

S.M

SAM CONAMET 2022

MAR DEL PLATA – 2 AL 6 DE MAYO 2022

TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE RAYOS X APLICADA AL ESTUDIO DE FUNDICIONES DE HIERRO CON GRAFITO ESFEROIDAL

F.V. Díaz^{(1,2)*}, M.E. Peralta⁽³⁾, D.O. Fernandino⁽⁴⁾, J.C. Toledo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería Electromecánica, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Acuña 49, Rafaela, Argentina

⁽²⁾ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

⁽³⁾ Departamento de Validación de Equipos y Componentes, Instituto Nacional de Tecnología Industrial-Centro Litoral, Ruta Nacional N° 34 km 227.6, Rafaela, Argentina

⁽⁴⁾ División Metalurgia-INTEMA, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET, Av. Colón 10850, Mar del Plata, Argentina

*Correo Electrónico: felipe.diaz@frra.utn.edu.ar

1. RESUMEN

La tomografía computada de rayos X (TC) es una técnica no-destructiva que permite, a partir de la generación de un número elevado de imágenes, reconstruir el interior de un sólido y, a la vez, obtener información digital acerca de sus heterogeneidades y de su geometría [1]. Actualmente, esta técnica permite llevar a cabo diferentes estudios de defectología, en los cuales, fisuras, discontinuidades, inclusiones, poros, pueden ser detectados y, además, cuantificados. Una de las ventajas que ofrece esta técnica es la posibilidad de realizar un análisis espacial sin contacto de la estructura interna de una componente o muestra con una resolución espacial que puede ser muy elevada para el caso de materiales de baja densidad y/o pequeño espesor.

Un sistema de TC consiste en una fuente de rayos X, una mesa porta muestra con diferentes grados de libertad (traslación y rotación), un detector y una unidad de procesamiento, visualización y análisis de los resultados obtenidos. En principio, este sistema crea imágenes proyectando un haz de fotones que interactúa con la muestra en diferentes posiciones angulares hasta que la misma completa una revolución. Parte de los fotones son absorbidos, parte dispersados y parte se transmiten a través de la muestra. Solo estos últimos llegan al detector, por lo tanto, la escala de grises 3D se vinculará numéricamente con la distribución de energía de los fotones al atravesar la muestra.

Por otra parte, la fundición de hierro con grafito esferoidal (FE), usada en la producción de componentes industriales de elevada tenacidad, es un material que brinda un amplio rango de propiedades mecánicas a partir de la modificación de su micro-estructura, la cual contiene nódulos de grafito inmersos en una matriz metálica. Dichas propiedades dependen fuertemente del tamaño, distribución y forma de estos nódulos. En los últimos años, la TC ha sido una importante herramienta no-destructiva para el estudio de los mismos. Cabe destacar que, a partir del pos-procesamiento de una imagen tomográfica 3D, es posible evaluar las características morfológicas de los nódulos y, además, el número de los mismos por unidad de volumen, la distribución del tamaño real, las distancias vecinas más cercanas y la estructura de distribución espacial.

A modo de ejemplo, este trabajo presenta el estudio de una región de interés (2.6 x 2.1 x 0.5 mm) de una muestra de FE, la cual contiene más de 9000 nódulos. El tamaño de voxel fue de 7 μm , con una

magnificación de 27x y una incertidumbre expandida de $\pm 5.8 \mu\text{m}$. Los experimentos de TC se realizaron en un equipo Phoenix V |tome| x S 240 (General Electric), y el pos-procesamiento de las imágenes obtenidas, se llevó a cabo usando VGSTUDIO MAX 3.0 (versión 3.0, Volume Graphics, Heidelberg, Germany) [2], el cual es un software para el análisis y visualización de datos de TC. Dicho software permitió el diseño de una estrategia para evaluar la calidad de los nódulos, y su distribución, a partir de los valores de esfericidad (S_G) y compacidad (C) [3] que alcanzan cada uno de ellos.

El análisis de las distribuciones de conteo nodular en función de los valores de S_G y C , permitió proponer 3 subpoblaciones de nódulos: A_1 , A_2 y A_3 , las cuales representarían categorías de calidad nodular alta, media y baja, respectivamente. Luego, esta clasificación fue corroborada por la morfología y distribución espacial que muestran dichos nódulos en las imágenes pos-procesadas, las cuales se muestran en la Fig. 1.

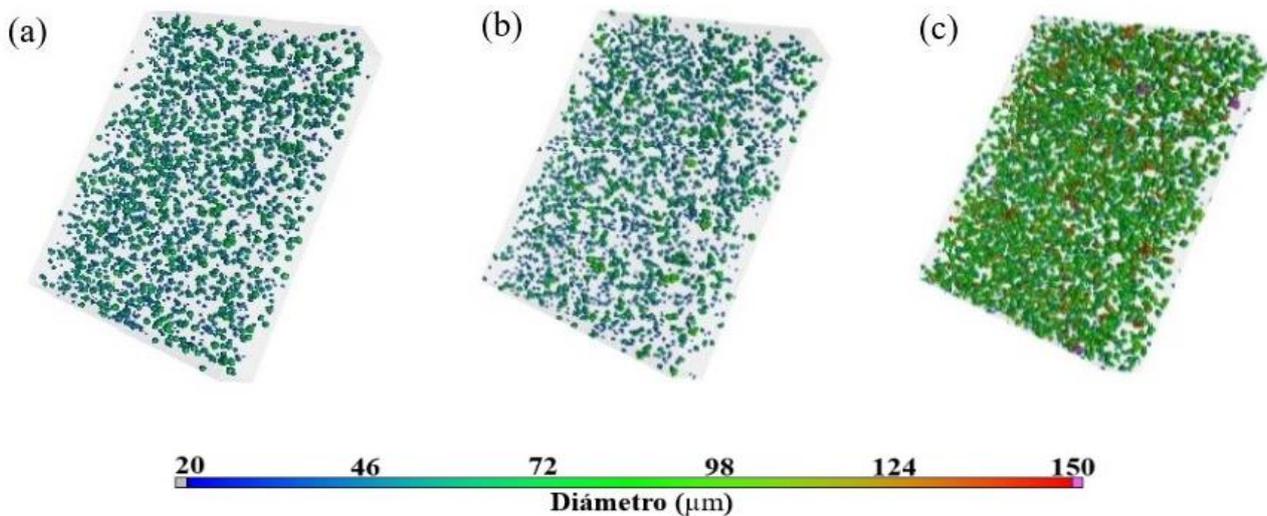


Figura 1. Distribución espacial de los nódulos de las subpoblaciones (a) A_1 , (b) A_2 y (c) A_3 . El tamaño de cada volumen mostrado es 2.6 x 2.1 x 0.5 mm

Una evaluación exhaustiva de los datos obtenidos permitió detectar un elevado nivel de simetría entre las distribuciones de conteo nodular en función de S_G y diámetro nodular, tanto para las diferentes subpoblaciones como para la población total.

Finalmente, el análisis exhaustivo de las distribuciones de conteo nodular en función de S_G y C de las subpoblaciones propuestas permitió obtener un valor umbral para S_G (65%), el cual permitió a su vez clasificar a los nódulos de calidad más elevada, evaluar su morfología y, además, su distribución espacial.

2. REFERENCIAS

1. De Chiffre, L., Carmignato, S., Kruth, J.P., Schmitt, R. and Weckenmann, A., Industrial applications of computed tomography. CIRP Annals, 2014. 63(2): p. 655-677.
2. Volume graphics. Available online: <https://www.volumegraphics.com/en/products/vgstudio-max.html>. Accessed 10 February 2022.
3. Díaz, F.V., Peralta M.E. and Fernandino D.O., Study of sphericity and compactness parameters in spheroidal graphite iron using X-ray micro-computed tomography and image processing. Journal of Nondestructive Evaluation, 2021. 40(11): p. 1-10.

3. TOPICO:

SAM: 16. Caracterización de materiales por métodos ópticos, acústicos y otros

4. TIPO DE PRESENTACIÓN SOLICITADA: P (poster)