



# FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN EL ÁREA NUCLEAR EN EL INSTITUTO SABATO

*“Integración de las Tecnologías Nucleares en Latinoamérica”,  
AATN-LAS-ANS, 23-26 junio 2009, Buenos Aires*

*R. Carranza, M. Iribarren, M.I. López Pumarega, A.M. Monti, A.  
Obrutsky, J. Ovejero García, L. Quesada, L. Roberti, A. Sarce*

# Ubicación: Centro Atómico Constituyentes



## Objetivo del Sabato

Formación de RR HH  
en temas de ciencia de materiales y tecnología  
para la CNEA y la industria.

# Antecedentes

1955

El Profesor Jorge Sabato crea la División Metalurgia de la CNEA en el CAC

1956

Primer Curso de Posgrado en Metalurgia

1962-1996

Generalización a Latinoamérica a partir del Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico de OEA: Proyecto Multinacional de Metalurgia, Proyecto Multinacional de Materiales

1993

Creación del INSTITUTO SABATO

# Carreras en el Instituto Sabato

- **Grado**

- **Ingeniería en Materiales**

Comenzó en 1996

con 83 egresados

desde la primera promoción en 2000

## ■ Posgrado

- **Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales**
  - (creada en 1993 - 116 egresados)
- **Doctorado en Ciencia y Tecnología**
  - **Mención Materiales**
    - (desde 1997 - 31 egresados)
  - **Mención Física**
    - (creada en 1999 - 15 egresados)
- **Especialización en Ensayos No Destructivos**
  - (creada en 2004 - 26 egresados)

## ● Extensión

- Cursos para profesionales y técnicos
  - 
  - de la industria
  - de institutos de I + D.

## Características de la enseñanza

- ✦ **Dedicación exclusiva al estudio** (becas)
- ✦ **Alta relación docente/alumno**  
116 docentes
- ✦ **Docentes que son tecnólogos o investigadores**  
en los temas que dictan  
(mayormente de CNEA, 88 docentes)
- ✦ **Actividad experimental intensa**  
en los Laboratorios del CAC



Preparando superficie

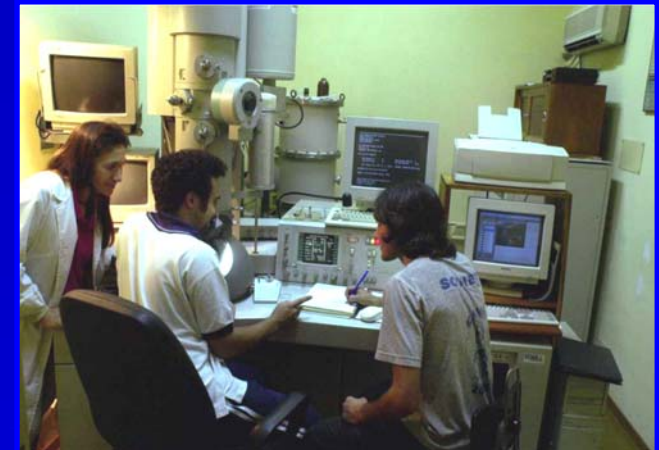


# Laboratorios (en el CAC)

Microscopio electrónico de barrido



Microscopio electrónico de transmisión



Prácticas  
en los mismos laboratorios  
y  
con los mismos equipos  
con los que los docentes realizan sus  
tareas de investigación o de desarrollo.



## Aulas y biblioteca

Biblioteca del CAC y sus redes (INIS, Biblioteca electrónica, REDIN, etc.)

Acceso permanente y directo

Capacitación para realizar búsquedas bibliográficas



# INGENIERÍA EN MATERIALES

## Objetivos

- Profesional que pueda:
- Predecir el comportamiento del Material, evaluarlo en condiciones de servicio, diseñar nuevos materiales, obtenerlos y caracterizarlos
- Para ello estudia las relaciones entre :  
estructuras microscópicas, procesos y propiedades de los materiales

## Además

Se busca ampliar la formación con la realización de prácticas profesionales

en industrias o laboratorios, a través de

### Pasantías

durante el mes de febrero

### Trabajo final

6 meses con dedicación completa

## Algunos Trabajos Finales para obtener el grado

- Análisis fractomecánico de transitorios del recipiente de presión de Atucha I. (Nucleoeléctrica Argentina S.A.)
- Diseño conceptual de equipo de atomización centrífuga para la obtención de polvos de aleaciones de uranio molibdeno. (CNEA, U.A. Materiales)
- Análisis de herramental de laminación. FAE S.A. (Fábrica de Aleaciones Especiales S.A.)
- Criterios para la selección y especificación de requisitos adicionales de materiales para "sour service". (Techint Ingeniería y Construcción)

# Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales

## Propósito:

Formación en temas básicos de Ciencia de Materiales y sus relaciones con la Tecnología y la Industria

## Objetivo:

Cubrir necesidades regionales en capacitación, investigación, desarrollo y aplicación industrial.

# Organización

**Primer año**  
Ciclo de Estudios  
20 módulos

**Segundo año**  
Trabajo de Tesis de Maestría

Becas OEA, otras



# Algunos trabajos de tesis de Maestría

- Estudio y caracterización de la **emisión acústica en vainas** combustibles tipo CANDU.
- Estudio de las **fases presentes** en el sistema Zr-Nb-Fe.
- **Evaluación no destructiva** de capas de óxido sobre Zircaloy-4.
- Modelización numérica del plano de impedancia para la determinación simultánea en **Zircaloy**, por corrientes inducidas, de **espesores de óxidos** y conductividad.
- Análisis Teórico-Experimental del Fretting/Impacto en tubos de elementos combustibles.
- Interacción **U-Mo/Al**.
- Cinética de corrosión de la aleación Ni-22Cr-13Mo-3W como **material estructural de contenedores de residuos nucleares** de alta actividad.



# Algunos trabajos de tesis de Maestría

- Corrosión bajo tensión de circonio y aleaciones en soluciones de halogenuros.
- Efecto de agregados de Nb en el compuesto  $Zr_2Fe$ .
- Simulación de fenómenos termomecánicos en una barra combustible de un reactor de potencia en operación.
- Simulación de incorporación de oxígeno e hidrógeno en Zry en condiciones de accidente severo en un reactor nuclear de potencia.
- Estudio de corrosión bajo tensión de aleaciones de Zircaloy en vapores de Iodo, en relación con las fallas de elementos combustibles nucleares por interacción postilla-vaina.
- Influencia de variables metalúrgicas sobre la velocidad de propagación de fisuras por rotura diferida inducida por hidrógeno (RDIH) en Zr-Nb.

# Algunos trabajos de tesis de Maestría

- Estudio de la corrosión de un acero al carbono en residuos nucleares líquidos simulados.
- Efecto del grado de deformación plástica y ciclos de tratamiento térmico en las propiedades mecánicas del Zircaloy-4 recristalizado.
- Influencia de los hidruros en el comportamiento mecánico bajo irradiación de circonio y Zircaloy-4.
- Efecto del agregado de Zr en la aleación U-Mo propuesta como combustible nuclear.
- Elongación axial y transversal de los canales de enfriamiento de la CNA-I debido a la incorporación de hidrógeno y a la precipitación de la fase hidruro.
- Solubilidad de Circonio en  $U(Al,Si)_3$ .

# Doctorados en Ciencia y Tecnología

Duración promedio: cuatro años.

Cursado de materias afines y

Trabajo de TESIS en laboratorios de IyD, supervisado por  
un Director especializado en el tema

# Acreditaciones

Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria  
(CONEAU)

- **Grado**

- Ingeniería en Materiales máxima por 6 años

- **Posgrado**

- Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales categorizada A

- Doctorado en Ciencia y Tecnología

- Mención Materiales categorizada A

- Mención Física categorizada A

# Especialización en Ensayos No Destructivos

Duración: 1 año

Industrias de interés:  
nuclear, petroquímica, aeronáutica, etc.

Formación en:  
Ensayos específicos, métodos especiales y  
gestión y aplicación.

# END

responden a motivaciones de seguridad y calidad y permiten:

- ⚡ Detectar y evaluar defectos en materiales
- ⚡ Inspeccionar componentes y su integridad en servicio
- ⚡ Controlar la calidad en procesos de fabricación

**BECAS (IAEA, otras)**

# Nuestros egresados

## ● Grado

### ● Ingeniería en Materiales

83 egresados

- 71% reside en Argentina:
  - 62% en empresas privadas
  - 16% en universidades o instituciones
  - 22% en CNEA de estos el 50% en las 2 últimas promociones
- 29% en el exterior:
  - 70 % universidades o institutos
  - 30% en empresas

## ■ Posgrado

### ■ Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales

#### • 116 egresados

- 80% en Argentina: Universidades, Instituciones oficiales o empresas
  - 39% en CNEA
- 10% realiza estudios en el exterior
- 10% son extranjeros que regresaron a sus países de origen

### ■ Doctorado en Ciencia y Tecnología

- Mención Materiales. 31 egresados
- Mención Física. 15 egresados
  - 60% trabaja en CNEA



## Contacto:

Instituto Sabato - Centro Atómico Constituyentes  
Av. General Paz 1499 (1650),  
San Martín, Buenos Aires, Argentina

TE: (011) 6772-7279 - FAX: (011) 6772-7404

[www.isabato.edu.ar](http://www.isabato.edu.ar)

gracias por su atención

## Destino laboral de los egresados:

- **Empresas:** Aluar, Tenaris, Siderar, CINI, Repsol-YPF, Shell, SIPAR, Pescarmona, Siemens, AICO S.A., Auditec S.A., NASA y FAE (del sector Nuclear), y otras
- **Consultoras** (CTI Solari)
- **Instituciones oficiales:** INTI, CITEFA, CNEA
- **Universidades**

# Cursos de extensión

## Capacitación para:

- industrias o empresas
- apoyo a la investigación
- gestión de calidad
- estudio de bienes culturales

# Temas solicitados por la Industria

Técnicas de Ensayos No Destructivos, Aceros, Corrosión para la Industria Petrolera, Daño por Hidrógeno, Soldadura.

- Algunas industrias solicitantes:
- Griferías FV, Shell, YPF, CONUAR-FAE, ARN, Acería Titania

# Ciclo Básico de la Maestría

- Introducción a la Ciencia de Materiales
- Introducción a la Física del Sólido
- Termodinámica
- Cristalografía y Difracción
- Defectos en Cristales
- Difusión
- Solidificación Transformaciones de Fase
- Modelización de Propiedades y Procesos de Materiales
- Microscopía Electrónica y Microanálisis
- Polímeros
- Propiedades Mecánicas

# Ciclo de Especialización de la Maestría

- Trabajado Mecánico
- Mecánica de Fractura
- Aceros
- Corrosión
- Daño por Radiación
- Física y Metalurgia de la Soldadura
- Ensayos No Destructivos en Control de Calidad
- Metalografía no Destructiva. Aplicación a Vida Residual

## Métodos Específicos

- Líquidos penetrantes
- Inspección visual
- Partículas magnetizables
- Corrientes inducidas
- Radiografía industrial
- Ultrasonido
- Ensayos de pérdidas



Inspección con líquidos penetrantes



Inspección Visual en tubo de acero inoxidable



## Métodos Especiales

- **Análisis y Medición de Vibraciones**
- **Emisión Acústica**
- **Extensometría y Tensiones Residuales**
- **Métodos Ópticos**
- **Termografía Infrarroja**

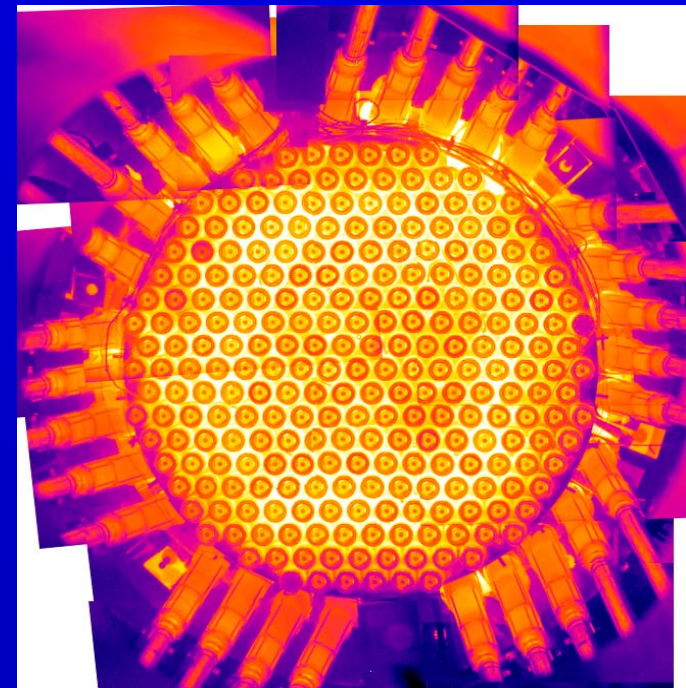


Imagen Termográfica integrada de la tapa del reactor



Termografía infrarroja en la Central Nuclear Atucha



## Módulos de Gestión y Aplicación:

- Gestión de Calidad
- Certificación y Organización de los END
- Gestión de Integridad
- Estrategia de Mantenimiento y Aplicación de los END en la Industria