

# ESTUDIO DE SUPERFICIE DE $\alpha$ - FE Y ACEROS INOXIDABLES IMPLANTADOS CON $^{12}\text{C}$

A. Filevich

TANDAR, Comisión Nacional de Energía Atómica.

E. D. Cabanillas\*, R. Versaci

Departamento Materiales, Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. Libertador 8250, 1429 Buenos Aires

R. C. Mercader

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata

Se han implantado iones  $^{12}\text{C}$  con una energía de 180 keV y una dosis del orden de  $10^{17}$  at/cm<sup>2</sup> en  $\alpha$ -Fe y en aceros inoxidable AISI 304 y 316 en distintas fases en equilibrio. Se estudian las modificaciones superficiales que tienen lugar atendiendo a sus anteriores estados cristalinos. Se observaron cambios importantes en las superficies de las muestras implantadas tales como la formación de ampollas (blisters), escamas (flakes), y ataque preferencial producidos por el impacto de los iones sobre la superficie. Se relacionan las modificaciones superficiales con las estructuras cristalinas de las muestras previas a la implantación.

## INTRODUCCION

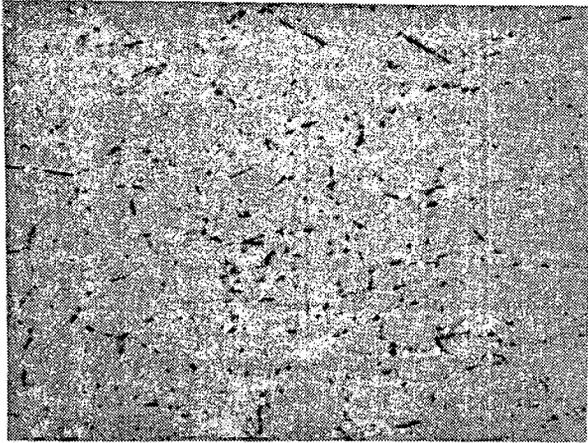
Los aceros inoxidable de la serie 300 son de amplia utilidad tecnológica y presentan así mismo propiedades cuyo comportamiento desde el punto de vista básico no está totalmente comprendido, en especial el mecanismo de la transformación de fase austenita-martensita ( $\Gamma$ ,  $\alpha'$ ). Con la implantación de iones en metales es posible modificar algunas de sus propiedades<sup>1,2</sup>. El estudio de los cambios en la superficie de estos metales implantados contribuye a la comprensión de las transformaciones de fase. En este trabajo se presentan las modificaciones superficiales que resultan de la implantación de iones  $^{12}\text{C}$  monoenergéticos en sistemas complejos como los aceros inoxidable sobre muestras en fase austenítica y muestras en fase martensítica, como así también en un sistema simple como el  $\alpha$ -Fe. Estudios semejantes se han realizado sobre Al implantado con  $^3\text{He}$ .

## PARTE EXPERIMENTAL

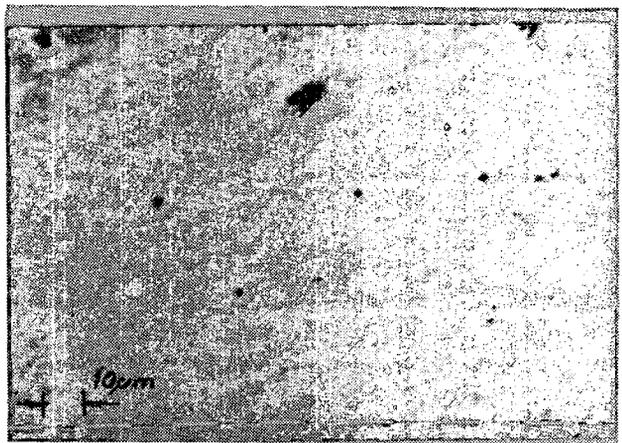
Las muestras de acero inoxidable fueron obtenidas laminando en frío chapas de espesor de 8 mm. hasta llegar hasta 0.5 mm., consiguiéndose así una estructura mayoritariamente martensítica por deformación plástica. Las muestras de estructura austenítica se lograron por recocido a 1050° C du-

rante 30 min. en vacío y enfriado lento. Las muestras de  $\alpha$ -Fe se obtuvieron de un trozo de Fe Armco laminado. Las probetas a implantar fueron pulidas electroquímicamente con Butilcellosolve 90% y ácido perclórico a 5° C y 35 volts entre la muestra (ánodo) y cátodo. La implantación se realizó sobre muestras no atacadas metalográficamente utilizando un haz de  $^{12}\text{C}$  proveniente del inyector del acelerador TANDAR. Se usó la fuente de iones de sputtering con haz de Cs, extrayendo átomos de C que fueron analizados por un imán deflector de 90° a fin de obtener solamente  $^{12}\text{C}$ , los cuales se aceleran posteriormente hasta una energía de 180 keV. Las muestras se instalaron en un portablancos de forma hexagonal con capacidad para 12 blancos, y para definir una zona de irradiación libre de halo se centró al portablancos dentro de un tubo de Al de pared gruesa con agujeros de 20 mm. enfrentados que sirvieron de colimador. La corriente de iones fue medida usando dos jaulas de Faraday ubicadas a 2 m. por encima y 2 m. por debajo del blanco. Una excelente concordancia entre las medidas obtenidas por ambas jaulas fue observada, asegurándose que todo el haz pasara por los agujeros del colimador. El vacío durante la implantación se mantuvo entre  $10^{-7}$  y  $10^{-8}$  Torr usando bombas iónicas y de sublimación de Ti, que aseguran un gran vacío con un alto grado de limpieza. Las muestras implantadas fueron luego observadas por microscopía electrónica de barrido (SEM). Las corriente de implantación, tiempos y dosis se resumen en la tabla 1. El incremento de temperatura durante la implantación no superó los 100° C.

\* Investigador CONICET



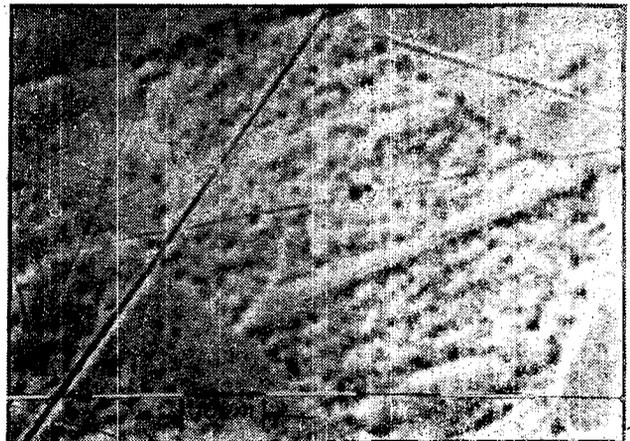
**Figura 1: 304 Martensítico. X 100**



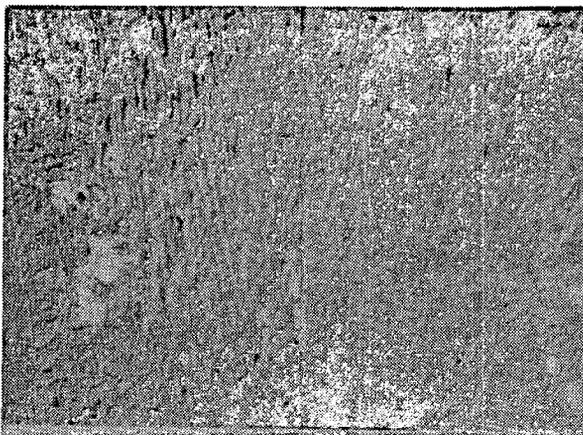
**Figura 2: 304 Martensítico implantado.**



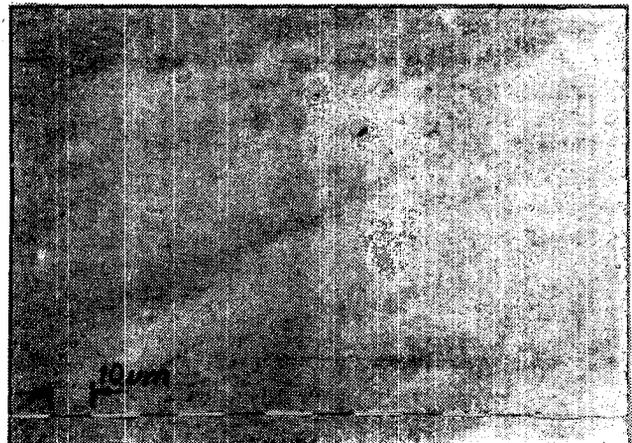
**Figura 3: 304 Austenítico. X 100**



**Figura 4: 304 Austenítico implantado.**



**Figura 5: 316 Martensítico. X 500**



**Figura 6: 316 Martensítico implantado.**

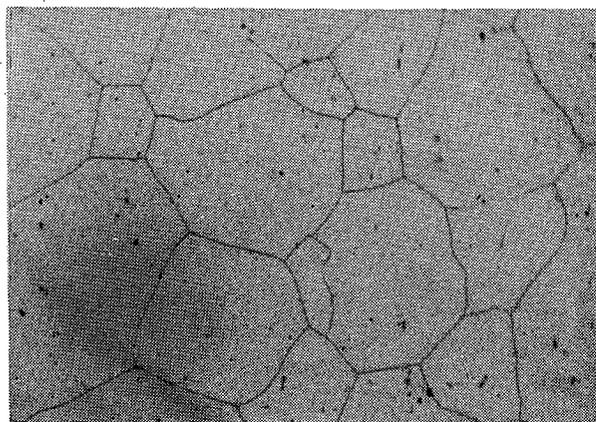


Figura 7: 316 Austenítico X 500.

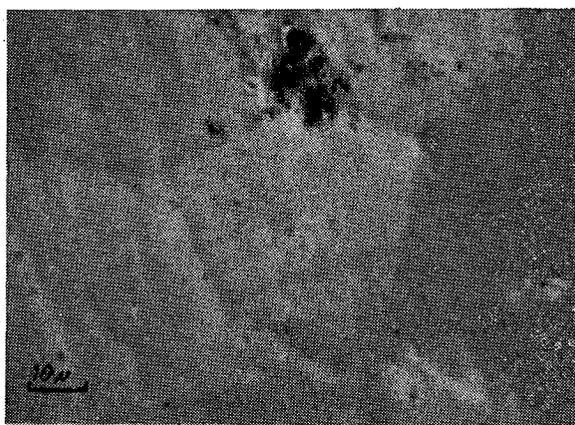


Figura 8: 316 Austenítico implantado.



Figura 9: a - Fe. X 100

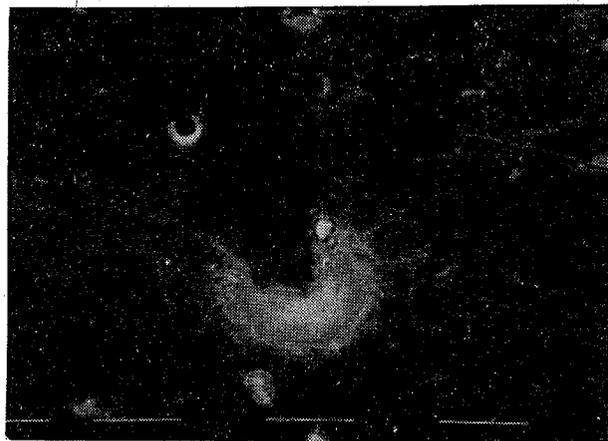


Figura 10: a - Fe implantado.

Tabla 1.

	Energía keV	Corriente $\mu\text{A}$	Tiempo s	Area Imp. $\text{cm}^2$	Dosis $10^{17} \text{ At} / \text{cm}^2$
304 Aust	180	6.9	14760	2.6	2.45
Mart	180	6.9	14580	3.6	1.77
316 Aust	180	6.9	12480	2.7	1.98
Mart	180	6.9	14760	3.1	2.06
$\alpha$ - Fe	185	3.3	42306	3.5	8.9

## RESULTADOS

Las Figuras 1, 3, 5, 7 y 9 son metalografías de los materiales antes de la implantación, se revelan en ellas las características propias de estos materiales y de sus respectivos tratamientos térmicos y de

deformación. Las figuras pares son fotos de microscopía electrónica de barrido de los mismos materiales implantados con  $^{12}\text{C}$  sin ataque metalográfico. Las muestras antes del implante fueron también observadas por SEM y no se distinguió más que sus superficies pulidas sin otro detalle.

La Fig. 1, de un acero inoxidable 304 martensítico, muestra granos alargados por la deformación previa, con láminas de martensita y carburos tanto en bordes de grano como en matriz. En la Fig. 2, del mismo material pero implantado, aparece un grano alargado no bien destacado por el implante, la superficie es regularmente poceada, con agujeros que presumiblemente fueran lugares ocupados por carburos, los que no fueron observados luego del implante. La Fig. 3 corresponde a un 304 austenítico, con granos crecidos por el recocido, maclas y carburos, (puntos negros de la foto). La Fig. 4 es del 304 austenítico pero implantado, obsérvese el grano revelado por un ataque tanto en su interior como en su borde y una macla no atacada. La Fig. 5 es una foto del 316 de estructura martensítica con carburos. La Fig. 6 muestra el mismo material con borde de grano no bien destacado; la superficie presenta una menor densidad de agujeros. La Fig. 7 es un 316 recocido, aparecen granos crecidos, carburos principalmente en matriz y maclas. La Fig. 8 es del 316 austenitizado implantado; se observa borde de grano atacado y una macla. Existen pozos donde seguramente se ubican carburos. La Fig. 9 es de  $\alpha$  - Fe de granos deformados y abundantes carburos. La Fig. 10 muestra una escama, agujero

ros y ataque preferencial del material implantado.

## CONCLUSIONES

La implantación de iones realizada produce en los aceros inoxidable un revelado de estructura como si se tratara de un ataque químico preferencial, en mayor grado en las muestras austeníticas. No se puede afirmar que con el implante iónico se revelen carburos, sólo se ha visto el lugar que presumiblemente ocuparan.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de metalografía del Departamento Materiales CAC y del TANDAR de CNEA por su valiosa colaboración.

## BIBLIOGRAFIA

1. H. Herman. Nuclear Instruments Methods 182/183 (1981) 887.
2. A. D. Pogrebniak y otros. Phys. Letters A 123, 8 (1987) 410.
3. T. Fukahori y otros Nuclear Instruments in Physics Research, B 36 (1989) 312.