



## CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES ELASTOPLÁSTICAS A ESCALA MICROESTRUCTURAL EN FUNDICIÓN DE HIERRO CON GRAFITO ESFEROIDAL DE MATRIZ FERRÍTICA

Diego O. Fernandino<sup>\*</sup>, Adrián P. Cisilino, Roberto E. Boeri

*Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales, CONICET, Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional de Mar del Plata,  
Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Argentina.*

*\*Correo Electrónico (autor de contacto): [dfernandino@fi.mdp.edu.ar](mailto:dfernandino@fi.mdp.edu.ar)*

### RESUMEN

*La fundición de hierro con grafito esferoidal (FGE) de matriz ferrítica es un material compuesto por nódulos de grafito embebidos en una matriz metálica ferrítica, para la cual el total de las propiedades resultantes a nivel macroscópico podrían ser predichas mediante análisis micromecánico. Sin embargo, para llevar adelante este cálculo es necesario determinar con una adecuada precisión las propiedades mecánicas de los microconstituyentes como también evaluar las heterogeneidades presentes en el material. En este contexto, la aproximación habitual en FGE ferrítica es suponer la existencia de una matriz homogénea [1,2]. Sin embargo, la evidencia experimental muestra que la matriz presenta un alto grado de heterogeneidad producto de la microsegregación e impurezas presentes [3]. En consecuencia, como paso previo a cualquier análisis micromecánico, resulta necesario desarrollar un análisis experimental que permita identificar, evaluar y analizar la influencia de dichas heterogeneidades sobre las propiedades mecánicas a nivel microestructural.*

*En este trabajo se realiza la caracterización de las propiedades elasto-plásticas de las zonas microsegregadas de la matriz metálica en FGE de matriz ferrítica, en base a algoritmos de análisis inversos propuestos en la literatura [4]. Para ello, se identificaron las zonas microsegregadas mediante un ataque metalográfico con reactivo color y se utilizaron técnicas de nanoindentación, microscopía de fuerza atómica y modelado computacional. Como resultado, se observaron claras diferencias en el comportamiento elasto-plástico de las zonas microsegregadas. Esta información resultaría fundamental para desarrollar modelos micromecánicos adecuados que permitan reproducir la secuencia y ocurrencia de los mecanismos de daño operantes durante el proceso de fractura del material.*

### ABSTRACT

*Ferritic ductile cast iron (FDI) microstructure is composed by graphite nodules embedded in a ferritic matrix, typically obtained by an annealing heat treatment cycle consisting of an austenitizing stage followed by a slow cooling down to room temperature. The overall mechanical properties at the macroscale can be predicted by means of a micromechanical analysis. However, this requires to measure with reasonable accuracy the mechanical properties of the microconstituents and the heterogeneities that can be present in the material. In this context, it is usual to assume that the ferritic matrix is homogeneous [1,2]. However, the experimental evidence shows impurities and a high degree of heterogeneity, as a result of microsegregation during the solidification process [3]. Consequently, it is necessary to carry out experimental analysis that allows to evaluate such heterogeneities and to identify its influence on the mechanical properties at microstructural scale.*

*In this work, the characterization of the elastoplastic properties of microsegregated zones of the ferritic matrix in FDI is carried out. The analysis is carried out by applying inverse analysis algorithms proposed in*

*the literature [4]. The microsegregated zones are identified by using color etching. The methodologies involve nano-indentation and atomic force microscopy (AFM) techniques in combination with computational modelling. The results led to the quantification of the differences in mechanical properties along the metallic matrix as a result of the existing heterogeneities. This information is fundamental for the development of micromechanical models that allow to reproduce the sequence and occurrence of the damage micromechanisms during the fracture process.*

## **REFERENCIAS**

1. N. Bonora and A. Ruggiero, “Micromechanical modeling of ductile cast iron incorporating damage. Part I: Ferritic ductile cast iron”; *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 42 (2005), p. 1401–1424.
2. F. D. Carazo, S. M. Giusti, D. Boccardo and L. Godoy, “Effective properties of nodular cast-iron: A multi-scale computational approach”; *Computational Materials Science*, Vol. 82 (2014), p. 378-390.
3. G. Rivera, R. Boeri and J. Sikora, “Revealing and characterizing solidification structure of ductile cast iron”; *Material Science and Technology*, Vol. 18 (2002), p. 691-698.
4. M. Mata and J. Alcala, “Mechanical property evaluation through sharp indentations in elastoplastic and fully plastic contact regimes”; *Journal of Material Research*, Vol. 17 (2003), p. 1705-1709.

**TÓPICO DEL CONGRESO O SIMPOSIO:** *T19*

**PRESENTACIÓN (ORAL O PÓSTER):** *P (poster)*