



## ESTUDIO DE PRECIPITADOS EN INCONEL X750

Marcela Miyagusuku (1), Patricia Bozzano (2), Ramón Castillo Guerra (3), Juan Ramos Nervi (4), Carlos Antonaccio (5)

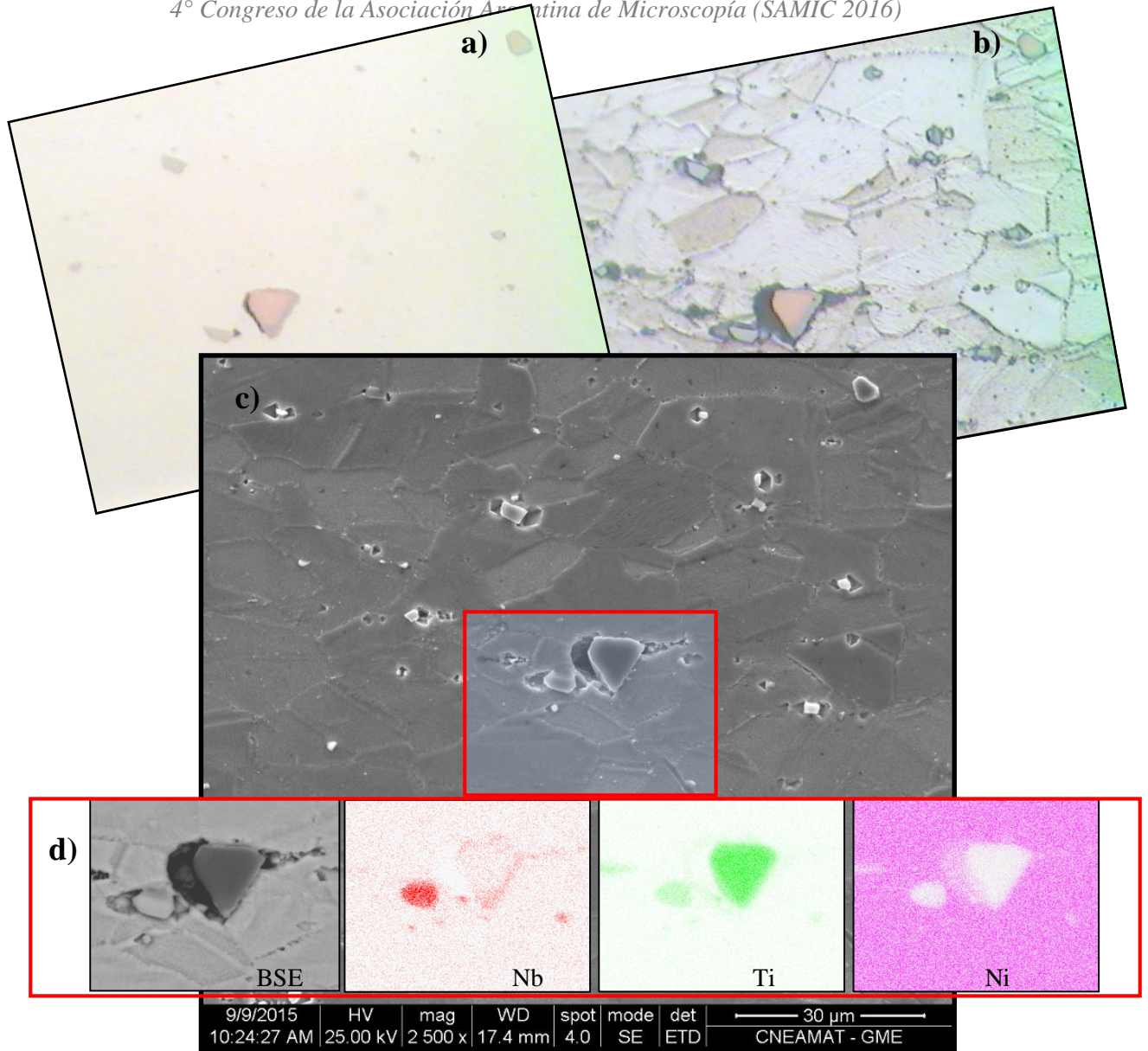
(1), (2), (3) Gcia. Materiales, CNEA. Instituto Sabato, UNSAM / CNEA, Buenos Aires, Argentina. (4), (5) Depto. de Mecánica, G.I., Nucleoeléctrica Argentina S.A., Arribeños 3619, Ciudad Autónoma de Buenos Aires C1429BKQ, Argentina.

Email: miyagusu@cnea.gov.ar

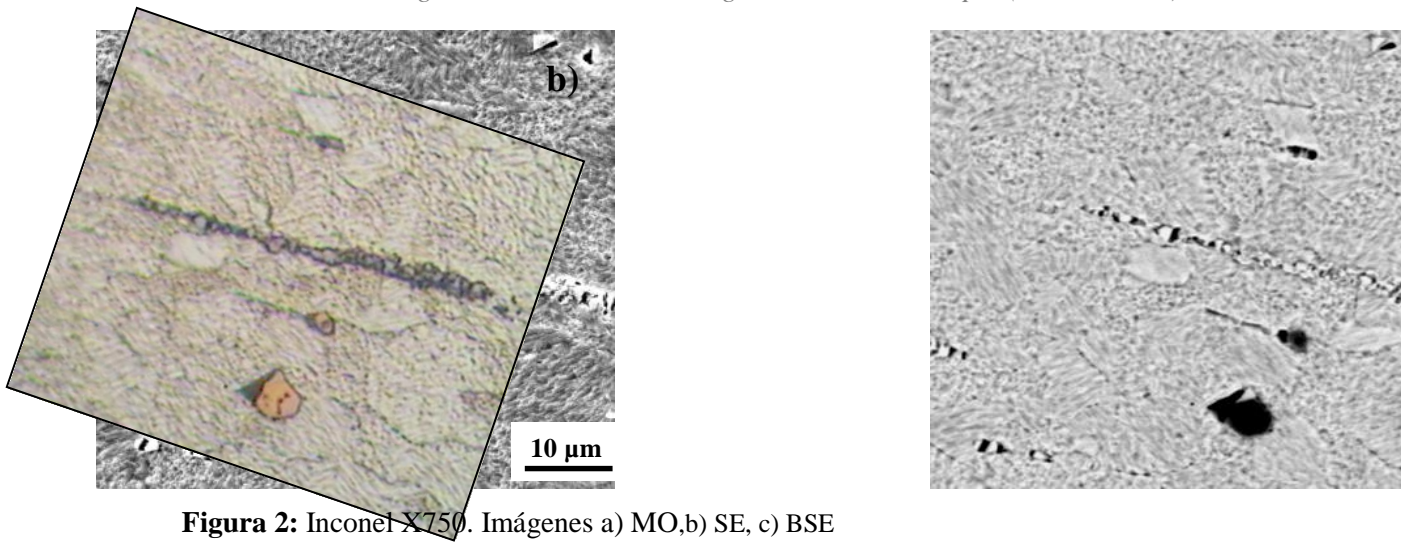
En este trabajo se realiza una caracterización microestructural inicial de los anillos de INCONEL X-750 que separan el tubo de presión del tubo de calandria en reactores tipo CANDU. Durante su servicio, los mismos estarán expuestos a altas temperaturas (hasta 300°C) y a irradiación por neutrones rápidos y térmicos. El Inconel X750 es una aleación que contiene Ni (70% mín), Cr (14-17%), Fe (5-9%) y en menores cantidades Ti (2,25-3,75%), Nb(0,7-1,2%) y Al (0,4-1,0%)[1]. El estudio se llevó a cabo utilizando las técnicas de microscopía óptica (MO) y electrónica de barrido (MEB) y microanálisis por energía dispersiva de rayos X (EDS). Las muestras se incluyeron en resina conductora (PolyFast), se pulieron con papel de SiC, y se terminaron con pulido de diamante de 6µm y 1µm. Se observaron en el MO y luego se realizó un ataque químico con el reactivo Kalling 2 (CuCl<sub>2</sub> en HCl y etanol) para el revelado de la microestructura y el estudio de los precipitados. Este trabajo permitió identificar al menos tres poblaciones de precipitados de diferentes tamaños, cuya composición elemental fue analizada por EDS. Los precipitados de mayor tamaño (decenas de µm) de color rosa en las imágenes de MO, contienen Ti como elemento mayoritario, mientras de las partículas de menor tamaño (del orden del µm), que en algunos casos se encuentran alineadas, contienen Ti y Nb simultáneamente como elementos mayoritarios en diferentes proporciones. Los precipitados submicrónicos, que se encuentran en bordes de grano, podrán ser analizados por microscopía electrónica de transmisión, ya que por el escaso tamaño, se requiere un menor volumen de análisis para así evitarla interferencia de la matriz de la aleación. La Figura 1 muestra la microestructura encontrada del Inconel X750. Las imágenes obtenidas por MO antes y después del ataque químico (Figuras a y b respectivamente) muestran la efectividad del mismo. La misma zona de la muestra fue registrada con electrones secundarios (SE) en la Figura c y analizada por EDS. El análisis elemental nos permitió además determinar la distribución de los elementos. En la Figura d se muestra la distribución del Nb, Ti y Ni y se incluye también la imagen de la zona de mapeado de elementos, obtenida con electrones retrodifundidos (BSE). En particular, el análisis del precipitado triangular ubicado en el centro, permite afirmar que el mismo contiene Ti principalmente y presenta Nb y Ti simultáneamente en una franja lateral, coincidente con la franja color gris de la imagen de MO correspondiente. A la izquierda de la partícula central se detecta otra partícula cristalina de menor tamaño más enriquecida en Nb, que se observa con mayor brillo en la imagen BSE, acorde con la presencia de un elemento de mayor peso atómico como el Nb respecto del resto de los elementos presentes en la aleación y también en concordancia con el color gris observado en la imagen de MO. La Figura 2 corresponde a otra muestra de un anillo del mismo material. Las figuras a (MO), b (SE) y c (BSE) repiten las características de color y brillo mencionados anteriormente: precipitados color rosa/naranja por la presencia de Ti y gris para la presencia adicional de Nb, mientras que los precipitados más oscuros corresponden a la presencia de Ti y los más claros a la presencia adicional de Nb. En particular, en esta muestra se encontraron gran cantidad de precipitados alineados en diferentes sectores de la misma. Esta primera etapa del trabajo nos provee de una valiosa información acerca de los tamaños y composición de los precipitados y la confirmación de que las tres técnicas utilizadas que se complementan perfectamente. Con estos resultados es posible obtener rápidamente información por MO, acerca de la distribución y composición de los precipitados de mayor tamaño, que puedan ser observados a bajas magnificaciones (menores a 1000X).

## REFERENCIAS

[1] <http://www.specialmetals.com/assets/documents/pcc-8064-sm-alloy-handbook-v04.pdf>. SpecialMetalsCompany- 2015 .



**Figura 1:** Inconel X750. a) y b) Imágenes de MO antes y después del ataque químico, c) SE, d) BSE y mapas de distribución del Nb, Ti y Ni.



**Figura 2:** Inconel X750. Imágenes a) MO, b) SE, c) BSE