

CIEN-41-06 N° 6

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA  
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

SEXTO CURSO PANAMERICANO  
DE METALURGIA

PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA  
dentro del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (OEPA)

Departamento de Metalurgia  
Buenos Aires - 1970

**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA  
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION**

**SEXTO**

**CURSO**

**PANAMERICANO**

**DE**

**METALURGIA**

**Departamento de Metalurgia  
Buenos Aires - 1970**

## INTRODUCCION

Palabras pronunciadas por el Ing. Miguel C. León Baragaño en el Acto de Clausura del Sexto Curso Panamericano de Metalurgia.

Tengo el alto honor de haber sido designado por mis compañeros de curso para expresaros, en su nombre, los sentimientos que nos animan después de haber permanecido durante un año recibiendo las sabias y renovadoras enseñanzas que, de acuerdo a los Planes de Estudio elaborados por la Dirección, se imparten en este Sexto Curso Panamericano de Metalurgia, dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Sin lugar a dudas, desde que el hombre comenzó a ocupar los metales en la construcción de rudimentarias herramientas y armas, hasta el empleo de ellas en la época actual, cada día hemos dependido más de la metalurgia y de sus progresos. La evolución de ella, con una rapidez asombrosa, ha llegado a determinar que los países, si desean mantenerse y supervivir en el mundo actual, necesitan desarrollar y perfeccionar esta rama de la industria. El alto grado científico y tecnológico alcanzado en el campo de la metalurgia, hace cada día más difícil a los países subdesarrollados iniciar su despegue económico que sólo se consigue con la transformación conveniente de su materia prima en productos elaborados, mediante el desarrollo de una infraestructura en que la existencia de acabados conocimientos tecnológicos y su aprovechamiento es parte fundamental. Nación que no haga sus mayores esfuerzos para llegar a conseguirlo, no tendrá destino en el mundo del futuro.

De aquí, nace la importancia y trascendencia del Curso que hemos tenido la oportunidad, suerte y honor de seguir en este país hermano. La Comisión Nacional de Energía Atómica, dependiente de la Presidencia de la República, con gran conciencia y visión del futuro de la humanidad, ha impulsado la organización y funcionamiento de Cursos de post-graduados, de alto nivel científico y tecnológico en el área de la metalurgia, que ha permitido ir perfeccionando a profesionales para que participen activamente en la investigación y desarrollo hasta lograr las técnicas adecuadas.

Es así como, con ese sentido americanista que lograra San Martín, la Comisión, en gesto hidalgo y fraterno abrió las puertas de estas Aulas al resto de los países latinoamericanos para que también pudieran enviar a sus profesionales a recibir estos beneficios.

Es bajo esta inspiración, como en marzo del presente año se inició el Sexto Curso Panamericano de Metalurgia que congregó a veinticinco profesionales provenientes de nueve países. Desde su comienzo, con las palabras del Ingeniero Gerente de Tecnología Sr. Carlos Martínez Vidal y de la Directora del Curso Doctora Sra. Nelly A. de Libanati, tuvimos plena conciencia del momento trascendente en nuestra vida que iniciábamos, de la responsabilidad que asumíamos y del gran

esfuerzo que tendríamos que realizar en los meses venideros para asimilar los conocimientos que nos serían impartidos. Todo ello lo hemos visto confirmando día a día que hemos pasado en esta Comisión. Nos sentimos orgullosos del Cuerpo Docente que hemos tenido, de su preparación profesional y su vocación para la enseñanza, lo que nos permitió aumentar en forma valiosa nuestro bagaje de conocimientos.

Ahora en este momento de la partida, pensamos que sólo hemos iniciado una nueva etapa en nuestra actividad profesional. Hacia adelante, tendremos la obligación de reflexionar sobre las materias aprendidas para madurarlas, acrecentarlas y proyectar nuestros conocimientos a los alumnos que tengamos o hacia el personal que trabaja con nosotros en la industria, según sea el área en que nos desenvolvamos. Esta es, a nuestro modo de ver, la forma como este Curso Panamericano se irradiará no sólo en la Argentina, sino que también en los países que nosotros representamos. Sus Universidades, Centros de Investigaciones y sus Industrias recibirán esta nueva savia para el desarrollo económico tan ansiado por cada uno de nosotros y que nos debe conducir al perfeccionamiento y contribuir con nuestro grano de arena a la elevación del nivel de vida de nuestros pueblos.

Los lazos de sincera amistad que han unido a los componentes de este Curso perdurarán con el tiempo, pues durante estos meses, hemos logrado conocernos y confundir nuestros ideales y esperanzas bajo una misma luz.

Hemos tenido la suerte de contar con compañeros de Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Honduras, México, República Dominicana y Venezuela.

En nombre de todos ellos agradezco emocionado a los Organismos Internacionales, a las diferentes Instituciones e Industrias que han hecho posible nuestra participación y concurrencia a este Curso, al Ingeniero Gerente de Tecnología Sr. Carlos Martínez Vidal, a la Directora del Curso, Doctora Sra. Nelly A. de Libanati, Cuerpo Docente, Ayudantes de los diferentes Cursos, así como también al personal del Departamento de Metalurgia, todo lo que hicieron por nosotros ya que supieron, de alguna manera u otra, alentarnos y guiarnos durante el transcurso del año.

Vaya para todos ellos, nuestro sincero agradecimiento y sepan que en cada uno de nosotros encontrarán amigos dispuestos siempre a servirles en cualquier lugar en que nos encontremos, para poder retribuir así en algo, esa amistad que en todo momento nos brindaron.

Aprovecho también esta oportunidad que se me brinda, para dejar constancia de nuestro especial afecto hacia esta gran nación hermana que nos cobijó y nos dió su hospitalidad y cariño. Muchas palabras se agrupan a mi mente, pero aquellas que reflejan con más claridad los sentimientos que nacen de lo más hondo de nuestros corazones es exclamar,

AL GRAN PUEBLO ARGENTINO SALUD ...

## SEXTO CURSO PANAMERICANO DE METALURGIA

Directora del Curso NELLY H.A. de LIBANATI (CNEA)

Supervisores Dr. C. ARAOZ  
Ing. J. N. BAEZ  
Ing. H. KOLL  
Dr. C. LIBANATI  
Ing. M. SARRATE

del Dpto. de Metalurgia de la CNEA

## Profesores

El personal docente, integrado por profesores universitarios argentinos, por investigadores de la Comisión Nacional de Energía Atómica y por profesores extranjeros especialmente contratados, fué el siguiente :

|                    |                                             |
|--------------------|---------------------------------------------|
| Lic. J. ABRIATA    | Centro Atómico Bariloche (Argentina)        |
| Dr. H. BOHM        | Institut für Reaktorwerkstoffe (Alemania)   |
| Ing. H. BILONI     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA (Argentina)  |
| Dr. A. BONFIGLIOLI | Dpto. de Metalurgia de la CNEA (Argentina)  |
| Dr. L. BOSCHI      | Dpto. de Metalurgia de la CNEA (Argentina)  |
| Dr. G. COLE        | Ford Motor Co. (USA)                        |
| Dr. A. CRAIEVICH   | IMAF (Argentina)                            |
| Dr. J. GALVELE     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA (Argentina)  |
| Dr. P. GUYOT       | Centre de Recherches, Pechiney (Francia)    |
| Dr. B. HARRIS      | Universidad de Sussex (Inglaterra)          |
| Dr. H. HELMAN      | Universidad Nacional de Rosario (Argentina) |
| Dr. M. HILLERT     | Royal Institute of Technology (Suecia)      |
| Dr. A.W.D. HILLS   | Royal School of Mines (Inglaterra)          |

|                               |                                                                                    |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Dr. W.H. IRVINE               | U.K.A.E.A. (Inglaterra)                                                            |
| Ing. L. IURMAN                | Universidad Nacional del Sur<br>(Argentina)                                        |
| Ing. J. KITTL                 | Dpto. de Metalurgia de la CNEA<br>(Argentina)                                      |
| Dra. C. MATTEI                | Dpto. de Reactores de la CNEA<br>(Argentina)                                       |
| Ing. J. MAZZA                 | C.I.T.E.F.A. (Argentina)                                                           |
| Dr. A.K. MUKHERJEE            | Universidad de California (USA)                                                    |
| Dr. N.H. POLAKOWSKI           | Illinois Institute of Technology (USA)                                             |
| Dr. C.J. RENKEN               | Argonne National Laboratory (USA)                                                  |
| Ing. A. SAENZ LOPEZ           | Universidad Nacional del Sur<br>(Argentina)                                        |
| Dr. D.J. SCHMATZ              | Ford Motor Co. (USA)                                                               |
| Dr. A. SMALLMAN               | Universidad de Birmingham (Inglaterra)                                             |
| Dr. C. THOMAS DE MONTPREVILLE | Centro de Estudios Nucleares de<br>Saclay (Francia)                                |
| Ing. D.I. VASSALLO            | Dpto. de Metalurgia de la CNEA<br>(Argentina)                                      |
| Dr. M. VICTORIA               | Dpto. de Metalurgia de la CNEA<br>(Argentina)                                      |
| Lic. J.V. OVEJERO GARCIA      | Coordinador de Trabajos Prácticos<br>Dpto. de Metalurgia de la CNEA<br>(Argentina) |

Como ayudantes de trabajos prácticos actuaron investigadores, investigadores asociados, tesisistas y seminaristas del Departamento de Metalurgia, del Instituto de Física Dr. J. Balseiro y del IMAF de Córdoba.

## ALUMNOS EGRESADOS

|                          |                                                                                      |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| MARTA GRACIELA ALVAREZ   | Procedencia: ARGENTINA<br>Licenciada en Química<br>Departamento de Metalurgia, CNEA  |
| TARCISO P. H. DE ANDRADE | Procedencia: BRASIL<br>Ingeniero Metalúrgico<br>Cfa. Sid. Belgo-Minera               |
| ELISEO P. ARJONA ESPINAL | Procedencia: REPUBLICA DOMINICANA<br>Ingeniero Civil<br>Marina de Guerra             |
| REYNALDO BENITEZ TAVERA  | Procedencia: COLOMBIA<br>Ingeniero Metalúrgico<br>Empresa Metalúrgica Apolo          |
| MARIO BOLIVAR GRIMALDOS  | Procedencia: COLOMBIA<br>Ingeniero Metalúrgico<br>Instituto de Asuntos Nucleares     |
| HECTOR MARCELO BULFON    | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Mecánico<br>LEMIT - UTN, La Plata                |
| CESAR CARDENAS GARCIA    | Procedencia: COLOMBIA<br>Ingeniero Metalúrgico<br>Universidad Nacional de Colombia   |
| WALTER DOS SANTOS        | Procedencia: BRASIL<br>Ingeniero Aeronáutico<br>Instituto Tecnológico de Aeronáutica |
| ROLANDO JOSE GONZALEZ    | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Químico<br>Facultad Ingeniería Química, Santa Fe |
| RODOLFO ALBERTO HESS     | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Químico<br>Facultad Ingeniería Química, Santa Fe |
| JULIAN S. JATEM VILLA    | Procedencia: VENEZUELA<br>Ingeniero Metalúrgico<br>CIDOR                             |
| MIGUEL C. LEON BARAGANO  | Procedencia: CHILE<br>Ingeniero Politécnico<br>Fcas. y Maestranzas del Ejército      |

|                            |                                                                                             |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| CARLOS LUIS MALDONADO      | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Mecánico<br>Fac. Ciencias, Ing. y Arquitectura, Rosario |
| MIGUEL ANGEL MATUTE ZUNIGA | Procedencia: HONDURAS<br>Ingeniero Civil<br>Banco Central de Honduras                       |
| EDUARDO JORGE NAGY         | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Metalúrgico<br>Acindar S.A.                             |
| FRANCISCO NOGUERA ROJAS    | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Químico<br>Universidad Nacional de Cuyo                 |
| MIGUEL ANGEL PAGANI        | Procedencia: ARGENTINA<br>Licenciado en Química<br>Dálmine Siderca                          |
| TULIO ALFREDO PALACIOS     | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Electricista<br>Departamento de Metalurgia, CNEA        |
| ROBERTO COELHO PIRES       | Procedencia: BRASIL<br>Ingeniero Metalúrgico<br>Usiminas                                    |
| ALFONSO SANCHEZ LOZANO     | Procedencia: MEXICO<br>Ingeniero Metalúrgico<br>Inst. Tecnológico, Monterrey                |
| HUGO JORGE SCAGNETTI       | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Electrónico<br>CIM, Córdoba                             |
| JOSE LUIS VIDAL SERRANO    | Procedencia: VENEZUELA<br>Ingeniero Metalúrgico<br>Universidad de Oriente                   |
| OSCAR VILLEGAS IBAÑEZ      | Procedencia: BOLIVIA<br>Ingeniero Químico<br>Facultad de Ingeniería Industrial, La Paz      |
| RICARDO MARIA VOLPI        | Procedencia: ARGENTINA<br>Ingeniero Mecánico<br>Departamento de Metalurgia, CNEA            |



## PLAN DE ESTUDIO

|                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Fecha de iniciación         | 2 de marzo de 1970              |
| Primer periodo              | 3 de marzo - 19 de junio        |
| Visitas a fábricas          | 22 de junio - 3 de julio        |
| Segundo periodo             | 6 de julio - 2 de octubre       |
| Trabajo práctico individual | 5 - 30 de octubre               |
| Tercer periodo              | 2 de noviembre - 9 de diciembre |

| Materias Obligatorias                                                     | Clases teóricas  | Clases prácticas |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| - Termodinámica                                                           | 12 horas         | 20 horas         |
| - Introducción a la Metalurgia                                            | 20 horas         | 40 horas         |
| - Instrumental                                                            | 13 horas         | 7 horas          |
| - Cristalografía y Difracción de Rayos X                                  | 35 horas         | 45 horas         |
| - Elementos de Física de Sólido y Defectos en Metales                     | 36 horas         | 40 horas         |
| - Solidificación y Fundición                                              | 35 horas         | 40 horas         |
| - Seminarios y visitas a fábricas                                         |                  | 120 horas        |
| - Trabajo Mecánico de Metales                                             | 63 horas         | 63 horas         |
| - Teoría y Tecnología de la Laminación                                    | 22 horas         | 5 horas          |
| - Transformaciones de Fase, Propiedades y Tratamientos Térmicos de Aceros | 34 horas         | 60 horas         |
| - Trabajo práctico individual                                             |                  | 160 horas        |
|                                                                           | TOTAL: 270 horas | 600 horas        |

| Materias Optativas                                                     | Clases teóricas | Clases prácticas |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|
| - Introducción a los Procesos Metalúrgicos                             | 20 horas        | 35 horas         |
| - Desarrollos recientes en Comportamiento Mecánico de Materiales       | 15 horas        |                  |
| - Análisis de Fallas                                                   | 10 horas        | 10 horas         |
| - Ensayos no Destructivos en la Investigación y Desarrollo Metalúrgico | 14 horas        |                  |
| - Materiales y Diseño                                                  | 30 horas        |                  |
| - Procesos Controlados por Difusión en Metales                         | 14 horas        |                  |
| - Fractura                                                             | 20 horas        |                  |
| - Corrosión                                                            | 15 horas        | 24 horas         |
| - Microscopía Electrónica                                              | 8 horas         | 2 horas          |

#### Materias Optativas de Metalurgia Nuclear

|                                                                   |          |
|-------------------------------------------------------------------|----------|
| - Introducción a la Metalurgia Nuclear                            | 14 horas |
| - Metalurgia Física del Zircalloy y de las Aleaciones de Zirconio | 18 horas |
| - Metales Nucleares                                               | 16 horas |

## MATERIAS OBLIGATORIAS

Termodinámica

Prof. Dr. J.P. Abriata

## Programa

Sistemas termodinámicos. Equilibrio. Temperatura. Ecuación de estado. Primera ley. Energía interna. Entalpía. Calor específico. Calor de reacción. Ley de Hess. Ley de Kirchhoff. Segunda ley. Entropía. Procesos reversibles e irreversibles. Criterio de equilibrio. Ecuación de Clausius. Clapeyron. Tercera ley. Aspecto microscópico. Calores específicos a bajas temperaturas. Aplicaciones. Potenciales termodinámicos. Energía libre. Funciones de Gibbs y de Helmholtz. Estados de equilibrio. Potencial químico. Reacciones de Maxwell. Equilibrio heterogéneo.

## Clases Prácticas

Problemas de aplicación.

Introducción a la Metalurgia

Prof. Ing. D.I. Vassallo

## Programa

¿Qué es un metal. Uniones entre átomos. Los metales como cristales. Defectos de la red cristalina. Metalografía. Deformación plástica. Mecanismos de deformación. Recristalización. Diagrama de equilibrio. Regla de las fases de Gibbs. Sistemas binarios. Diferentes sistemas. Solidificación. Microestructuras de solidificación. Segregación. Macroestructura de solidificación. Transformaciones en estado sólido. Precipitación. Transformaciones eutectoidea y martensítica. Aleaciones a base de hierro. Aceros y fundiciones.

## Clases Prácticas

Metalografía  
Deformación  
Deformación superficial del Zn  
Recristalización

Diagramas de equilibrio  
Solidificación  
Transformación estado sólido  
Aceros

### Instrumental

Prof. Dr. L. Boschi

#### Programa

Medición de energía eléctrica. Pirometría. Durometría. Dilatometría. Controladores: mecánicos, electrónicos, "on off", proporcionales, a programa. Registradores: alta y baja velocidad, oscilógrafos, osciloscopios, potenciométricos. Hornos y refractarios. Hornos eléctricos, materiales calefactores, hornos a llama, crisoles. Baños de sales. Seguros: protección de hornos. Cálculo elemental de hornos de baja potencia. Bajas presiones: sistemas de bombeo. Ultra alto vacío. Bombas iónicas. Medición de bajas presiones. Detección de pérdidas. Soldadura metal-vidrio, evaporación en alto vacío, metalizado. Células fotoeléctricas: de vacío, con gas, fotoemisoras, fotoresistivas, circuitos de aplicación en control. Ensayos no destructivos: magnaflux, ultrasonido, gammagrafía. Medición de deformaciones. Bandas Ohmicas. Diseño de Instrumental. Herramientas mecánicas de precisión. Construcciones desarmables. Bibliografía, libros, revistas, folletos técnicos.

#### Clases Prácticas

Observación práctica del tester y usos fundamentales del mismo. Mediciones de tensión y corrientes eléctricas. Sistema controlador de potencia de hornos eléctricos. Sistemas on-off y proporcional. Usos prácticos de fotoresistores como elemento controlador.

### Cristalografía y Difracción de Rayos X

Profesores Dres. A. Bonfiglioli y A. Craievich

#### Programa

Estructura reticular de los sólidos cristalinos.  
Simetría geométrica de los cristales.  
La proyección estereográfica.  
Estructura atómica de los metales.  
Estructura atómica de aleaciones.

Observación de la materia en escala atómica  
 Difracción de ondas por los cristales.  
 Los rayos X.  
 Métodos experimentales.  
 Aplicaciones de los métodos radiocristalográficos.  
 Efectos de las imperfecciones cristalinas en la difracción.

### Clases Prácticas

#### I Problemas

- Redes y celdas unitarias. Índices de Miller
- Simetría y grupos puntuales. Redes de Bravais
- Proyección estereográfica
- Grupos espaciales
- Posiciones intersticiales
- Proyecciones de la red recíproca de cristales cúbicos sobre distintos planos y uso de la esfera de Ewald
- Ejercicios sobre el factor de difusión y sus anomalías
- Cálculo de factores de estructura

#### II Trabajos en laboratorio

Obtención e interpretación de diagramas

- Método de Laue en reflexión. Orientación de un monocristal
- Método de D.S.: uso de la cámara cilíndrica y de la cámara de Guinier. Medida precisa del parámetro de la red de un metal; análisis radiocristalográfico
- Medidas de intensidad con el difractómetro: determinación de un parámetro de orden de largo alcance

### 5. Metalurgia Física

#### Programa

A. Prof. Dr. M. Victoria

Introducción a conceptos de la Física Moderna.  
 Desarrollo de la teoría electrónica de los metales.  
 Teoría de bandas.  
 Propiedades eléctricas.  
 Propiedades magnéticas.  
 Plasticidad de cristales.  
 Imperfecciones.

pi B. Prof. Dr. A. Smallman

Esfuerzo de fluencia teórica de un cristal.  
 Dislocaciones. Su geometría.

Observación de dislocaciones.  
 Campo elástico de una dislocación.  
 Origen de las dislocaciones. Crecimiento de cristales. Fuentes de Frank-Read.  
 Movimiento de dislocaciones.  
 Dislocaciones en redes reales. Fallas de apilamiento. El tetraedro de Thompson.  
 Mecanismos de endurecimiento en cristales.  
 - el esfuerzo de fluencia crítica  
 - endurecimiento por envejecimiento  
 - endurecimiento por trabajado

### Clases Prácticas

#### Problemas de aplicación

### Solidificación y Fundición

#### Programa

A. Ing. H. Biloni

La transición sólido-líquido.  
 Crecimiento cristalino de metales puros.  
 Crecimiento cristalino en presencia de un gradiente positivo de temperatura.  
 Crecimiento dendrítico.  
 Subestructuras de macrosegregación.  
 Redistribución de soluto en función de una interface plana.  
 Redistribución de soluto en presencia de una interface inestable.  
 Defectos asociados al crecimiento cristalino.

B. Prof. Dr. G. Cole

Estructura de los lingotes  
 Flujo externo de calor  
 Convección natural  
 Transporte de soluto  
 Segregación

### Clases Prácticas

Subestructuras de segregación en aleaciones binarias. Diluidas. Solidificadas. Unidireccionalmente.  
 Solidificación unidireccional de eutécticos.  
 Estructura de lingotes.  
 Subestructuras de segregación en lingotes.

Trabajo Mecánico de Metales

## Programa

Si A. Profesores Ings. A. Sáenz López y H. Helman

Introducción al Trabajo Mecánico:

Introducción.

Análisis de tensiones y deformaciones.

Si Elementos de la teoría de elasticidad y plasticidad.

Fractura.

Ensayos mecánicos.

Recocido.

GA B. Profesor Ing. L. Iurman

Trabajo Mecánico:

Elasticidad y plasticidad de cristales.

Influencia de algunos parámetros en la deformación plástica de los metales.

Métodos de investigación en los procesos de trabajados.

Clasificación de procesos.

Fricción y lubricación.

Tensiones residuales.

Textura por trabajado.

Procesos de trabajado en laboratorio.

Procesos industriales.

## Clases Prácticas

Problemas de aplicación

Teoría y Tecnología de la Laminación

Prof. Dr. N.H. Polakowski

## Programa

Elementos de la mecánica de laminación.

Teorías de laminación.

Mediciones en laminado. Elementos en laminación de perfiles.

Laminación de perfiles.

Efecto de la velocidad de laminación. Cambio de rodillos.

Aplastamiento de rodillos.

Potencia de laminación.  
 Laminadora como máquina.  
 Problemas en laminación de aceros. Laminadores especiales.  
 Laminación de tubos.

#### Clases Prácticas

Fuerza de laminado necesarias para laminar metales duros y blandos.  
 Elasticidad de la laminadora.  
 Efecto de la velocidad.

### Transformaciones de Fase, Propiedades y Tratamientos Térmicos de Aceros

#### Programa

A. Prof. Ing. J. Kittl

Transformación de Fase:

Estabilidad de fases. Interfases de transformación. Crecimiento: crecimiento con activación térmica y crecimiento atómico. Nucleación. Transformación masiva. Transformación martensítica. Procesos de descomposición eutectoidea con difusión I. Procesos de descomposición eutectoidea con difusión II. Precipitación.

B. Prof. Ing. J. Mazza

Aceros: Propiedades y Tratamientos Térmicos

Metalurgia física de hierro y aceros I, hierro alfa.

Metalurgia física de hierro y aceros II, austenita.

Metalurgia física de hierro y aceros III, descomposición de austenita.

Aceros de bajo carbono.

Aceros aleados I.

Aceros aleados II. Templabilidad.

Tratamientos superficiales.

#### Clases Prácticas

Problemas de aplicación.

Envejecimiento duraluminio.

Recristalización.

Transformación masiva.

Ensayo Jominy.

Determinación del  $M_s$  (método dilatométrico y cristalográfico).



## MATERIAS OPTATIVAS

Introducción a los Procesos Metalúrgicos

Prof. Dr. A.W.D. Hills

## Programa

Alcance y estructura de los Procesos Metalúrgicos.  
 Ecuaciones de flujo.  
 Macro y microfenómenos en procesos de transporte.  
 Análisis dimensional, el teorema  $\pi$  y aplicaciones típicas.  
 Ecuación de flujo estacionario según Bernoulli y aplicaciones.  
 Conservación del momento y caída de presión en caños y lechos compactados.  
 Derivación de ecuaciones diferenciales de conservación de masa y calor.  
 Solución de las ecuaciones diferenciales de conservación de masa y calor.  
 Eliminación de calor en un molde de arena, regla de Chvorinov, teoría de penetración para transferencia de masa.

## Clases Prácticas - Resolución de problemas de :

Conversión de unidades.  
 Balance calórico de un condensador de zinc por salpicado.  
 Eficiencia de un pequeño pirómetro de succión.  
 Descomposición de sinterizados de carbonato de calcio.  
 Transferencia calórica durante el templado.  
 Permeabilidad de hidrógeno a través del metal.  
 Velocidad creciente de las inclusiones.  
 Transferencia calórica durante la colada continua.  
 Tensiones térmicas durante el calentamiento de lingotes.  
 Transferencia calórica durante el recocido a rollo abierto.  
 Analogía entre transferencia de masa y calor.  
 Eliminación de azufre del hierro fundido.  
 Vaciado de una cuchara de acero.  
 Flujo de metal líquido durante la colada continua.  
 Cálculo de la placa orificio.  
 Aspiración de aire en una entrada con ángulos vivos en un sistema de alimentación.  
 Salida máxima del alto horno.  
 Determinación de los coeficientes de autodifusión usando partículas  $\gamma$ .  
 Tiempo de solidificación en un molde de arena.  
 Taponado de una tobera por metal fundido.  
 Purgado de hidrógeno del acero líquido.

Desarrollos Recientes en Comportamiento Mecánico de Materiales

Prof. Dr. A.K. Mukherjee

## Programa

Propiedades mecánicas de metales de estructura b.c.c. y el modelo

pseudo-Peierls.

Una ecuación universal para el creep transiente.

Aplicaciones de la teoría de velocidades de reacción a la dinámica de dislocaciones.

Creep: metales puros.

Creep: aleaciones, dispersiones e intermetálicos.

Superplasticidad.

### Análisis de Fallas

Prof. Dr. D.J. Schmatz

#### Programa

Técnicas del análisis de fallas.

Consideraciones sobre esfuerzos.

Tipos de fallas.

Consideraciones sobre el material y ejemplos.

Análisis técnicos.

#### Clases Prácticas

Seminarios.

### Materiales y Diseño

Prof. Dr. B. Harris

#### Programa

Introducción.

Propiedades de los materiales como una base para el diseño. Relación entre los ensayos y las condiciones de servicio.

Procesamiento de los materiales y su efecto sobre las propiedades y el diseño.

Criterios para la selección de materiales.

### Procesos controlados por difusión en metales

Prof. Dr. M. Hillert

#### Programa

Sistemas binarios. Tratamientos matemáticos de la difusión. Transformaciones de fase controladas por difusión. Reacciones eutectoideas y similares. Discusión de casos de importancia práctica.

Sistemas ternarios, en particular aleaciones Fe-C. Descripción termodinámica. Control de la velocidad por carbono y elemento aleante. Discusión de casos de importancia práctica.

Fractura

Prof. Dr. W.H. Irvine

## Programa

Introducción.

Aparición de fractura rápida en estructuras de acero.

Razones para el programa experimental.

Razones para los experimentos de crecimiento de fisura.

Lineamientos del problema.

El enfoque de Griffith y sus correspondientes suposiciones.

Tipos de aplicación.

Corrosión

Prof. Dr. J. Galvele

## Programa

Corrosión química.

Corrosión electroquímica, parte I

Corrosión electroquímica, parte II

Curvas de polarización, su determinación y uso.

Ataque localizado de metales. Corrosión bajo tensiones.

Pasivación de metales. Aleaciones resistentes a la corrosión.

## Clases Prácticas

Oxidación del cobre a altas temperaturas.

Pares galvánicos.

Pasivación.

• Microscopía Electrónica

Prof. Dr. P. Guyot

## Programa

Nociones sobre formaciones de imágenes.

Poder de resolución.

Funcionamiento de un microscopio electrónico. Calibración.

Difracción por un área prefijada.

Observación de réplicas. Réplicas con sombreado previo.

Difracción de electrones a través de sustancias cristalinas y amorfas.

Teoría cinemática de la difracción.

Líneas de Kikuchi.

Contraste por difracción (aproximación cinemática).

Campo claro.

Contraste presentado por distintos defectos cristalinos.

Aplicaciones de las técnicas de campo oscuro

## Clases Prácticas

Uso del microscopio electrónico.

## Ensayos no Destructivos en la Investigación y Desarrollo Metalúrgico Prof. Dr. C.J. Renken

### Programa

Distintas filosofías de aplicación de los ensayos multiparamétricos en métodos electromagnéticos, como antecedente para la fijación de futuras líneas de desarrollo en el tema.

Factibilidades de solución del ensayo de soldadura por resistencia de tapones de tubos de zircalloy. Aspectos técnicos relativos a la posible aplicación de ultra sonido, Eddy currents, y aplicación de transductores de efecto Hall.

Análisis y discusión de los métodos de ensayos no destructivos aplicados y/o a aplicar en el proceso de fabricación de elementos combustibles tipo MTR para el reactor RA3, teniendo en cuenta las necesidades de evaluación y diseño.

Discusión de los resultados obtenidos en el laboratorio en el desarrollo de sondas con strain gages para medición de diámetro interior en tubos de zircalloy.

## MATERIAS OPTATIVAS DE METALURGIA NUCLEAR

### Introducción a la Metalurgia Nuclear Prof. Dra. C. Mattei

#### Programa

Reacciones nucleares. Fisión. Secciones eficaces.

Reacción en cadena. Procesos de difusión y moderación. La fórmula de los 4 factores.

Partes de un reactor. Clasificación de reactores (por energía de los neutrones que causan fisión y por la disposición relativa combustible, moderador).

Potencia. Control. Reactividad. Puesta a crítico de un reactor.

Metalurgia física del zircalloy y de las aleaciones de zirconio

Prof. Dr. C. Thomas de Montpreville

## Programa

Procedimientos de elaboración del zirconio metálico. Procesos de purificación.

Propiedades físicas y estructura del zirconio. Variaciones alotrópicas. Datos térmicos y termodinámicos. Propiedades eléctricas, magnéticas, y ópticas. Propiedades elásticas. Estructura cristalina y electrónica. Las aleaciones del zirconio: generalidades sobre las aleaciones del zirconio. Aleaciones que presentan un interés para los reactores nucleares. Propiedades y fenómenos ligados directamente a los defectos cristalinos. Difusión. Restauración. Poligonización. Deformación plástica. Fluencia. Fluencia bajo irradiación. Ruptura. Recristalización. Cambio de fase en el estado sólido.

Tratamientos térmicos y trabajado mecánico. Texturas.

Metales Nucleares

Prof. Dr. H. Böhm

## Programa

Aspectos principales y selección de emplacado (cladding) y metales estructurales para diferentes tipos de reactores nucleares: propiedades físicas; propiedades mecánicas; comportamiento en irradiación; comportamiento en corrosión.

Esbozo general de daño por radiación en metales: daño por desplazamiento; daño debido a reacciones nucleares; influencia de daño por radiación en propiedades mecánicas.

Materiales para reactores térmicos: aleaciones de Zr. Historia de las aleaciones de Zr, desarrollo del Zircalloy 2 y 4. Fabricación de aleaciones de Zr (incluyendo fabricación de tubos). Propiedades mecánicas (tensión y propiedades de creep, fatiga, tenacidad de la fractura, influencia de textura). Reacción con gases (influencia de gases disueltos en propiedades mecánicas). Corrosión de aleaciones de Zr. Daño por radiación en aleaciones de Zr. Determinación experimental de propiedades de tubos. Aleaciones de aluminio; aleaciones de magnesio; aceros inoxidables.

Materiales para reactores rápidos: aceros inoxidables; otras aleaciones.

Aceros para recipientes de presión.

## TRABAJOS PRACTICOS

|           |                                                                                                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema      | "Influencia del tratamiento previo en la determinación del potencial de picado del aluminio"                                   |
| Alumna    | Srta. Marta Graciela Alvarez                                                                                                   |
| Dirección | Dr. José Galvele                                                                                                               |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                                 |
| Tema      | "Estudio metalográfico en acero nervurado"                                                                                     |
| Alumno    | Sr. Tarciso Pacífico Homem de Andrade                                                                                          |
| Dirección | Ing. Alfredo Hey e Ing. Teresa García                                                                                          |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                                 |
| Tema      | "Fundición de hierro nodular"                                                                                                  |
| Alumno    | Sr. Eliseo Papias Arjona Espinal                                                                                               |
| Dirección | Ing. H. Niedermaier                                                                                                            |
| Lugar     | Astillero Río Santiago                                                                                                         |
| Tema      | "Análisis en lupa de defectos producidos por gases en fundición gris"                                                          |
| Alumno    | Sr. Reynaldo Benítez Tavera                                                                                                    |
| Dirección | Ing. J.C. Cabezudo Sánchez                                                                                                     |
| Lugar     | Metalúrgica Tandil                                                                                                             |
| Tema      | "Contribución y puesta a punto de un horno de resistencia con su respectivo control de temperaturas, utilizando fotorresistor" |
| Alumno    | Sr. Mario Bolfvar Grimaldos                                                                                                    |
| Dirección | Dr. Luis Boschi e Ing. Amílcar Castellá                                                                                        |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                                 |

|           |                                                                                                                                                                    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema      | "Medición de tensiones residuales"                                                                                                                                 |
| Alumno    | Sr. Héctor Marcelo Bulfón                                                                                                                                          |
| Dirección | Dr. Alberto Bonfiglioli                                                                                                                                            |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                                                                     |
| <br>      |                                                                                                                                                                    |
| Tema      | "Construcción y puesta a punto de un aparato de interferencia de haces múltiples"                                                                                  |
| Alumno    | Sr. César Cárdenas García                                                                                                                                          |
| Dirección | Ing. Daniel I. Vassallo                                                                                                                                            |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                                                                     |
| <br>      |                                                                                                                                                                    |
| Tema      | "Estudio tridimensional del filo recrecido en el corte del acero al carbono"                                                                                       |
| Alumno    | Sr. Walter dos Santos                                                                                                                                              |
| Dirección | Ing. Alfredo Hey                                                                                                                                                   |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                                                                     |
| <br>      |                                                                                                                                                                    |
| Tema      | "Determinación de la estructura de chapa de acero PH 15-7 Mo y comprobación de los tratamientos standards para lograr las estructuras que ARMCO da para tal acero" |
| Alumno    | Sr. Rolando José González                                                                                                                                          |
| Dirección | Ing. Eduardo Mazer e Ing. Luis A. de Vedia                                                                                                                         |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                                                                     |
| <br>      |                                                                                                                                                                    |
| Tema      | "Influencia del tratamiento superficial en la absorción del $H_2$ del zircaloy"                                                                                    |
| Alumno    | Sr. Rodolfo Alberto Hess                                                                                                                                           |
| Dirección | Ing. Helmut Koll e Ing. Abel de Grande                                                                                                                             |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                                                                     |

|           |                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema      | "Recuperación de la tensión de fluencia en chapas envejecibles"                         |
| Alumno    | Sr. Julián S. Jatem Villa                                                               |
| Dirección | Ing. Jorge Mazza                                                                        |
| Lugar     | C.I.T.E.F.A.                                                                            |
| Tema      | "Aplicación de técnicas de fotograbados para la medición de deformaciones inhomogéneas" |
| Alumno    | Sr. Miguel C. León Baragaño                                                             |
| Dirección | Ing. Juan Carlos Almagro                                                                |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                          |
| Tema      | "Trefilación de un redondo de bronce al plomo"                                          |
| Alumno    | Sr. Carlos Luis Maldonado                                                               |
| Dirección | Ing. Juan Carlos Almagro                                                                |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                          |
| Tema      | "Algunos aspectos del funcionamiento de la planta siderúrgica de Altos Hornos Zapla"    |
| Alumno    | Sr. Miguel Angel Matute Zuniga                                                          |
| Dirección | Ing. R.D'Angelo                                                                         |
| Lugar     | Altos Hornos Zapla                                                                      |
| Tema      | "Desarrollo y optimización de fabricación de pellets de $UO_2$ natural"                 |
| Alumno    | Sr. Eduardo Jorge Nagy                                                                  |
| Dirección | Dr. Carlos Araoz                                                                        |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                          |



|           |                                                                                                    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema      | "Efecto del hidrógeno en la ductilidad del zircaloy"                                               |
| Alumno    | Sr. Francisco Noguera Rojas                                                                        |
| Dirección | Ing. Helmut Koll                                                                                   |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                     |
| Tema      | "Estudios sobre la determinación cuantitativa de inclusiones no metálicas en aceros"               |
| Alumno    | Sr. Miguel Angel Pagani                                                                            |
| Dirección | Ing. Daniel I. Vassallo                                                                            |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                     |
| Tema      | "Influencia de las técnicas metalográficas en los análisis de muestras por microsonda electrónica" |
| Alumno    | Sr. Tulio Alfredo Palacios                                                                         |
| Dirección | Ing. Daniel I. Vassallo                                                                            |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                     |
| Tema      | "Estudio de influencia de fuerza y torque en laminación"                                           |
| Alumno    | Sr. Roberto Coelho Pires                                                                           |
| Dirección | Ing. Luis Francisco Lozano Delgadillo                                                              |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                     |
| Tema      | "Deformación plástica de un acero de bajo carbono"                                                 |
| Alumno    | Sr. Alfonso Sánchez Lozano                                                                         |
| Dirección | Ing. Jorge Mazza                                                                                   |
| Lugar     | C.I.T.E.F.A.                                                                                       |

|           |                                                                                                                       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema      | Montaje, puesta a punto y coladas experimentales del Horno a Inducción EMA 100 Kw, para fundir ferrosos y no ferrosos |
| Alumno    | Sr. Hugo Jorge Scagnetti                                                                                              |
| Dirección | Ing. Heraldó Biloni                                                                                                   |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                        |
| Tema      | "Práctica de fabricación por forja en INAFOR"                                                                         |
| Alumno    | Sr. José Luis Vidal Serrano                                                                                           |
| Dirección | Sr. Pedro Munari e Ing. W. Gatti                                                                                      |
| Lugar     | INAFOR                                                                                                                |
| Tema      | "Descomposición térmica del diuranato de amonio en proceso continuo"                                                  |
| Alumno    | Sr. Oscar Villegas Ibañez                                                                                             |
| Dirección | Ing. Carlos A. Wyszlawski                                                                                             |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                        |
| Tema      | "Construcción de una máquina de creep y medición de energías de activación en creep en aluminio".                     |
| Alumno    | Sr. Ricardo María Volpi                                                                                               |
| Dirección | Dr. Máximo Victoria                                                                                                   |
| Lugar     | Dpto. de Metalurgia de la CNEA                                                                                        |

## PUBLICACIONES ESPECIALES

Dr. ALBERTO BONFIGLIOLI

Cristalografía y difracción de rayos X, en castellano

Fascículo I: Cristalografía - 110 págs.

Fascículo II: Difracción de rayos X - 157 págs.

Fascículo III: Problemas y trabajos de laboratorio - 76 págs.

Dr. LUIS BOSCHI e Ing. AMILCAR CASTELLA

Instrumental, en castellano - 159 págs.

Dr. G. COLE

Solidification and casting, en inglés - 137 págs.

Dr. J.R. GALVELE

Corrosión de metales, en castellano, 103 págs.

Dr. P. GUYOT

Microscopía electrónica, en castellano - 90 págs.

Dr. B. HARRIS

Materials and design, en inglés - 107 págs.

Dr. M. HILLERT

Diffusion controlled processes in metals, en inglés - 34 págs.

Dr. M. IPOHORSKI

Introducción a la microscopía electrónica, en castellano, 94 págs.

Dr. W.H. IRVINE

Fracture, en inglés - 118 págs.

Ing. C. MARTINEZ VIDAL, Ing. A. SAENZ LOPEZ e Ing. H. HELMAN

Elementos de teoría de plasticidad, en castellano - 82 págs.

Dr. G.W. ROWE

Trabajo mecánico, en inglés - 63 págs.

Dr. D.J. SCHMATZ

Failure analysis, en inglés - 32 págs.

Dr. M. VICTORIA y Lic. J. OVEJERO

Problemas de metalurgia física, en castellano - 7 págs.

# ACTIVIDADES TECNICAS EXTRA CURSO

## SEMINARIOS

- K. F. J. HEINRICH (National Bureau of Standards, USA)  
Análisis de muestras lunares mediante microsonda electrónica
- ALDO VIDOZ (Lockheed Missiles and Space Co., USA)  
Materiales compuestos
- ALBERTO BONFIGLIOLI (CNEA)  
Para ver el átomo
- R. SMALLMAN (Universidad de Birmingham, Inglaterra)  
Quantitative electron microscopical aspects of planer point defect clusters
- R. SMALLMAN (Universidad de Birmingham, Inglaterra)  
Quantitative electron microscopical aspects of three dimensional point defect clusters
- IAIN LE MAY (Universidad de Saskatchewan, Canadá)  
Some general discussion on fatigue behaviour
- IAIN LE MAY (Universidad de Saskatchewan, Canadá)  
Fatigue and electron microfractography
- IAIN LE MAY (Universidad de Saskatchewan, Canadá)  
Fatigue damage in zircaloy 4
- ALBERTO RULAND (Cindelmet, Argentina)  
Clasificación de aceros según el proceso de fabricación
- ALBERTO BARCELO (Cormasa, Argentina)  
Fundición maleable
- A. W. D. HILLS (Imperial College of Science and Technology, Universidad de Londres, Inglaterra)  
Research on metallurgical process
- C. J. RENKEN (Argonne National Laboratory, USA)  
Applications of nondestructive testing in metallurgical research and development
- CARLOS BIONDO (CNEA)  
Elemento combustible Atucha

HORACIO HELMAN (Universidad Nacional de Rosario)  
Reglas de flujo plástico

GUILLERMO J. CREUS (Universidad Nacional de Rosario)  
Reglas de endurecimiento en plasticidad

L. FALICOV (Universidad de California, Berkeley, USA)  
Transformaciones de fase

L. FALICOV (Universidad de California, Berkeley, USA)  
Electrones en metales

D.J. SCHMATZ (Ford Motor Co., USA)  
Tratamientos termomecánicos de aceros

D.J. SCHMATZ (Ford Motor Co., USA)  
Análisis de fallas en la industria automotor

#### PELICULAS TECNICAS EXHIBIDAS

Metalografía en Calderas (Dpto. de Metalurgia, CNEA)

The Safe Handling of Enriched Uranium (Comisión de Energía  
Atómica de los Estados Unidos de Norteamérica)

La Forja Catalana (Battelle Memorial Institute, USA)

Transformación Masiva (Mellon Institute, USA)

Transformación Martensítica (Mellon Institute, USA)

Transformación en Aceros (General Motors)

## VISITAS A UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACION

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (INTI), Capital Federal

CENTRO DE INVESTIGACIONES METALURGICAS (CIM), Córdoba

INSTITUTO DE MATEMATICAS, ASTRONOMIA Y FISICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA (IMAF), Córdoba

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AERONAUTICAS Y ESPACIALES, Pcia. Córdoba

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN, Tucumán

CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA, Pcia. Buenos Aires

## VISITAS A ESTABLECIMIENTOS METALURGICOS

D.P.H., Pcia. Buenos Aires

GENARO GRASSO S.A., Pcia. Buenos Aires

RENCA, Capital Federal

FIAT ARGENTINA, Pcia. Córdoba

INDUSTRIAS MECANICAS DEL ESTADO, Pcia. Córdoba

LOFRAH S.A., Pcia. Córdoba

ALTOS HORNOZ ZAPLA, Pcia. Jujuy

MINA 9 DE OCTUBRE, Pcia. Jujuy

MINA DON OTTO, Pcia. Salta

SOMISA S.A., San Nicolás, Pcia. Buenos Aires

ACINDAR S.A., Villa Constitución, Pcia. Santa Fe

METALURGICA CONSTITUCION, Pcia. Santa Fe

DALMINE SIDERCA, Campana, Pcia. Buenos Aires

CAMEA S.A., Capital Federal

LINDBERG ARGENTINA S.A., Pcia. Buenos Aires

## ACTIVIDADES CULTURALES Y SOCIALES EXTRA CURSO

Los alumnos pudieron seguir el ritmo cultural y artístico de la ciudad de Buenos Aires, y visitar lugares turísticos del interior del país, gracias a la colaboración de:

- A. El Club de CNEA que permitió su participación en todas sus actividades culturales y sociales.
- B. La Secretaría de Cultura de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires; que facilitó entradas para las funciones de los teatros del Bajo, Cervantes, San Martín y también ofreció una función especial en el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires.
- C. La Universidad Nacional de Tucumán que facilitó el transporte para visitar la Mina Don Otto, para excursiones a los alrededores de Tucumán y agasajó a la delegación en Horco Molle (Tucumán).
- D. La Dirección de Turismo y Parques Provinciales de la Pcia. de Tucumán que facilitó entradas para presentar el espectáculo Luz y Sonido en la Casa Histórica de la Independencia y visitar el Casino de Tucumán.

Durante los viajes de estudio realizados al interior de la República se organizaron y financiaron las siguientes excursiones turísticas y visitas culturales:

1. Rosario (a 300 km de Buenos Aires)  
Visita al Monumento de la Bandera y su Museo en el Parque Belgrano.
2. Córdoba (a 700 km de Buenos Aires)  
Visita a la ciudad de Carlos Paz, paseo en lancha por el lago San Roque.  
Visita a Iglesias y Museos de la ciudad de Córdoba.
3. San Salvador de Jujuy (a 1600 km de Buenos Aires)  
Visita a la Casa de Gobierno, Iglesia Catedral, Museo Lavalle y Cabildo. Excursión hasta la Quebrada de Humahuaca, pasando por Purmamarca, Huacalera, Tilcara, Maimará, Uquías, Termas de Reyes, Laguna de Yala. Excursión a Salta por la Cornisa.
4. Salta (a 1480 km de Buenos Aires)  
Visita a la Catedral, el Cabildo, Museo Histórico del Norte, Museo Colonial y de Bellas Artes, Feria Artesanal, Monumento a Güemes.
5. San Miguel de Tucumán (a 1310 km de Buenos Aires)  
Excursión al Cerro San Javier y Villa Nugués. Visita a la Casa Histórica de la Independencia. Museo Folklórico Provincial, Casa del Obispo Colombres, Casa de Avellaneda, Museo Provincial de Bellas Artes, Monumento a Julio A. Roca, Parque 9 de Julio. Visita a un ingenio azucarero de los alrededores.

CON LA COOPERACION DE:

Banco Interamericano de Desarrollo,  
dentro de los propósitos generales  
de la Alianza para el Progreso.

Consejo Británico de Relaciones Cul-  
turales.

Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas, Argentina.

Fundación Ford.

Servicio de Cooperación Técnica de  
la Dirección General de Asuntos  
Culturales y Técnicos del Minis-  
terio de Relaciones Exteriores de  
Francia.

Organización de las Naciones Unidas  
para la educación, la ciencia y la  
cultura (UNESCO).

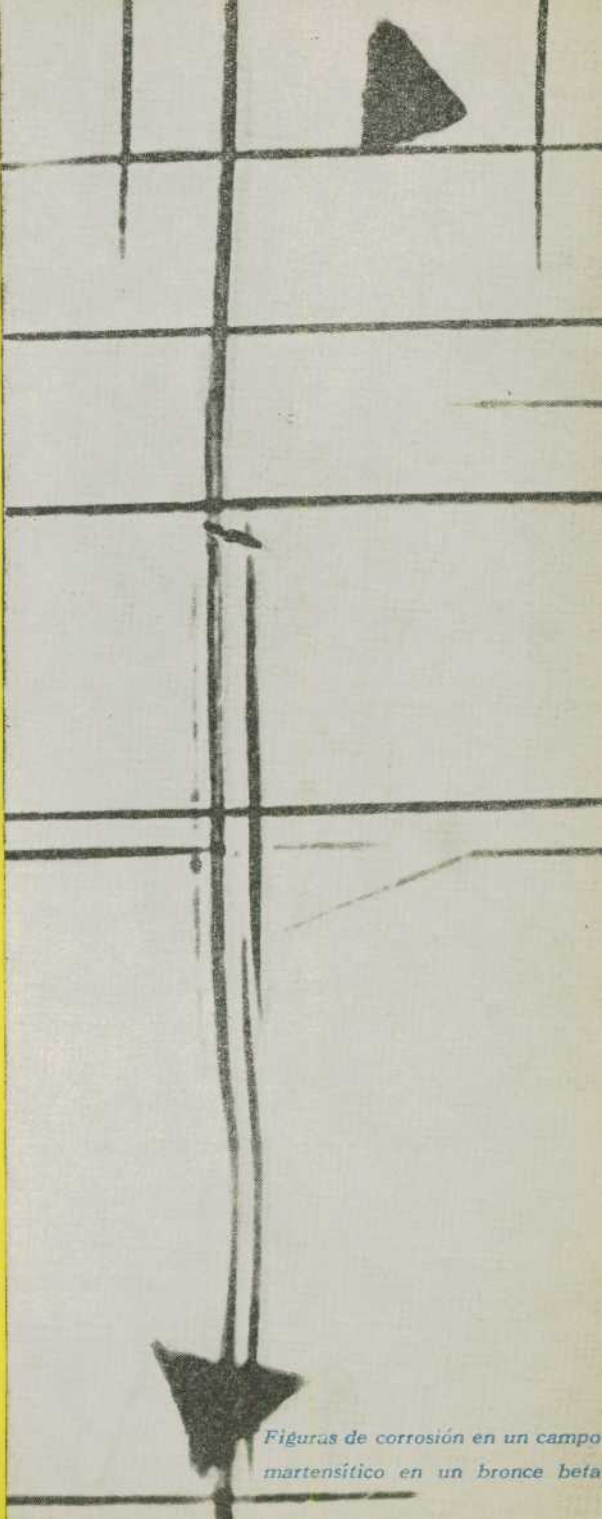
BECAS OTORGADAS POR:

Dálmine Siderca - Argentina

Ejército de Chile

Organismo Internacional  
de Energía Atómica (OIEA)

Usiminas - Brasil

A large, abstract black and white photograph occupies the right half of the page. It features a grid of thin, dark lines on a light background. Superimposed on this grid are several dark, irregular shapes that resemble corrosion or mold. A prominent dark, triangular shape is located in the upper right quadrant. Another dark, irregular shape is visible in the lower right quadrant, near the caption. The overall effect is one of scientific observation and decay.

*Figuras de corrosión en un campo  
martensítico en un bronce beta*