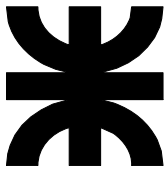




## PERFIL INSTITUCIONAL



### UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL SAN NICOLÁS

## INVESTIGACIÓN EN CIENCIA DE MATERIALES

La Facultad Regional San Nicolás, perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, se halla emplazada en el polo industrial siderúrgico del país. Como requerimiento del medio en el año 1964 se inicia el dictado de dos carreras de Ingeniería : Ingeniería Metalúrgica e Ingeniería Mecánica. Luego años posteriores se completan con las especialidades de: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Industrial.

Las características regionales han favorecido una investigación orientada hacia la Ciencia de Materiales cuyas actividades se iniciaron en la década del 80.

En aquel momento se constituyeron dos grupos de investigación: Metalurgia Física y Materiales Cerámicos Refractarios. En la década de los 90 fue creado el Centro de Desarrollo y Tecnología de Materiales (DEYTEMA), por Resolución 409/95 del Consejo Superior Universitario de la Universidad Tecnológica Nacional, sobre la base de dos grupos de investigación mencionados.

### Objetivos generales

- ✚ Desarrollar investigaciones científicas y tecnológicas en el campo de los materiales y/o en relación directa e inmediata con las necesidades del medio y su proyección nacional e internacional.
- ✚ Contribuir al desarrollo de nuevos materiales de industria nacional.
- ✚ Contribuir a la optimización de procesos a fin de prolongar la vida útil de los materiales críticos involucrados.
- ✚ Contribuir a la adaptación de procesos de fabricación a fin de aumentar la proporción de materia prima nacional utilizada.
- ✚ Contribuir a la fijación de normas apropiadas para la fabricación, importación y comercialización de materiales.
- ✚ Dar respuesta a los requerimientos de la industria regional y con proyección nacional.
- ✚ Formar recursos humanos en tecnología de materiales.



- ✚ Elaborar y ejecutar programas y planes para el estudio de los problemas de su especialidad en forma directa o en colaboración con otras instituciones oficiales o privadas.
- ✚ Prestar la colaboración que puedan requerirle las instituciones calificadas interesadas en la investigación o en el conocimiento de los problemas relacionados con los fines específicos del Centro, siempre que todo ello no interfiera con la ejecución de los propios programas de trabajo.
- ✚ Difundir los resultados de su actividad por los medios y procedimientos que estime convenientes.
- ✚ Organizar seminarios y cursos especiales en las materias de su competencia y cooperar en su realización.
- ✚ Mantener relaciones con las instituciones del país dedicadas al estudio o investigación de problemas afines, así como organismos similares extranjeros y con las instituciones internacionales que se ocupan del desarrollo de estas disciplinas.

Posteriormente surgen grupos de investigación en el seno de los departamentos de cada una de las distintas especialidades mencionadas

### **DEPARTAMENTO METALURGIA – Grupo: FISICOQUÍMICA DE ALTAS TEMPERATURAS.**

**Contacto:** Elena Brandadeze – E-mail: [ebrandaleze@frsn.utn.edu.ar](mailto:ebrandaleze@frsn.utn.edu.ar).

**PROYECTO:** CARACTERIZACIÓN Y DESARROLLO DE ESCORIAS METALÚRGICAS.  
Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID-UTN) homologado por Sistema de Incentivos PID N°: 25/N024.

Este proyecto se realiza en forma conjunta con el Centro Atómico Bariloche (CAB-CNEA) y el Instituto Argentino de Siderurgia (IAS). El objetivo del grupo es determinar propiedades fisicoquímicas a elevadas temperaturas que permitan comprender los diferentes fenómenos asociados a procesos metalúrgicos.

Director: Carlos González Oliver.

Integrantes FRSN: Elena Brandadeze, Edgardo Benavidez, Leandro Santini.

Integrantes IAS: Silvia Camelli, Alejandro Martín.

Integrantes CAB-CNEA: Diego Russo, Diego Rodríguez.

### **RESUMEN**

En este proyecto se trabaja en la determinación de propiedades físicas y químicas, tales como viscosidad, fluidez, transferencia térmica, tensiones interfaciales, entre otras en las condiciones de procesos metalúrgicos de aleaciones ferrosas y no ferrosas. Además, se correlacionan con los fenómenos de interacción presentes en los sistemas asociados.



El incremento de la demanda de aleaciones de grados especiales, las exigencias crecientes en el control de limpieza de los mismos y en la calidad de los productos, resultan directamente asociadas a las características y comportamientos de los diferentes tipos de escorias empleadas para cada uno de los procesos asociados.

Son objetivos de este proyecto:

- i. Ampliar el conocimiento del comportamiento de escorias utilizadas en la industria de materiales ferrosos y no ferrosos a través del análisis de distintas propiedades fisicoquímicas.
- ii. Sentar bases lógicas de datos termofísicos que permitan entender la función básica de las escorias.
- iii. Optimizar, de acuerdo a los resultados obtenidos, distintos procesos metalúrgicos.
- iv. Formar y capacitar recursos humanos con posibilidades ciertas de continuar desarrollando sus tareas de investigación en el país, aplicando su formación a la solución de problemas propios de nuestra región.
- v. Fortalecer un grupo de trabajo en temas relacionados a los fenómenos fisicoquímicos involucrados en los procesos metalúrgicos.

La eficiencia de las escorias, en las condiciones de operación, está relacionada con propiedades físicas y químicas a altas temperaturas. Dentro de ellas se deben mencionar la viscosidad, tensión superficial, adherencia, basicidad, composición química que afectan a los fenómenos de corrosión u otras interacciones químicas y fenómenos de transferencia térmica. La determinación de dichas propiedades representa un aporte no sólo desde el punto de vista científico sino que además constituye un importante aporte para la comprensión de los comportamientos y el desarrollo de aplicaciones directas a nivel industrial.

En particular, en el proceso de la colada continua del acero se utilizan mezclas de escorias sintéticas y carbono, denominadas polvos coladores (PC), los cuáles son adicionados de forma continua sobre el acero líquido contenido en el molde. El análisis del comportamiento a las temperaturas de operación (1000-1400°C) tornan compleja y costosa toda tarea experimental. La importancia de los PC radica en que muchos fenómenos asociados con la formación de defectos superficiales son afectados por la transferencia de calor en el molde, mientras que defectos tales como grietas longitudinales y tipo estrella, han sido asociados con la lubricación. Por un lado, la transferencia de calor es controlada por el grado de cristalización (relación de fases cristalina/vítrea) del PC, mientras la lubricación es controlada por su viscosidad o fluidez. Así, para ejercer un adecuado control sobre las variables mencionadas, la viscosidad y la medición del porcentaje de cristalinidad han sido abordadas por diferentes métodos, los cuáles han conducido a resultados con un considerable porcentaje de discrepancia entre sí.

Prestigiosas universidades e institutos en el mundo orientan sus investigaciones sobre los temas mencionados con el objetivo no sólo de incrementar el conocimiento en esta dirección sino también de asistir a las empresas en temas de diseño de escorias de proceso o sintética, en el incremento de la vida de los refractarios en servicios y en el reciclado de dichos materiales con alta incidencia sobre los costos y fuerte impacto en el cuidado del medio ambiente. A tal fin, resulta necesario contemplar los siguientes aspectos: equilibrio de fases, estudios mineralógicos, termodinámica, cinética,



propiedades físicas, equilibrio escoria–metal, correlaciones de datos de plantas con datos experimentales o modelados, espumado y reducción de fundidos, slag splashing, reciclado e impacto en el medio ambiente.

Por otra parte, en el seno de este grupo se encuentran en una etapa inicial de trabajo docentes y alumnos orientados a incrementar el conocimiento acerca de la modelización de procesos ligados a la metalurgia.

Este grupo interactúa con la Escuela de Minas de la Universidad de Oviedo (España) y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción (Chile). Estas interacciones abarcan estadias de capacitación o elaboración de trabajos en conjunto, codirección de trabajos de memorias de grado y tesis doctorales, publicaciones en revistas internacionales y trabajos a congresos nacionales e internacionales.

### **DEPARTAMENTO METALURGIA – Grupo: METALURGIA FÍSICA.**

**Contacto:** Graciela Mansilla – E-mail: [gmansilla@frsn.utn.edu.ar](mailto:gmansilla@frsn.utn.edu.ar).

El grupo de trabajo tiene como objetivo comprender las respuestas mecánicas de las aleaciones y correlacionar con distintos aspectos metalúrgicos.

Las interacciones que mantiene este grupo le permiten realizar actividades de investigación, capacitación, elaboración de trabajos en conjunto, codirección de trabajos de tesis doctorales, publicaciones en revistas internacionales y trabajos a congresos nacionales e internacionales.

#### **PROYECTO: FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO DE ACEROS COMERCIALES.**

Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID-UTN) homologado por Sistema de Incentivos PID N°: 25/N026.

Director: Alberto Armas.

Integrantes de la FRSN: Elena Brandaleze, Graciela Mansilla, Ma. Guadalupe López, Fernando Palmieri.

Integrantes IAS: Daniela Cavaleri, Luis Reda.

Integrantes del CAB-CNEA: Iris Álvarez, Silvina Hereñú.

En el marco de este proyecto se vincula el Departamento de Metalurgia de la Facultad Regional San Nicolás con el Instituto Argentino de Siderurgia (IAS) y el Instituto de Física de la Universidad Nacional de Rosario (IFIR-UNR).

#### **RESUMEN**

La fragilización por hidrógeno representa un problema significativo a nivel industrial no sólo en la fabricación de productos largos sino en todos los subproductos elaborados con acero. Desde los años 80 se intentan soluciones a este problema empleando procesos de degasificación en vacío hasta obtener bajos tenores de hidrógeno del orden de 1,5 a 2 ppm. Cuando se realiza el pronóstico de la durabilidad de las estructuras realizadas de metales o aleaciones, se debe tener en cuenta la influencia que el hidrógeno tiene en las



propiedades de la aleación en las etapas de manufactura, tratamiento y servicio. La absorción de átomos de hidrógeno provoca fragilización y pérdida de la ductilidad del metal que llevaría a que los materiales fracturen a cargas muy por debajo de materiales libres de hidrógeno. A pesar que la literatura provee una considerable cantidad de información a este respecto, el mecanismo de fragilización por hidrógeno lleva todavía a controversias.

Están planteados los siguientes objetivos:

- 1- Estudiar la influencia de hidrógeno sobre la trabajabilidad de aceros de estructura dual.
- 2- Analizar la influencia de hidrógeno sobre la ductilidad de aceros comerciales a partir de ensayos de fatiga y torsión a diferentes temperaturas a los fines de establecer los efectos que la presencia de hidrógeno puede ocasionar en el comportamiento mecánico.
- 3- Identificar los posibles mecanismos de interacción de los átomos de hidrógeno con los defectos cristalinos para poder diseñar los tratamientos térmicos que mejoren las consecuencias nocivas de este gas.

En este proyecto mediante ensayos de fatiga y observaciones mediante microscopía tanto ópticas como electrónicas se pretende identificar la interacción del H con diferentes mecanismos de atrape en los aceros. De los resultados que surjan de esta investigación no sólo se podrán extraer conclusiones sobre la influencia del hidrógeno en las propiedades en fatiga de los aceros sino que la observación microestructural permitirá buscar soluciones a la fragilización producida por el hidrógeno en los mismos.

La propuesta del presente proyecto consiste en evaluar los efectos del hidrógeno en diferentes tipos de aceros. En particular el estudio se centra en aceros de alta resistencia HSLA (estructura ferrítico-perlítica) y aceros inoxidable dúplex (estructura austenítica-ferrítica). A tal fin se permeará con hidrógeno probetas de estos metales. En algunos casos dicha permeación se realiza previo a los ensayos mecánicos (torsión y fatiga) y otras veces luego de los mismos. Mediante el diseño de programas adecuados los ensayos de torsión en caliente se reproducen condiciones de deformación equivalentes a las de los procesos industriales como forjado y laminación. Por otro lado, los ensayos de fatiga permiten el diseño de componentes que resisten este tipo de sollicitación o la aplicación de métodos para monitorear los daños producidos en este tipo de ensayos. El estudio en fatiga comprende la realización de ensayos cíclicos con control de deformación total a temperatura ambiente. Luego de diferentes temperaturas y tiempos de envejecidos se evalúa la influencia del hidrógeno en un posible fenómeno de envejecimiento por deformación estático. Con el fin de identificar la interacción del hidrógeno con diferentes mecanismos de atrape se utiliza el análisis de desorción térmica de H (TDA) y se observan las muestras en el microscopio electrónico. La correlación del comportamiento mecánico con la microestructura permitirán sacar conclusiones respecto al efecto del hidrógeno en los aceros.

Están planteados los siguientes objetivos:

- 1- Estudiar la influencia de hidrógeno sobre la trabajabilidad de aceros de estructura dual.
- 2- Analizar la influencia de hidrógeno sobre la ductilidad de aceros comerciales a partir de ensayos de fatiga y torsión a diferentes temperaturas a los fines de establecer los



efectos que la presencia de hidrógeno puede ocasionar en el comportamiento mecánico.

- 3- Identificar los posibles mecanismos de interacción de los átomos de hidrógeno con los defectos cristalinos para poder diseñar los tratamientos térmicos que mejoren las consecuencias nocivas de este gas.

Ambos grupos del Departamento Metalurgia mantienen por su interacción con el Instituto Argentino de Siderurgia un canal de transferencia hacia las empresas en actividades de asistencia técnica o desarrollo tecnológico y por contar con investigadores-docentes en la carrera de Ingeniería metalúrgica se garantiza el impacto en la formación de grado y posgrado.

### **DEPARTAMENTO ELÉCTRICA – Grupo: INGENIERÍA DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS.**

**Contacto:** Edgardo Benavidez – E-mail: [ebenavidez@frsn.utn.edu.ar](mailto:ebenavidez@frsn.utn.edu.ar).

**PROYECTO:** CERÁMICOS DE PMN-PT PARA DISPOSITIVOS PIEZOELÉCTRICOS  
Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID-UTN) homologado por Sistema de Incentivos PID N°: 25/N025.

Director: Oscar Alberto de Sanctis.

Integrantes de la FRSN: Edgardo Benavidez, Mario Blume.

Integrantes de la FCEyA-UNR: Agustín Frattini, Ricardo Caruso.

Este proyecto se realiza en forma conjunta con el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario (FCEyA-IFIR-CONICET).

#### **RESUMEN**

Los cerámicos  $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3-PbTiO_3$ , denominados PMN-PT, son utilizados para transducción electromecánica debido al elevado valor de sus constantes piezoeléctricas. Sin embargo, las propiedades de estos materiales en baja escala distan mucho de ser similares a la de los materiales en escala macroscópica.

En este proyecto se estudia el efecto que tienen: a) el espesor; b) la microestructura y el tamaño de grano; c) la textura; d) la composición química y el grado de homogeneidad química; e) la disparidad cristalina y f) la extensión de la interfase película-substrato, sobre las propiedades ferroeléctricas y piezoeléctricas de películas de PMN-PT.

También se investiga el comportamiento de los recubrimientos a base de  $ZrO_2$  como capas buffer entre sustratos de silicio y películas de PMN-PT. En este caso, se estudia el efecto del tipo de tratamiento térmico, velocidades, temperaturas máximas y atmósferas sobre las reacciones interfaciales y el tipo de crecimiento en estructuras de multicapas de ferroeléctrico/circona/silicio.

Las propiedades medidas de los PMN-PT, tanto en películas como en compactos (bulk),



se comparan con aquellas obtenidas sobre cerámicos de PZT ( $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ ).

Debido al proceso de integración y miniaturización de los dispositivos, y especialmente al desarrollo de sistemas micro-electro-mecánicos (MEMS), la demanda tecnológica se ha orientado hacia los materiales integrados en estructuras de capas. Esto ha estimulado la investigación sobre el crecimiento y caracterización de películas ferroeléctricas y piezoeléctricas. Cada nueva generación tecnológica conduce a sistemas más pequeños donde las dimensiones se aproximan a las longitudes características relacionadas con las propiedades ferroeléctricas, siendo importante establecer un límite de tamaño para los dispositivos. Las propiedades de los materiales en baja escala distan mucho de ser similares a la de los materiales en escala macroscópica y más aun de la de éstos cuando son monocristalinos. En el caso de los materiales ferroeléctricos en general, y especialmente en la de los materiales piezoeléctricos "relaxors", esas diferencias por "escalas" son mucho más marcadas. En películas de PMN-PT los mejores valores obtenidos de  $d_{33}$  se ubican en el rango de 50 a 100 pC/N, los cuales son aproximadamente 25 veces menores que los obtenidos en monocristales de la misma composición y las constantes dieléctricas relativas no superan los 2000. El origen exacto de estas dramáticas diferencias no está aún comprendido.

Por lo tanto, un desafío que se plantea en esta investigación es la obtención de películas de PMN-PT densas, bien cristalizadas y con espesores suficientes que aproximen las propiedades de las mismas a las del "bulk" o permitan desglosar el efecto espesor de los otros elementos que podrían estar degradando las propiedades piezoeléctricas de las películas.

A causa del proceso de miniaturización, integración y construcción en estructuras de multicapas de los dispositivos, es necesario disminuir los fenómenos de interdifusión en las interfases. Particularmente, cuando se crecen películas de materiales ferroeléctricos, PZT, PMN-PT, etc, sobre sustratos de Si, debido a la interdifusión, se forma en la interfase una fina película de  $\text{SiO}_2$  amorfa, la que, además de actuar como un capacitor en serie de baja capacidad, lo que degrada las propiedades dieléctricas de la estructura de multicapas, distorsiona la cristalinidad del Si lo que reduce o impide el crecimiento epitaxial de las películas ferroeléctricas sobre silicio. Para evitar esto, una alternativa es crecer epitaxialmente sobre el silicio una película de óxido de baja reactividad con el mismo (buffer). Por ejemplo, sobre silicio han sido crecidas películas buffer de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , MgO y  $\text{ZrO}_2$ .

Son objetivos de este proyecto:

- 1- Preparar compactos y películas piezoeléctricas de PMN-PT y PZT y la posterior caracterización de sus propiedades estructurales, eléctricas, ferroeléctricas y piezoeléctricas.
- 2- Estudiar el efecto sobre las mencionadas propiedades de las distintas condiciones de síntesis, tales como el ciclo térmico y la atmósfera de tratamiento.
- 3- Formar recursos humanos capacitados en el desarrollo, caracterización y selección de dispositivos ferroeléctricos apropiados a las necesidades del proceso productivo regional y nacional.

El desarrollo del trabajo consta de una etapa de preparación de los distintos tipos de



muestras y otra correspondiente a las técnicas de caracterización. La preparación de las muestras consta de las siguientes etapas: (1) obtención de soluciones precursoras de los óxidos, (2) crecimientos de películas delgadas, (3) síntesis de polvos submicrónicos y (4) crecimiento de películas gruesas. Sobre las muestras obtenidas se realizan las siguientes determinaciones: (i) caracterización del tamaño y forma de partícula, (ii) análisis de la evolución de compuestos químicos, (iii) análisis químico localizado y del perfil en películas, (iv) análisis estructural, morfológico y textura de películas, (v) caracterización termodinámica y (vi) caracterización dieléctrica, ferroeléctrica y piezoeléctrica.

El DEYTEMA perteneciente a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la facultad, involucra los siguientes grupos de trabajo

## **SOLDADURA**

**Contacto:** Mabel Ramini – E-mail: *mramini@frsn.utn.edu.ar*.

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURA DE DEPÓSITOS SUPERMARTENSÍTICOS, MARTENSÍTICOS Y MICROALEADOS DE ALTA RESISTENCIA.

Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica PICT 2004 Código 21024 y Homologado por el Sistema de Incentivos PID N°: 25/N023.

Director: Luis de Vedia.

Integrantes del PID: Estela Surian y N. Mabel Ramini.

Integrantes del PICT: Estela Surian, Aníbal Casanelli y Noemí Mabel Ramini.

## **RESUMEN**

Este proyecto consta de 3 líneas de trabajo:

- A) Estudio de uniones soldadas en tuberías de alta presión: se analizan dos tipos de aceros microaleados de alta resistencia y baja aleación (HSLA) para tuberías (API X65) y uso para servicio ácido (HIC), para lo cual se sueldan juntas según Normas API con electrodos manuales revestidos y alambre tubular continuo bajo protección gaseosa. Se determinan propiedades mecánicas, se analiza la microestructura y se realizan estudios de soldabilidad (fisuración por hidrógeno).
- B) Influencia de la composición y de las variables del procedimiento de soldadura sobre la microestructura, las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión de depósitos supermartensíticos obtenidos con electrodos tubulares continuos de alta resistencia: se sueldan aportes de soldadura en distintas condiciones de aplicación (distinto procedimiento de soldadura: tipo de gas, calor aportado, posición de soldadura, etc.) con un alambre tubular bajo protección gaseosa. Se analiza la composición química, la microestructura, las propiedades mecánicas y la resistencia



a la corrosión, estudiándose la relación entre ellas; se determinan las temperaturas de transformación martensítica y el proceso de solidificación;

- C) Efecto del gas de protección y del ciclo térmico sobre la microestructura y la resistencia al desgaste de depósitos martensíticos de aceros para herramientas, obtenidos con un alambres tubular para soldadura semiautomática bajo protección gaseosa: se estudia el efecto del procedimiento de soldadura (tipo de gas de protección, calor aportado, número de pasadas, etc.) sobre la dureza, la resistencia al desgaste y la microestructura. En todos los casos se trata de diseñar un modelo que relacione el desempeño en servicios con la microestructura y las propiedades mecánicas.

**PROYECTO: TECNOLOGÍA DE LA SOLDADURA DE NUEVOS MATERIALES PARA LA INDUSTRIA AUTOMOVILÍSTICA.**

Proyecto subsidiado por el CONICET de Argentina y la CNPq de Brasil en el marco de un trabajo de colaboración Argentino- Brasileño.

Directora: Estela Surian

Integrantes: Luis de Vedia y Hernán Svoboda

**RESUMEN:**

Normalmente no se lanza al mercado un nuevo acero si su soldabilidad aun no ha sido evaluada, ciertamente la soldadura es uno de los procesos de fabricación que deberán ser usados en gran escala en estos materiales. Uno de los mayores problemas de la soldadura es la generación de una zona afectada por el calor (ZAC), que presenta una región de crecimiento de grano que afecta la solidificación primaria de la zona fundida (ZF), debido al crecimiento epitaxial, pero también por la propia granulometría del metal base. Cuanto menor la granulometría inicial, mayores serán las diferencias en las propiedades mecánicas entre el metal de base y la ZAC. Hoy en día se presta mucha atención en el área de soldadura al calor que realmente se aporta al metal base y, principalmente, cuánto ha sido utilizado efectivamente en la fusión del cordón. Es éste el real sentido de rendimiento térmico, hasta hace poco tiempo, no tomado en cuenta frente a la menor preocupación por estos factores. Por otro lado, trabajos recientes han mostrado la viabilidad de la soldadura de estos materiales por procesos especiales. En este proyecto se crean las condiciones para trabajos cooperativos que apuntan al estudio de la soldabilidad de aceros aplicados en la industria automovilística, con énfasis en el desarrollo de la tecnología de los procesos de soldadura. El enfoque es el de formación de recursos humanos, a través del intercambio de experiencia entre grupos de países con diferentes abordajes académicos, como son los de Brasil y Argentina.



## CERÁMICOS

**Contacto:** Nancy Quaranta – E-mail: *nquaranta@frsn.utn.edu.ar*.

### **PROYECTO:** TECNOLOGÍAS DE RECICLADO DE DESCARTES INDUSTRIALES

Proyecto de Investigación y Desarrollo de la Universidad Tecnológica Nacional. PID N°: 25/NO01

Integrantes Centro DEYTEMA: Nancy E. Quaranta, Marta G. Caligaris, Hugo A. López y Miguel A. Unsen.

Integrantes Centro CECOVI: Fernanda Carrasco, Rubén M. Grether, Marcelo Avendaño y Héctor Saus.

Este proyecto se realiza en forma conjunta entre los Centros CECOVI (Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda) de la Facultad Regional Santa Fe (FRSF-UTN) y DEYTEMA (FRSN-UTN), con la participación, en algunas de las temáticas, de investigadores de la Facultad Regional La Plata (FRLP-UTN). Con este proyecto se ha comenzado una vinculación específica con el Departamento de Materiales del Imperial College (Londres). En el mismo se estudia la factibilidad de uso de “residuos industriales inertes y no especiales” para su aprovechamiento en la industria de la construcción.

### RESUMEN

En los últimos años, se han realizado numerosas investigaciones empleando diferentes técnicas de tratamientos de residuos, con el objetivo de reducir el impacto que los mismos ocasionan en el entorno. Los materiales de descarte evaluados para obtener nuevos productos son entre otros vidrio de rezago, aisladores de porcelana eléctrica, cenizas originadas por la quema de carbón, residuos del proceso de obtención del cobre, neumáticos en desuso, lodos de los hornos de acería, desechos de procesos de biomasa, refractarios descartados, etc.

La industria de la construcción civil y las auxiliares de la construcción pueden constituir verdaderos receptores de residuos y subproductos, que al manejar grandes volúmenes de materiales, pueden incluir en sus composiciones importantes porcentajes de descartes.

La necesidad de adoptar políticas medioambientales en este sentido tiene el consenso social y político necesario, pero se debe contar además con conocimientos técnicos sólidos para afrontar estos graves problemas que el desarrollo económico “acumula” sin resolver. El continuar enterrando o acumulando a cielo abierto los residuos no debe convertirse en una herencia para las futuras generaciones, se vuelve necesario lograr un desarrollo sostenible en el tiempo.

El grupo de trabajo ha venido desarrollando intensivamente investigaciones sobre estas temáticas, lo que permite tener un conocimiento profundo de los procesos involucrados y de las técnicas de caracterización necesarias para establecer la factibilidad de uso de los productos obtenidos. Este proyecto surge del interés de los investigadores, y por la iniciativa de industrias que intentan aprovechar sus descartes para transformarlos en



productos útiles, minimizando el impacto que la acumulación de los mismos produce sobre el medio ambiente.

Son objetivos de este proyecto:

- ✓ Contribuir a las investigaciones sobre la temática ambiental y a su difusión en el medio.
- ✓ Determinar la influencia en la contaminación ambiental de diferentes actividades industriales.
- ✓ Generar utilidad para los desechos industriales.
- ✓ Colaborar con las industrias de la zona en la solución de problemas asociados al acopio de materiales de descarte.
- ✓ Formar recursos humanos capacitados en estas temáticas para realizar tareas de investigación científica.
- ✓ Transferir por distintos medios, los conocimientos y los resultados alcanzados.
- ✓ Evaluar la posibilidad de generación de puestos de trabajo a partir de la industria del reciclado.
- ✓ Posibilitar el desarrollo de emprendimientos productivos a partir de la utilización de los residuos permitiendo la diversificación de la economía de las regiones involucradas.
- ✓ Optimizar la relación Universidad-Comunidad-Empresa.

Finalmente, se tiene como uno de los objetivos principales la transferencia directa de los resultados al medio industrial que origina el residuo. En este sentido es importante destacar que ya se han firmado convenios de Cooperación Técnica con empresas que han acercado sus residuos para ser estudiados, como por ejemplo la Empresa de Servicios Mineros de la localidad de Río Turbio y la Empresa Central Térmica San Nicolás.

Los descartes utilizados como materia prima se analizan con técnicas tales como: distribución de tamaño de partículas, diseño de mezclas, composición química y morfología, comportamiento térmico (secado, sinterización, etc.), compatibilidad con otros materiales de mezclado, análisis estructural, etc.

Las propiedades de los materiales conformados en verde y sinterizados se estudian desde el punto de vista mecánico y estructural.

La caracterización de las materias primas y productos se realiza con las técnicas y ensayos habituales en este tipo de estudios: difracción de rayos X, microscopías óptica y electrónica, análisis químico por EDAX, microdureza Vickers, porosidad y densidad, comportamiento dilatométrico, resistencia a la compresión, succión capilar, adherencia con mezclas de asiento y de revestimiento, aparición de eflorescencias, conductividad térmica, entre otras.



## REFRACTARIOS

**Contacto:** Liliana Zamboni – E-mail: [lzamboni@frsn.utn.edu.ar](mailto:lzamboni@frsn.utn.edu.ar).

### **PROYECTO:** FENOMENOS INTERFACIALES A ALTAS TEMPERATURAS

Proyecto de Investigación y Desarrollo de la Universidad Tecnológica Nacional. PID N°: 25/NO18

Integrantes: Liliana Zamboni, Hugo López.

### RESUMEN

El proyecto abarca tres líneas de trabajo, cuyo eje temático es coincidente, pero los resultados buscados en cada caso difieren sustancialmente:

L1. Comportamiento de Hormigones BC y UBC frente a escorias fundidas.

L2. Comportamiento en uso siderúrgico de Refractarios MgO-C y MgO-C impregnados con alquitrán

L3. Variables que intervienen en el Efecto Marangoni sobre los revestimientos refractarios, su control y predeterminación.

En la línea L1 se busca explicar el comportamiento de los hormigones BC y UBC frente a escorias fundidas, el estudio se centra en la identificación de las transformaciones microestructurales que ocurren en la interfaz “revestimiento refractario – baño líquido” en función de los índices de basicidad de las escorias y las composiciones de los distintos hormigones a las temperaturas de uso industrial de los mismos.

En la línea L2, que profundiza los conocimientos ya adquiridos en proyectos anteriores, referente al comportamiento de los materiales refractarios de Magnesio-Carbón en su utilización en la industria siderúrgica, se pretende alcanzar una formulación de dichos materiales, que a través de la adición de grafito en sus distintas formas, alquitrán y/o granos de periclasa electrofundidos, confieran al material a utilizar las propiedades requeridas en el uso en zonas de revestimiento que son sometidas a distintos requerimientos (choques térmicos, compresión, tracción, impacto, abrasión, etc). De esta forma se podrán diseñar revestimientos balanceados que aumentarán considerablemente el rendimiento.

La línea L3 es novedosa, para lo que hasta el presente se ha trabajado en materiales de uso refractario, nos proponemos profundizar los conocimientos del contacto de fluidos de distintas viscosidades y distintas densidades, circulando a distintas velocidades, tendiendo a la comprensión de los efectos que los baños líquidos a altas temperaturas provocan en la fase líquida de los materiales refractarios, lo que provoca perfiles de desgaste que hasta el presente manifiestan formas curiosas pero no se ha podido establecer el porque. El “Efecto Marangoni”, producido en la interface entre fluidos, puede y debe ser analizado para el caso particular de la degradación sufrida por los materiales refractarios en contacto con escorias líquidas (como mayor agente agresivo) y con los metales fundidos.

La metodología de trabajo sigue tres etapas.



**(1)** La preparación de probetas de hormigones BC y UBC con aditivos que modifiquen sus propiedades frente a baños líquidos a altas temperaturas constituye la primera etapa de esta línea de trabajo, a la que siguen: ataque estático en horno eléctrico a 1650°C; corte, observación y medición de índices de penetración; preparación de probetas para observaciones microscópicas (ópticas y electrónicas); dilatometrías; análisis termogravimétrico y termodiferenciales de los materiales ensayados. Con los datos obtenidos se analizan los comportamientos en uso en función de las fases obtenidas y las propiedades modificadas. Los aditivos a utilizar son básicamente silíceos para la obtención de fase mullítica que mejore la resistencia a la corrosión y propiedades termomecánicas frente a los agentes agresivos.

**(2)** La utilización de distintos porcentajes de grafito y distintos tipos de alquitranes para la impregnación, modificando los factores de dilatación, resistencia a la penetración de las escorias y baños líquidos en la matriz de los ladrillos a elevadas temperaturas, la variación de las composiciones del material en función de las exigencias de cada zona a aplicar requiere la colaboración de empresas metalúrgicas que nos permitan aplicar los nuevos diseños estructurales para la comprobación de su rendimiento. La metodología a seguir contempla las siguientes fases: detección de las exigencias en cada zona de las cucharas de acería; formulación de materiales tendientes a compensar dichas exigencias; ensayos de corrosión a escala piloto y en operación; observación y medición de las mejoras logradas por aproximaciones sucesivas.

**(3)** Una primera etapa de actualización bibliográfica, donde la tarea fundamental reside en poder acceder a los últimos trabajos realizados. Se programa la realización de experiencias con fluidos de viscosidades diferentes predeterminadas, que tengan una exacta correlación con lo que ocurre a elevadas temperaturas en los procesos reales. La determinación de los perfiles en flujo laminar y turbulento nos permitirá acercarnos a la determinación de los esfuerzos que se desarrollan en la interfaz.

Se plantea la construcción de un equipo experimental con el objeto de registrar los perfiles estructurales de la interfaz con distintos gradientes de velocidad de los fluidos en contacto.

La posibilidad de obtener curvas representativas de los cambios operados y su reproducibilidad dará origen a un modelo matemático que interprete las características estructurales de la interfaz.