

**Tesista:** Ing. Sebastián Laino

Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional de Mar del Plata

Doctor en Ciencia de Materiales, Universidad Nacional de Mar del Plata

**Tema:** “Fundición nodular austemperada con carburos (CADI): estudio sobre su obtención y su resistencia a la abrasión”

**Director de Tesis:** Dr. Ricardo C. Dommarco

**Lugar de Trabajo:** Grupo Tribología – División Metalurgia, Facultad de Ingeniería – UNMDP, INTEMA – CONICET

**Fecha de Defensa:** 18 de marzo de 2009

**Jurados:** Dr. Roberto E. Boeri (INTEMA – CONICET)

Dra. Silvia Ceré (INTEMA – CONICET)

Dra. Elena Forlerer (CNEA – CAC)

### **Resumen de la tesis:**

Las fundiciones CADI (Carbodic ADI) son fundiciones nodulares austemperadas (ADI) que contienen carburos libres dispersos en la microestructura, compuesta por nódulos de grafito inmersos en una mezcla de ferrita y austenita (ausferrita). La presencia de una fase dura, como son los carburos, promueve un aumento en la resistencia a la abrasión, aunque también debe esperarse una disminución de la resistencia al impacto. Se considera que tanto las características de los carburos (fracción en volumen, morfología, tamaño, composición química, entre otras) como las de la ausferrita, pueden controlarse para obtener la combinación de propiedades mecánicas adecuada para cada aplicación. Resulta entonces que, en el desarrollo del CADI, se presenta el desafío de lograr un control de la microestructura, tal que permita obtener un balance óptimo entre ambas propiedades, teniendo en cuenta el tribosistema actuante.

El CADI es un material de reciente aparición en el mercado mundial, y la literatura disponible sólo brinda información acerca de ejemplos de aplicaciones particulares, como también datos sobre la respuesta frente a ensayos de desgaste por abrasión en laboratorio, sin hacer referencia a la tecnología o procedimiento utilizado para su obtención.

Existen varios procedimientos para promover la presencia de carburos en una fundición nodular, de los cuales en el presente trabajo se estudiaron tres: a) la aleación con elementos formadores de carburos (particularmente cromo), b) el empleo de composiciones hipoeutécticas (bajo contenido de grafitizantes), y c) el uso de altas velocidades de

solidificación. Todos estos procedimientos hacen que la solidificación se produzca parcialmente de acuerdo con el diagrama Fe-C metaestable.

Debe considerarse que, para producir CADI, es una condición necesaria que los carburos sean estables durante el tratamiento térmico, es decir, que no se disuelvan a la temperatura de austenizado. Se ha encontrado que esto se logra mediante la aleación de los carburos con cromo, debido al efecto de la microsegregación. Los otros dos procedimientos, utilizados por sí solos (es decir, sin utilizar elementos de aleación), generan carburos no aleados que se disuelven con cierta facilidad en el tratamiento térmico posterior.

Se efectuaron coladas con diversos contenidos de cromo, utilizando un modelo de placa con un enfriador de cobre en uno de sus extremos, que reproduce un amplio rango de velocidades de solidificación sobre la pieza. Se estudió la microestructura obtenida, y en particular se cuantificó el contenido de carburos. También se midió y se modeló la velocidad de enfriamiento, en función de la distancia al enfriador. Correlacionado ambos datos, se propuso un modelo matemático que permite estimar el contenido de carburos en una pieza cualquiera, si se conoce su velocidad de enfriamiento y su composición química.

Bajo las condiciones de abrasión impuestas en el laboratorio, la presencia de carburos permitió incrementar la resistencia al desgaste hasta un ~200 %, respecto del ADI empleado como material de referencia. Se observó que el contenido de carburos debe ser superior al ~10 % para promover un efecto de refuerzo considerable. Sin embargo, para estos contenidos de carburos la resistencia al impacto oscila entre los ~7 y ~11 J/cm<sup>2</sup> para probetas sin entalla, valores que resultan muy inferiores a los del ADI, pero superiores a los de otros materiales de elevada resistencia a la abrasión como las fundiciones blancas.

Para conocer la resistencia a la abrasión del CADI en tribosistemas de distinta severidad, se realizaron estudios de comportamiento en servicio de diversos elementos de máquina. Esto permitió observar que el CADI se comporta satisfactoriamente cuando la abrasión es de baja presión o severidad, como la impuesta en el ensayo de laboratorio. Sin embargo, la resistencia del CADI disminuye, respecto de la del ADI, para condiciones de abrasión de alta presión o severidad, donde el tamaño de los surcos es superior al de los carburos.

Las diferencias de comportamiento frente a distintas severidades de abrasión, fueron estudiadas mediante el análisis de las huellas de desgaste y mediante ensayos de rayado, permitiendo conocer cómo actúan los carburos en su interacción con una partícula abrasiva.