Dr. ALFRED GOLDBERG, U.S. Naval Postgraduate School (EE. UU.).
- Dr. MARIO P. GOMEZ, Lockheed Missiles and Space Co. (EE. UU.).

---

\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en dos oportunidades.

\*\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en tres ó más oportunidades.

- Dr. ANDRE GUINER, Service de Physique des Solides, Faculté des Sciences de Paris (Francia).\*
- Dr. JULIUS HARWOOD, Ford Motor Research Laboratory (EE.UU.).
- Dr. HENRY H. HAUSNER, Brooklyn Polytechnic Institute (EE.UU.).
- Dr. ROBERT W.K. HONEYCOMBE, University of Cambridge (Gran Bretaña).
- Dr. JOHN HOWE, Cornell University (EE.UU.).
- Dr. NAUM JOEL, Centro de Investigaciones en Cristalografía (Universidad de Chile).\*\*
- Dr. RICHARD KIEFFER, University of Viena (Austria).
- Dr. VICTOR KONDIC, University of Birmingham (Gran Bretaña).\*\*
- Dr. S.T. KONOBEESVSKI, Academy of Sciences (URSS).
- Dr. I.I. KORNILOV, Academy of Sciences (URSS).
- Dr. WERNER KOSTER, Max Planck Institut (Alemania).
- Dr. PAUL LACOMBE, Ecole des Mines de Paris (Francia).
- Dr. FRITZ V. LENEL, Rensselaer Polytechnic Institute (EE.UU.).
- Mr. S. LIPSON, Frankford Arsenal (EE.UU.).
- Mr. ALEX McEACHERN, Atomic Energy of Canada.
- Dr. ROBERT MADDIN, University of Pennsylvania (EE.UU.).
- Dr. JEAN MARTIN, Universidad de Grenoble (Francia).
- Dr. TADEUZ B. MASSALSKY, Mellon Institute (EE.UU.).\*
- Mr. J. MERHAR, U.S. Army Materials Research (EE.UU.).
- Dr. DENNIS MILNER, University of Birmingham (Gran Bretaña).
- Dr. PETER MURRAY, United Kingdom Atomic Energy Authority (Gran Bretaña).

---

\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en dos oportunidades.

\*\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en tres ó más oportunidades.

- Mr. ROBERT A. NOJAND, Argonne National Laboratory (EE. UU.).\*
- Dr. H. OLLIER, Commissariat a l'Energie Atomique (Francia).
- Dr. RICARDO ORIANI, U.S. Steel Research Laboratories (EE. UU.).
- Dr. EARL PARKER, University of California (EE. UU.).
- Dr. HENRY PAXTON, Carnegie Institute of Technology (EE. UU.)
- Dr. J. PHILIBERT, I.R.S.I.D. (Francia).
- Dr. JEAN PLATEAU, I.R.S.I.D. (Francia).
- Dr. N.R. POLAKOWSKI, Illinois Institute of Technology (EE. UU.).
- Mr. N. PROMISEL, Navy Department (EE. UU.).
- Dr. A.G. QUARRELL, University of Sheffield (Gran Bretaña).
- Dr. NORMAN REED, U.S. Army Materials Research (EE. UU.).
- Dr. J.S. RINEHART, Mining Research Lab., Colorado School of Mines  
(EE. UU.).
- Dr. GEORGE SAADA, Facultad de Ciencias de Lille (Francia).
- Dr. EDWARD SALKOVITZ, Office of Naval Research (EE. UU.).
- Dr. GUNTHER SCHOECK, Max Planck Institut (Alemania) y Westinghouse  
Research, Lab. (EE. UU.).\*\*
- Dr. OLEG SHERBY, Stanford University (EE. UU.).
- Dr. CYRIL SMITH, Massachusetts Inst. of Technology (EE. UU.).
- Dr. MORRIS STEINBERG, Lockheed Missiles and Space Co. (EE. UU.).
- Dr. D. STEVENSON, Stanford University (EE. UU.).
- Mr. CECIL STONE, Argonne National Laboratory (EE. UU.).
- Dr. ARTHUR H. SULLY, The British Steel Casting Research Ass.  
(Gran Bretaña).

---

\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en dos oportunidades.

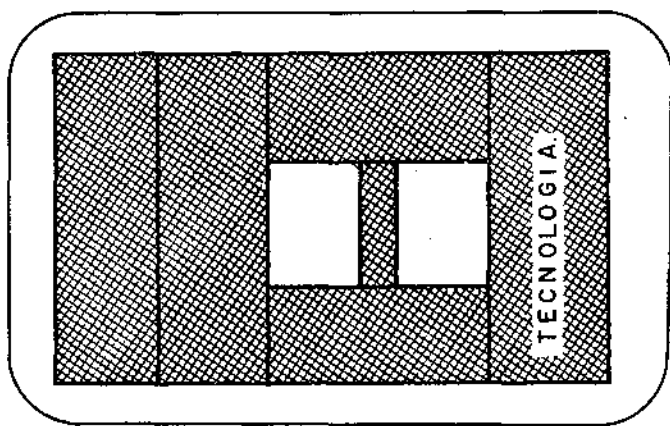
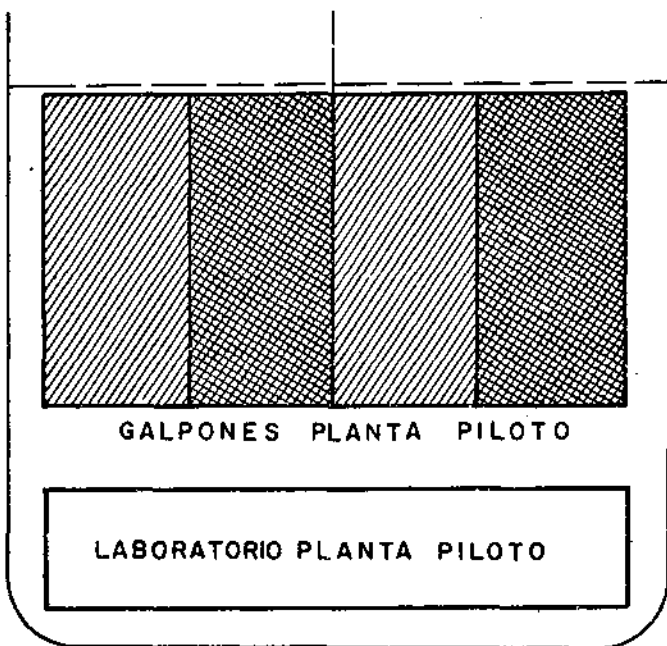
\*\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en tres ó más oportunidades.

- Dr. MORRIS TANENBAUM, Bell Laboratories (EE. UU.).
- Dr. ERICH THOMSEN, University of California (EE. UU.).\*\*
- Mr. SAMUEL VALENCIA, U.S. Army Materials Research (EE. UU.).
- Dr. JOHN WISTREICH, British Iron and Steel Research Association  
(Gran Bretaña).
- Dr. OSCAR WITKE, Centro de Investigaciones en Cristalografía  
(Universidad de Chile).\*
- Dr. HANS WOLFF, Soderfors Bruk (Suecia).
- Dr. JACK H. WOODHEAD, University of Sheffield (Gran Bretaña).\*
- Dr. GERARD WYON, Ecole des Mines, (Paris, Francia).
- Dr. CLARENCE ZENER, Westinghouse Research Laboratories  
(EE. UU.).

---

\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en dos oportunidades.

\*\* Se han desempeñado en el Dpto. de Metalurgia en tres ó más oportunidades.



-  A CONSTRUIR
-  EN CONSTRUCCION
-  CONSTRUIDO

Comisión Nacional de Energía Atómica  
Departamento de Metalurgia  
Avda. del Libertador 8250  
Buenos Aires - Argentina

