



Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Lomas de Zamora

# Aplicaciones de recargues de modernos aceros inoxidables

- Desarrollados en los comienzos de la primer guerra mundial
- Fórmula correcta para su aleación en el Hierro (Fe) en aproximadamente un 70% y un 30% de otros elementos
- El elemento principal es el cromo (Cr)
  - Genera una película pasiva
  - Oxido de Cr
  - Delgada y transparente
  - Impermeable e insoluble
  - Auto-regenerada
- Característica principal: Resistencia a la corrosión



➤ 5 familias:

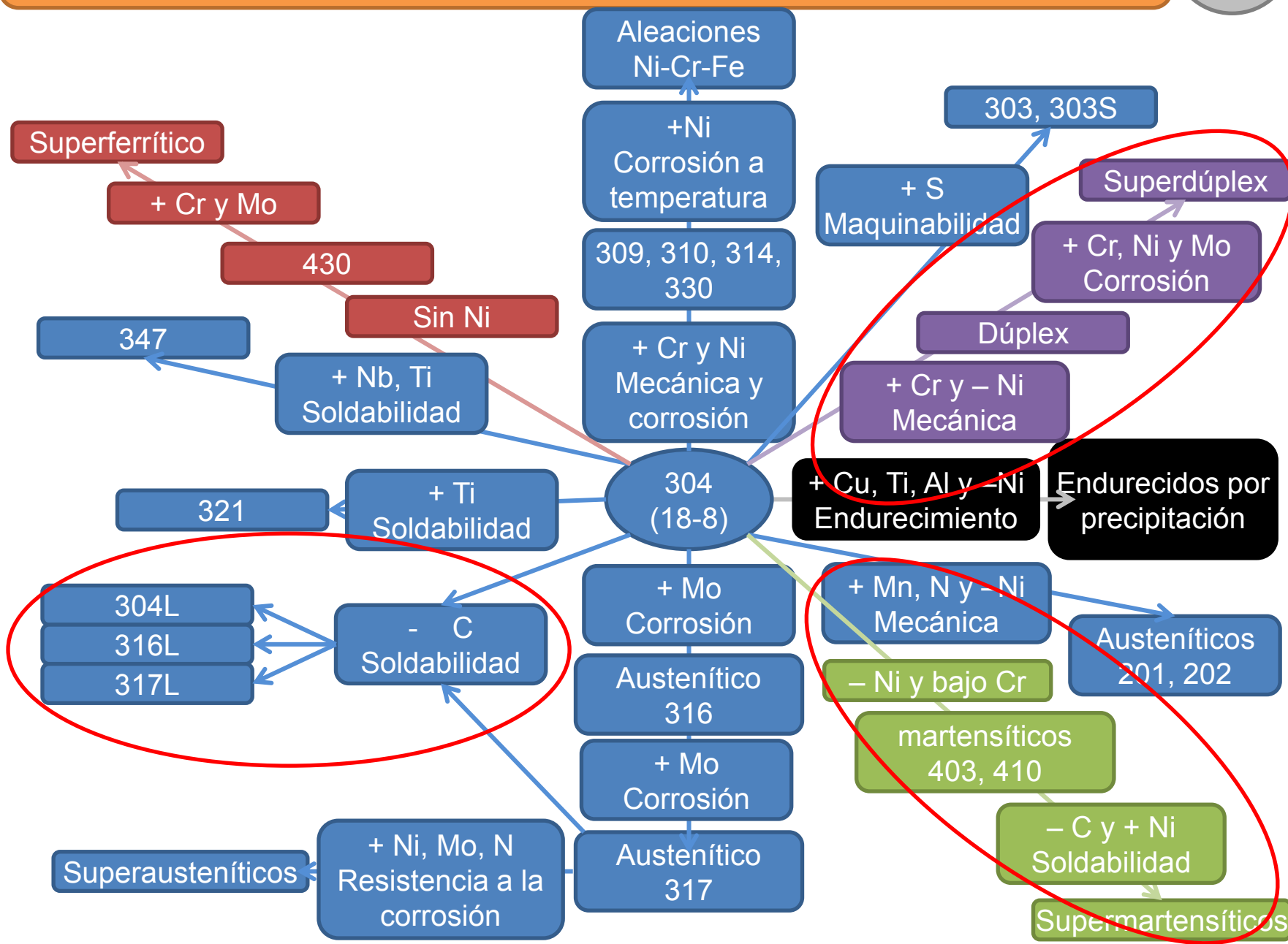
Llamados así por las particularidades estructuras cristalinas

Llamados así por el tipo de tratamiento térmico empleado



# ACEROS INOXIDABLES: Familias

03



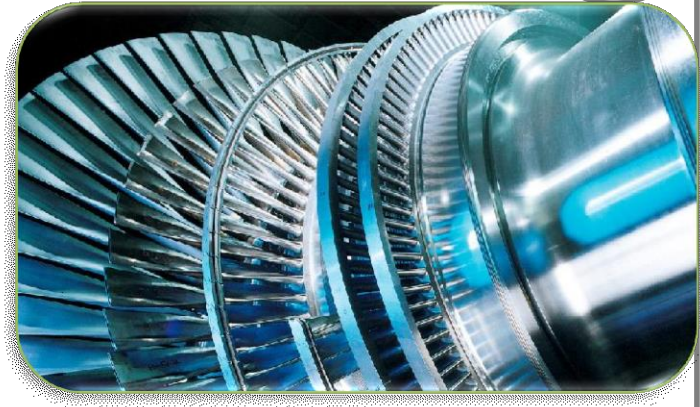
Aplicaciones de recargues de modernos aceros inoxidables



- Serie 200 y 300 (AISI)
- Cr entre 16 a 26%
- C inferior al 0.1% con Ni, Mn y N
- Aplicaciones generales:
  - Industria química
  - Industria petroquímica
  - Industria alimenticia
- Características principales:
  - Excelente resistencia a la corrosión
  - Endurecidos por trabajo en frío
  - Excelente soldabilidad
  - Fácil conformado
  - Buenas propiedades a bajas temperaturas
  - No son magnéticos



- Serie 400 (AISI)
- Cr entre 11 a 30%
- C inferior al 0.08%
- Aplicaciones generales:
  - Industria doméstica
  - Industria automovilística
  - Electrodomésticos
- Características principales:
  - Buena resistencia a la corrosión y oxidación
  - No pueden templarse con tratamiento térmico
  - Buenas características mecánicas y ductilidad
  - Las propiedades mecánicas disminuyen a bajas temperaturas (inferiores al ambiente)
  - Sólo pueden endurecerse por deformación en frío
  - Baja soldabilidad
  - Son magnéticos

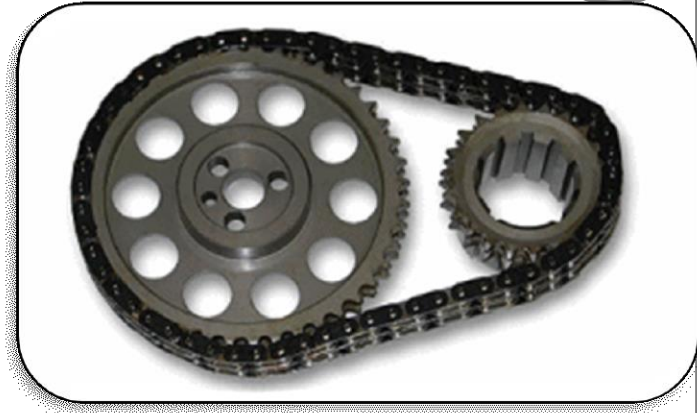


- Serie 400 (AISI)
- Cr entre 10,5 a 18%
- C inferior al 1.2%
- Aplicaciones generales:
  - Herramientas de corte
  - Turbinas de vapor y gas
  - Elementos quirurgicos
- Características principales:
  - Moderada resistencia a la corrosión
  - Endurecibles por tratamiento
  - Pobre soldabilidad
  - Son magnéticos

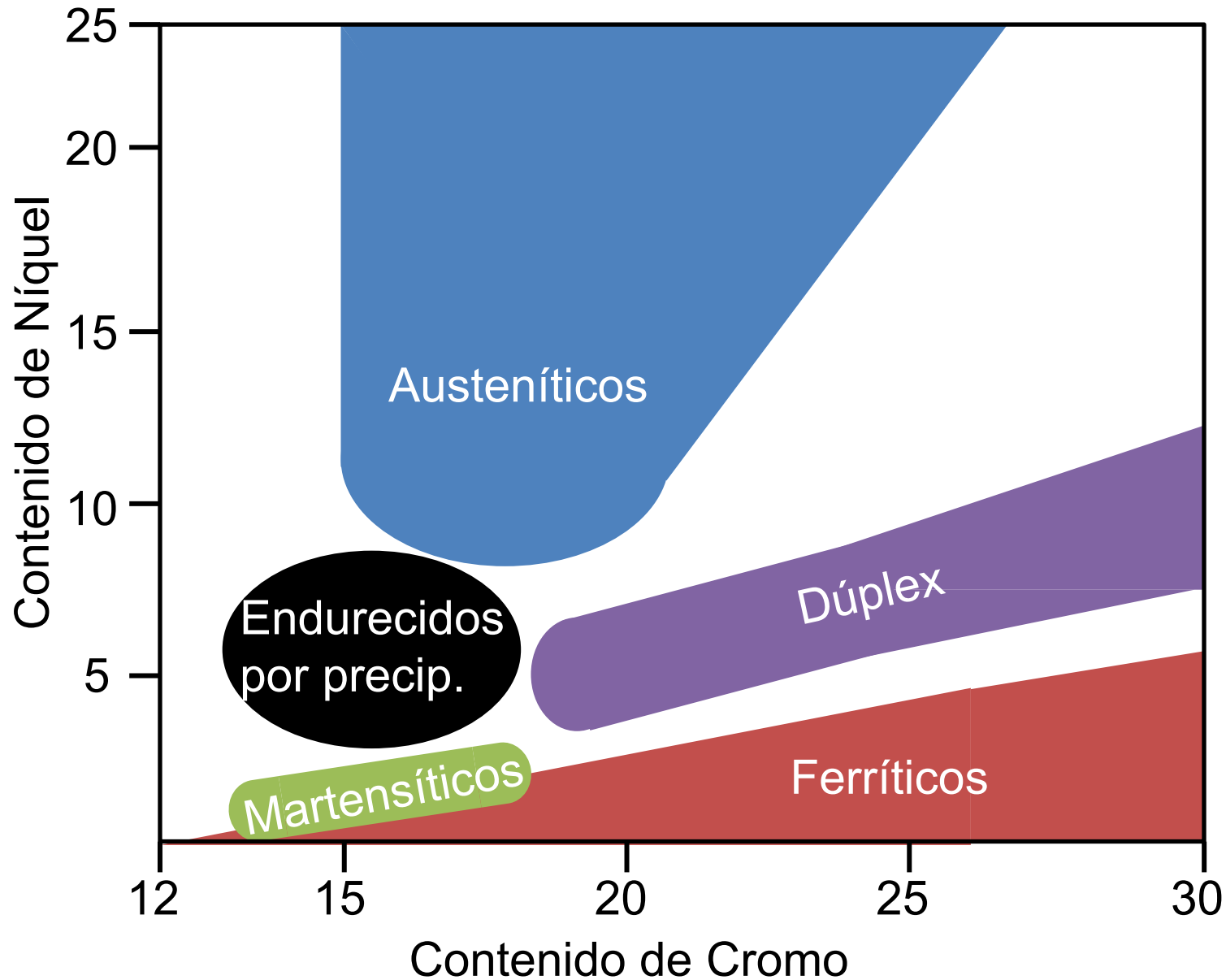


- Cr entre 18 a 28%
- C inferior al 1.2%
- Aplicaciones generales:
  - Intercambiadores de calor
  - Conducción de fluidos corrosivos
  - Plataformas offshore
- Características principales:
  - Microestructura: ferrita y austenita
  - Buena resistencia a la corrosión
  - Buenas propiedades mecánicas
  - No pueden ser endurecidos por tratamientos térmicos
  - Endurecibles por deformación plástica en frío
  - Buena soldabilidad
  - Son semi-magnéticos





- Cr entre 10,5 a 18%
- Bajo contenido de C
- Aleados con Ni, Al, Cu, Mo, Nb, Ti
- Aplicaciones generales:
  - Cadenas
  - Piezas de engranajes
  - Engranajes
- Características principales:
  - Aceros patentados
  - Identificados según fabricante
  - Pueden ser austeníticos o martensíticos
  - Moderada resistencia a la corrosión
  - Altas propiedades mecánicas
  - Endurecidos por tratamientos térmicos
  - Pueden ser magnéticos



AUSTENÍTICOS

Austeníticos clásicos

Austeníticos bajo C

Súper austeníticos

MARTENSÍTICOS

Martensíticos clásicos

Soft Martensíticos

Súper martensíticos

DÚPLEX

Dúplex clásicos

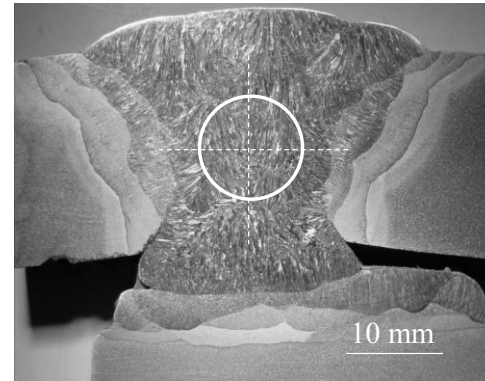
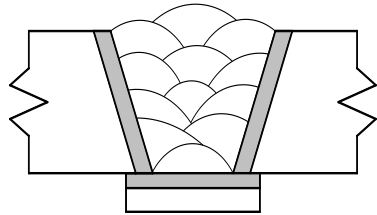
Súper dúplex

Lean dúplex

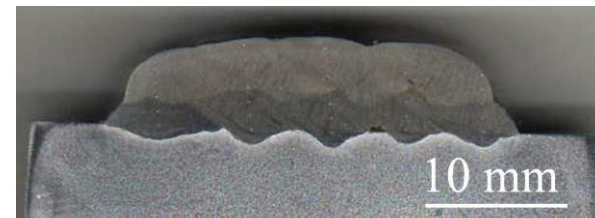
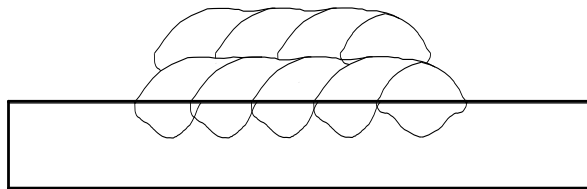
➤ Desde el punto de vista metalúrgico, la soldadura se puede abordar de tres formas:

- **Consumible**

- Metal de aporte puro

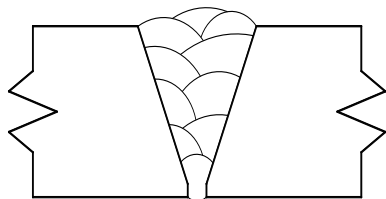


- Recargue

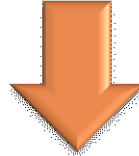


- **Componente soldado**

- Junta soldada

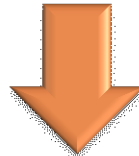


**Estudiar y entender los fenómenos que controlan:**



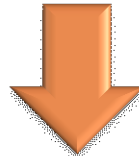
**Variables del proceso de soldadura**

(gas de protección, calor aportado y tratamiento térmico post soldadura)



**Macro/micro estructura**

(composición química, modo de solidificación y transformaciones de fase)



**Propiedades**

(soldabilidad del consumible, tracción, tenacidad, corrosión y daño por hidrógeno, resistencia al desgaste)

- Precipitación de compuestos intermetálicos, fase sigma

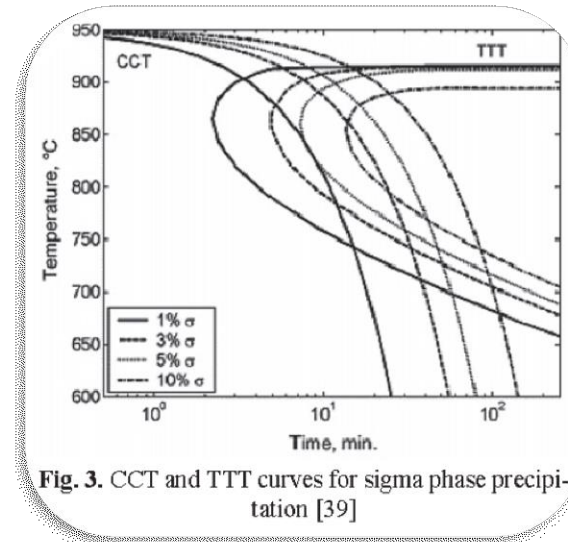
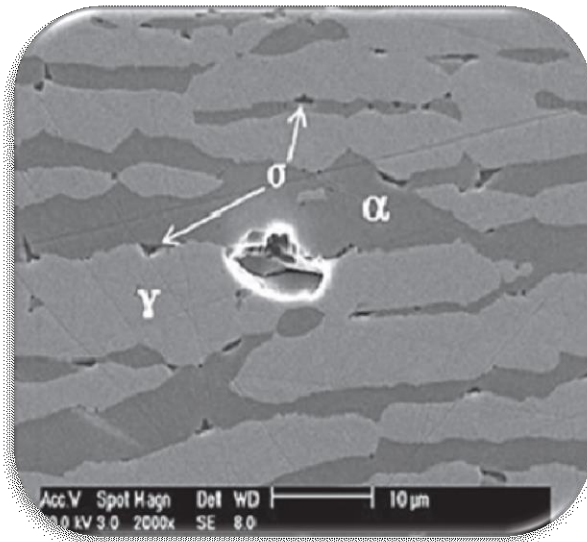


Fig. 3. CCT and TTT curves for sigma phase precipitation [39]

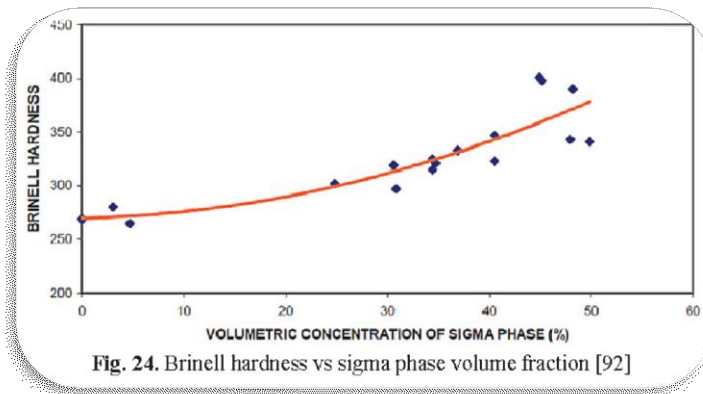


Fig. 24. Brinell hardness vs sigma phase volume fraction [92]

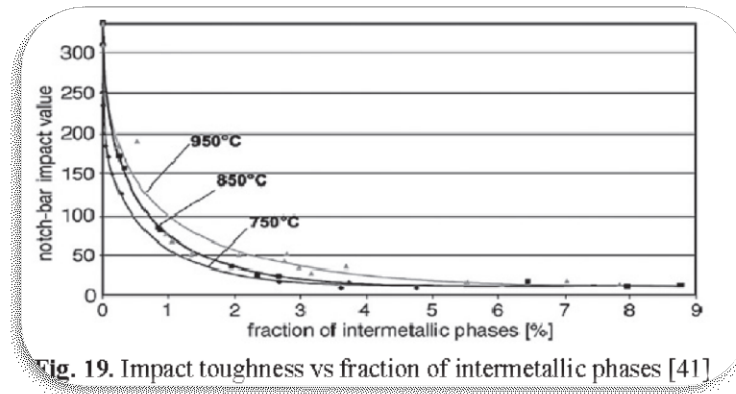


Fig. 19. Impact toughness vs fraction of intermetallic phases [41]

Paulraj, P. and R. Garg, *EFFECT OF INTERMETALLIC PHASES ON CORROSION BEHAVIOR AND MECHANICAL PROPERTIES OF DUPLEX STAINLESS STEEL AND SUPER-DUPLEX STAINLESS STEEL*. Advances in Science and Technology - Research Journal, 2015. **9**(27): p. 87 - 105.

- Equilibrio microestructural (ferrita y austenita)

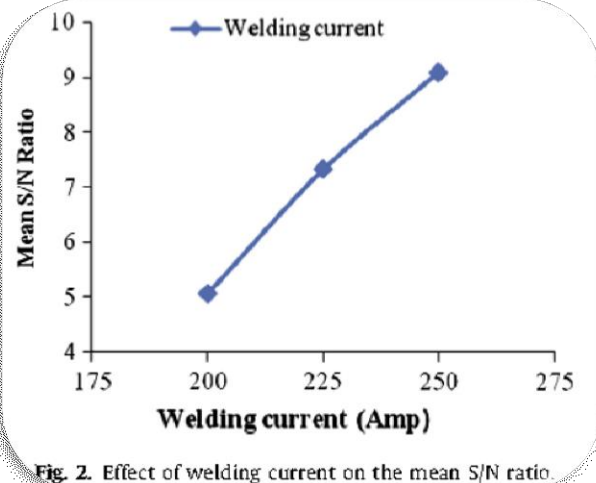
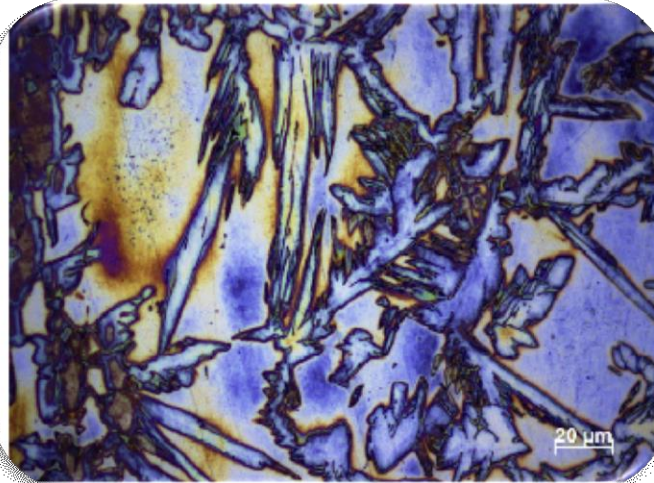
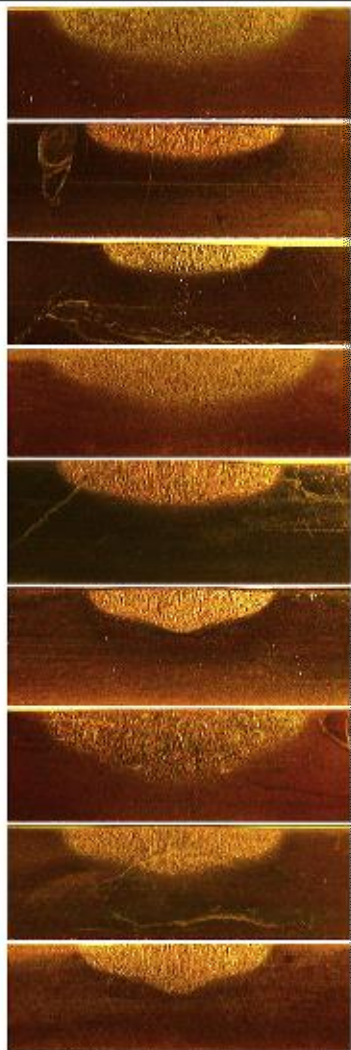


Fig. 2. Effect of welding current on the mean S/N ratio.

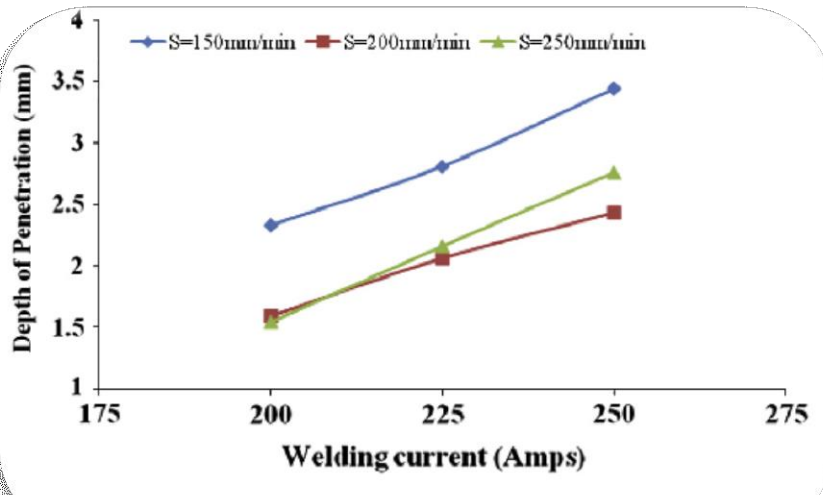
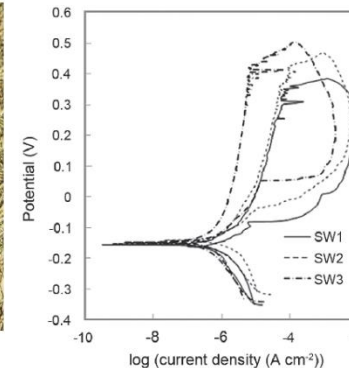
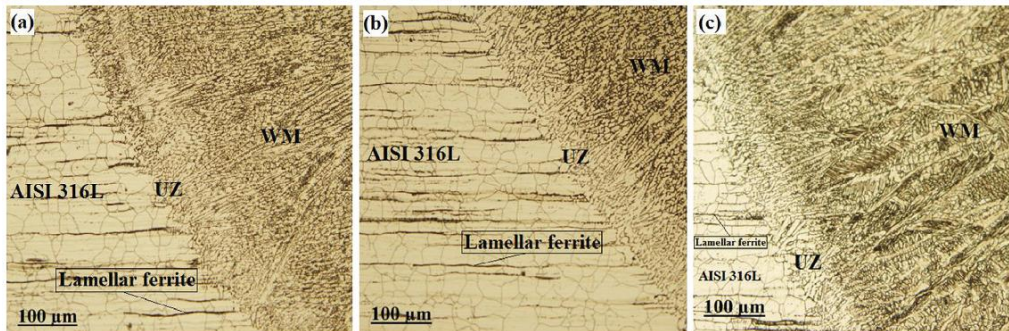
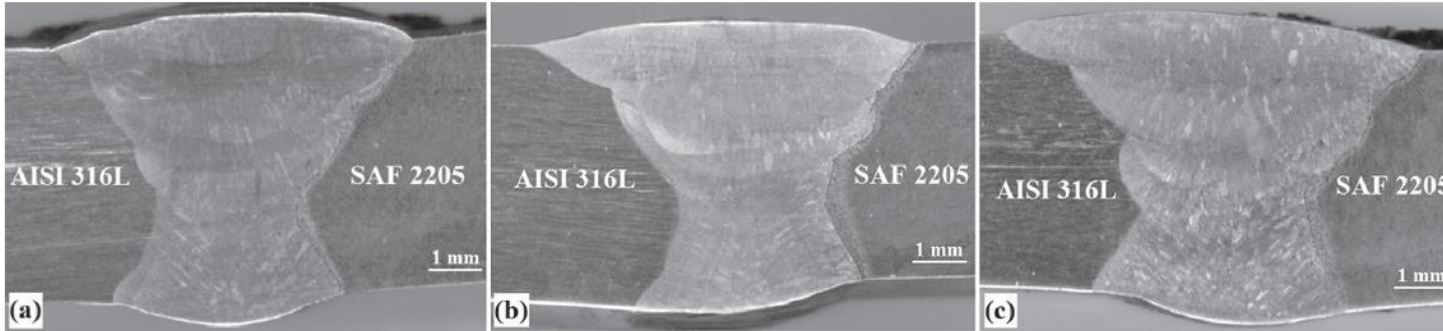


Fig. 5. Effect of welding current and speed on the depth of penetration

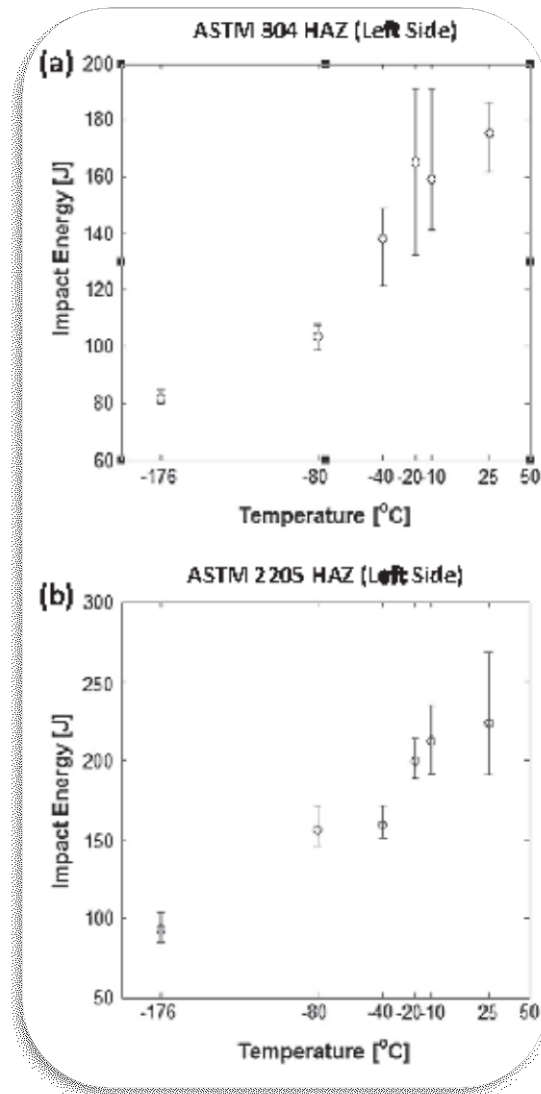
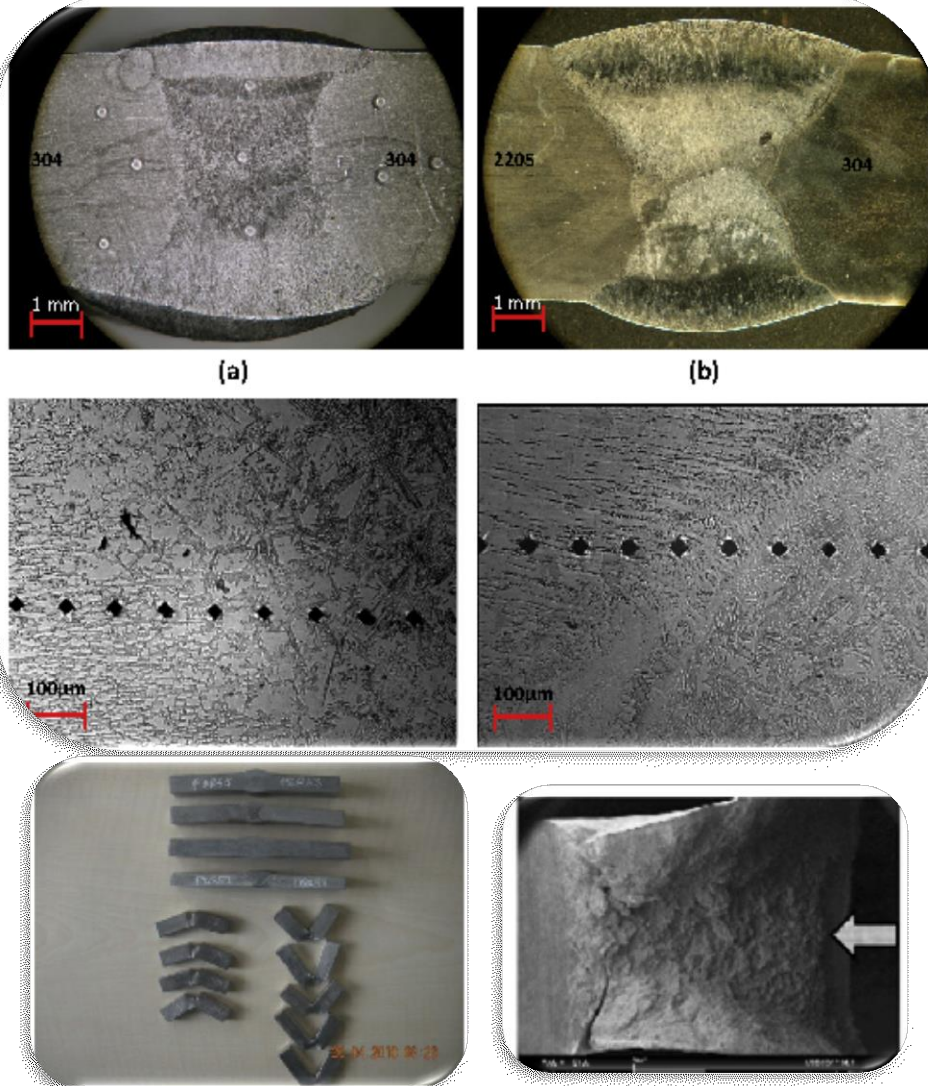
## ➤ Soldadura de disímiles:



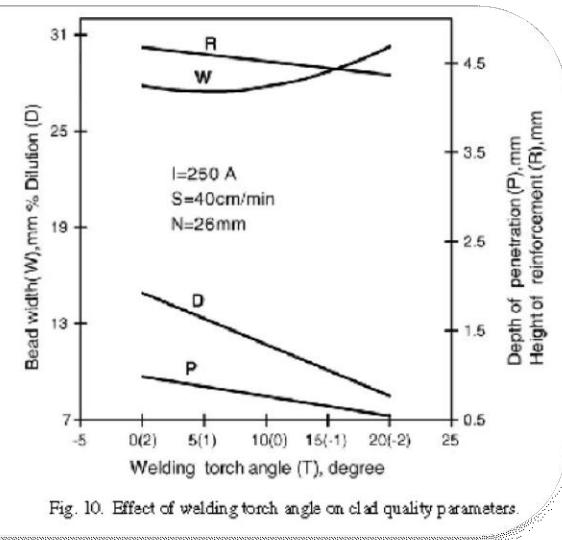
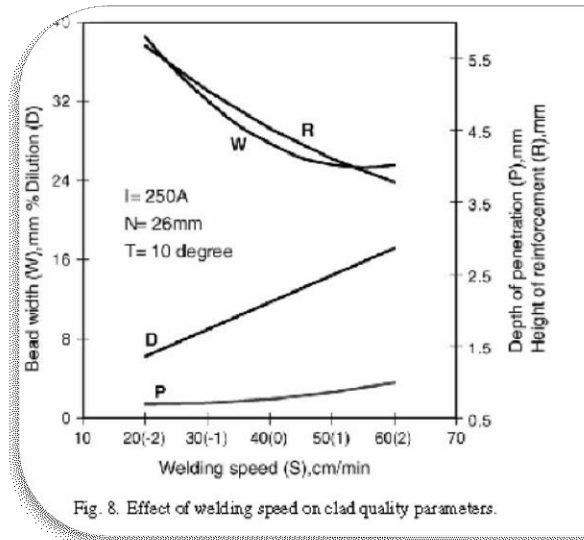
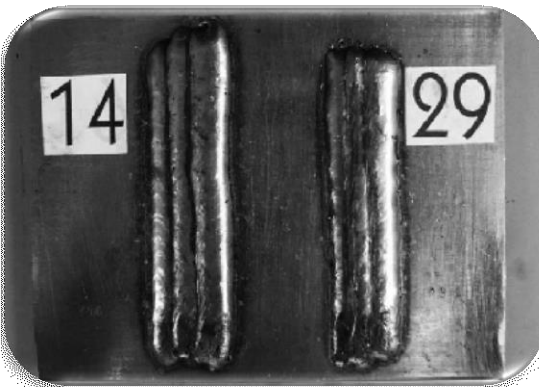
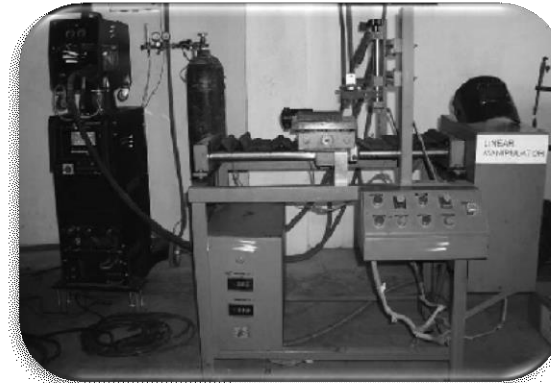
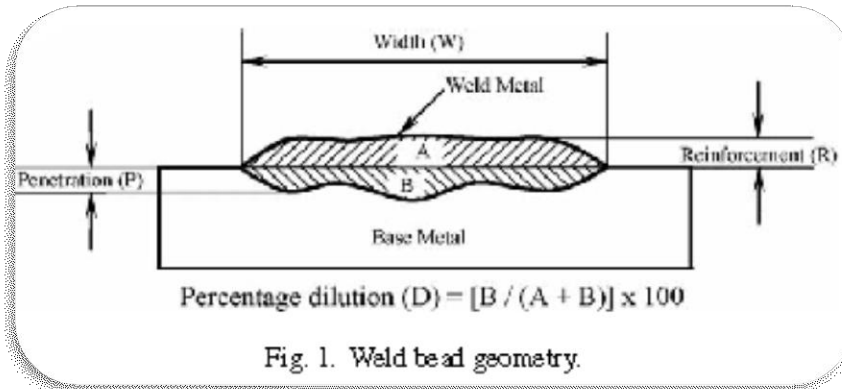
Moteshakker, A. and I. Danaee, *Microstructure and Corrosion Resistance of Dissimilar Weld-Joints between Duplex Stainless Steel 2205 and Austenitic Stainless Steel 316L*. Journal of Materials Science & Technology, 2016. **32**: p. 282 - 290.



- Aplicaciones criogénicas

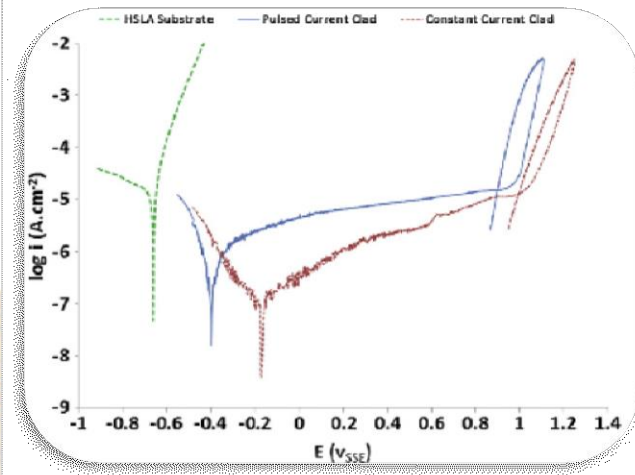
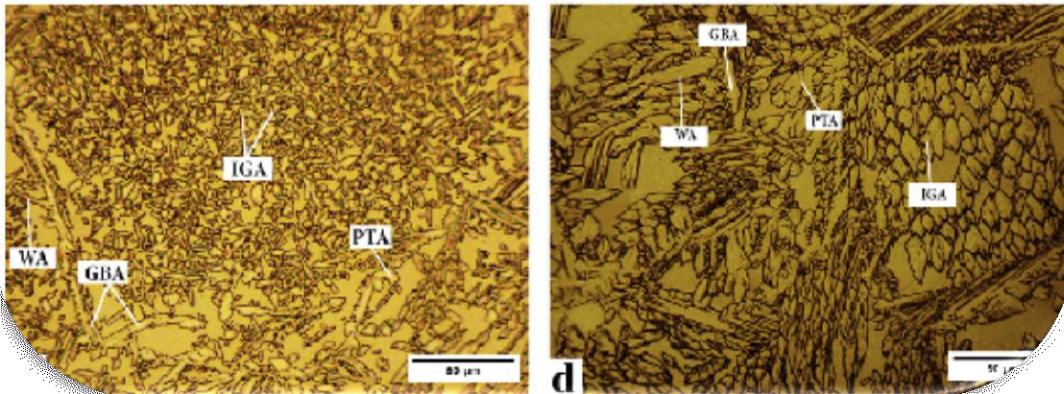
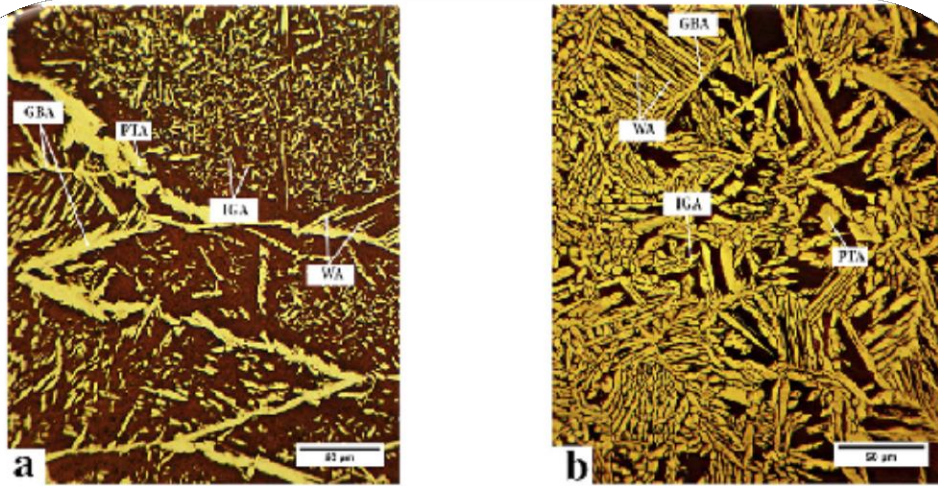


- Geometría de los cordones

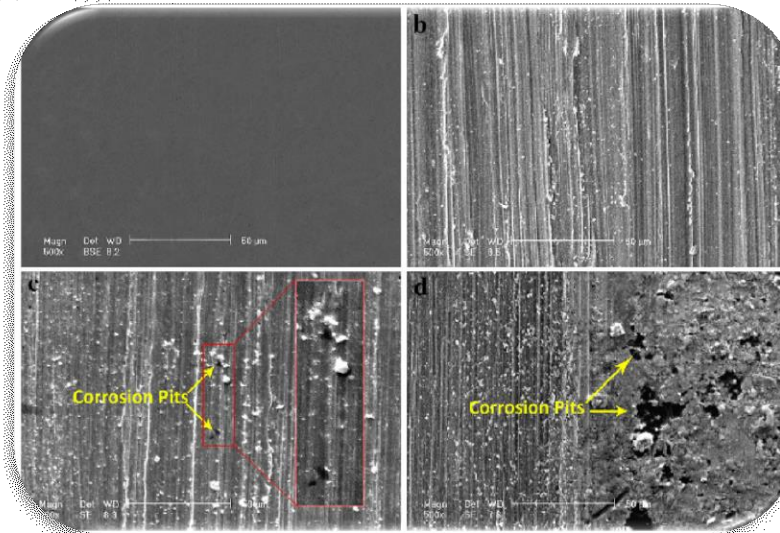
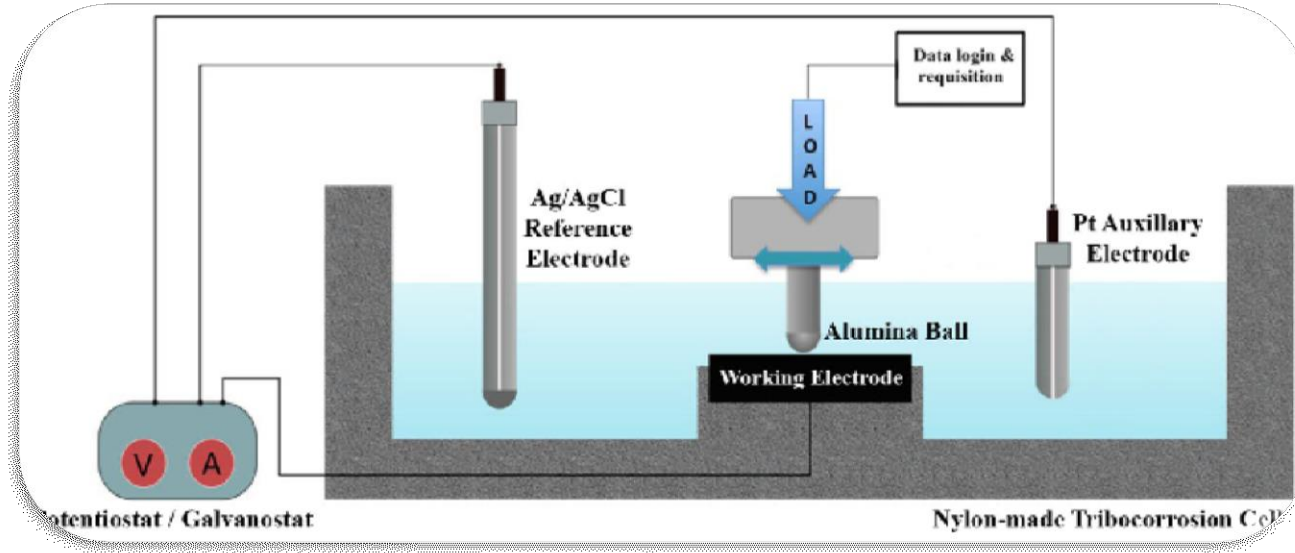


Kannan, T. and N. Murugan, *Effect of flux cored arc welding process parameters on duplex stainless steel clad quality.* Journal of Materials Processing Technology, 2006. **176**: p. 230-239.

- Tipo de corriente (constante vs pulsada)



- Tribocorrosión



## ➤ **Materiales de recargue:**

- Dúplex
- Súper dúplex
- Lean dúplex

## ➤ **Objetivos:**

- Efecto del calor aportado
- Efecto de la cantidad de capas
- Efecto de los parámetros de pulsos

## ➤ **Sobre:**

- Geometría de los recargues
- Dilución
- Equilibrio microestructural
- Precipitados
- Corrosión por inmersión
- Corrosión por picado (curvas de polarización)
- Corrosión + Desgaste (tribocorrosión)

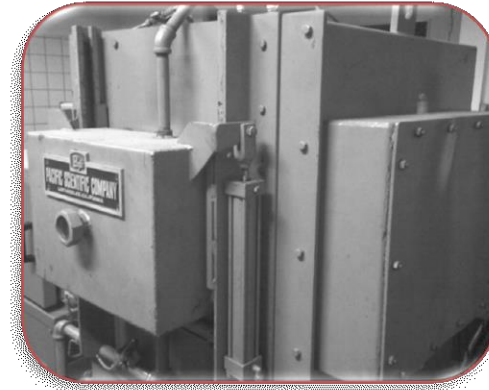
Soldaduras



Radiografías



PWHT



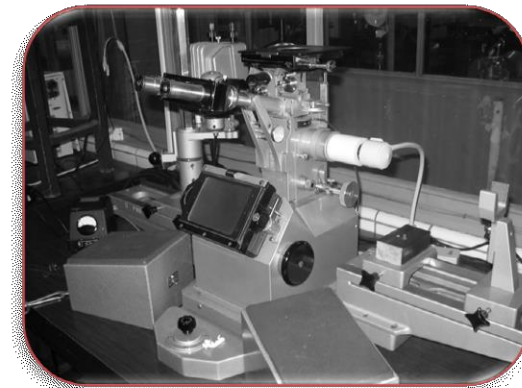
Composición química



Macroestructura



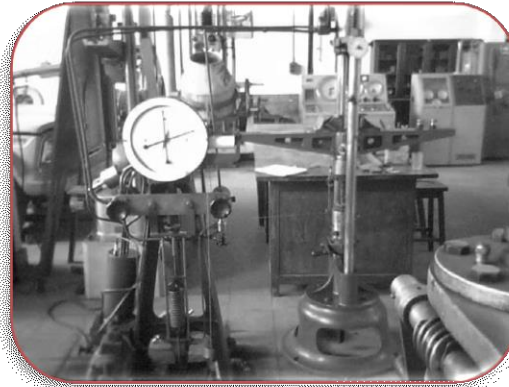
Microestructura



Dureza



Tracción



Charpy – V



Corrosión por picado



Corrosión bajo tensiones



Daño por Hidrógeno





Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Lomas de Zamora

**MUCHAS GRACIAS!**

CABA, viernes 28 de octubre del 2016