

SOLDADURA DEL ACERO INOXIDABLE



**ELABORADO POR:
ING. LINDVERGHT RUIZ E.**

ACEROS INOXIDABLES

Introducción:

- Aparece entre los años 1912 y 1914
- Excelente combinación de propiedades
- Resistencia a la corrosión:

Película pasivante (Cr_2O_3)

10 a 50 Angstroms, es decir $1 \text{ a } 5 \times 10^{-7} \text{ mm}$.

Clasificación:

De acuerdo a su estructura cristalográfica, los mas utilizados son:

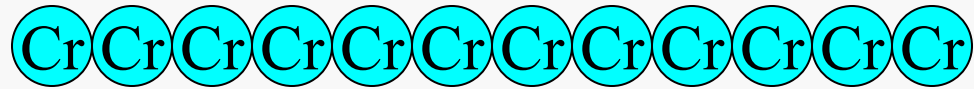
 **Austeníticos**

 **Ferríticos**

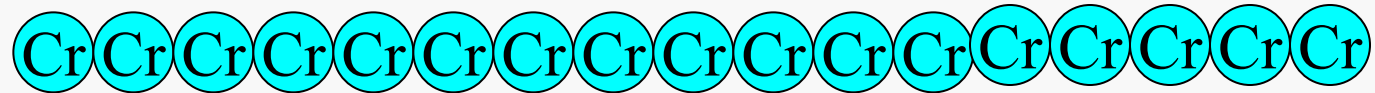
 **Martensíticos**

 **Duplex**

MARTENSÍTICOS



FERRITICOS



AUSTENITICOS



AUSTENO - FERRITICOS



Composición y Propiedades de los Aceros Inoxidables

ACERO	% C	% Cr	%Ni	Magnetismo	Estructura	Propiedades
AUSTENITICO	0.03-0.2	17-27	6 -20	NO	Austenítica	Dúctiles, tenaces, buena resistencia a la corrosión y buena soldabilidad. Los más utilizados
FERRITICO	0.1-0.3	15-30	--	SI	Ferrítica	Baja resistencia mecánica. Presentan fragilidad en la zona afectada térmicamente. Buena resistencia a la corrosión sobre todo los de alto contenido en cromo
AUSTENO - FERRITICO	0.05-0.08	18-29	3 - 8	SI	Duplex	Excelente resistencia a la corrosión. Buenas propiedades mecánicas y soldabilidad
MARTENSITICO	0.1-1.2	13-18	--	SI	Martensítica	Resistentes y duras. Peor resistencia a la corrosión. Mala soldabilidad y tenacidad

Aceros Inoxidables Austeníticos

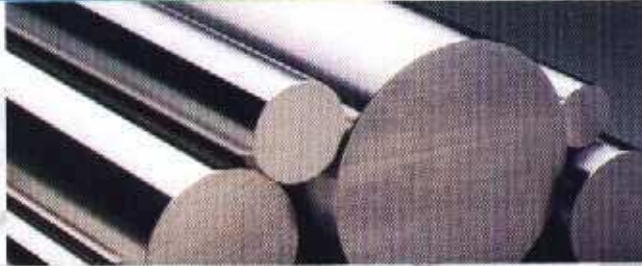
✚ Son NO magnéticos

✚ No son endurecibles por tratamiento térmico

✚ Excelente soldabilidad

✚ Elevada resistencia a la corrosión

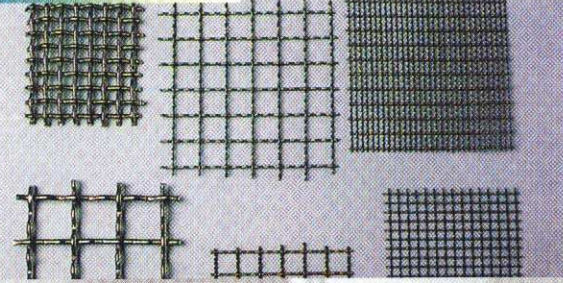
BARRAS DE ACERO



En stock en calidades A1 y A2 desde 10 mm

MALLAS

6
#300



ACCESORIOS / VALVULAS

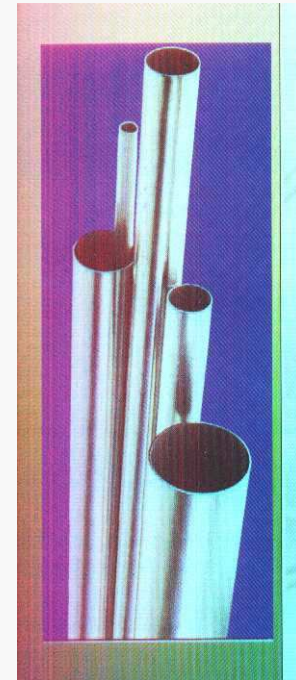


Soldables y Roscados

Amplio stock de accesorios:

Codos, tees, uniones simples y universales, bridas, reducciones bushing, reducciones campana

Válvulas: Bola, compuerta, check



ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS

AISI	C	Mn (max)	Si (max)	Cr	Ni	P (max)	S (max)	Otros
201	0.15max	5.5-7.5	1.00	16-18	3.5-5.5	0.06	0.03	
202	0.15max	7.5-10	1.00	17-19	4.0-6.0	0.06	0.03	N-0.25max
301	0.15max	2.00	1.00	16-18	6.0-8.0	0.045	0.03	
302	0.15max	2.00	1.00	17-19	8.0-10.0	0.045	0.03	
302B	0.15max	1.50	2.0-3.0	17-19	8.0-10.0	0.045	0.03	
303	0.15max	2.00	1.00	17-19	8.0-10.0	0.20max	0.15min	Zr ó Mo-0.60max
303Se	0.15max	2.00max	1.00	17-19	8.0-10.0	0.20	0.06	Mo-0.75max Cu-0.50max Se- 0.15min
304	0.08max	2.00	1.00	18-20	8.0-12.0	0.04	0.03	
304L	0.03max	1.50	2.00	18-20	8.0-12.0	0.04	0.04	
305	0.12max	2.00	1.00	17-19	10.0-13.0	0.045	0.03	
308	0.08max	2.00	1.00	19-21	10.0-12.0	0.045	0.03	
309	0.2max	2.00	1.00	22-24	12.0-15.0	0.045	0.03	
309S	0.08max	2.00	1.00	22-24	12.0-15.0	0.04	0.03	
310	0.25max	2.00	1.50	24-26	19.0-22.0	0.045	0.03	
310S	0.08max	2.00	1.50	24-26	19.0-22.0	0.045	0.03	
314	0.25max	2.00	1.5-3.0	23-26	19.0-22.0	0.045	0.03	
316	0.08max	2.00	1.00	16-18	10.0-14.0	0.045	0.03	Mo-2.00-3.00
316L	0.03max	2.00	1.00	16-18	10.0-14.0	0.045	0.03	Mo-2.00-3.00
317	0.08max	2.00	1.00	18-20	11.0-15.0	0.045	0.03	Mo-3.0-4.0
321	0.08max	2.00	1.50	17-21	9.0-12.0	0.045	0.03	Ti-5x%Cmin
347	0.08max	2.50	1.50	17-19	9.0-13.0	0.03	0.03	Cb-Ta-10x%Cmin

Aceros Inoxidables Ferríticos

- + Son magnéticos**

- + No son endurecibles por tratamiento térmico**

- + Resistencia al ataque corrosivo a altas**

temperaturas

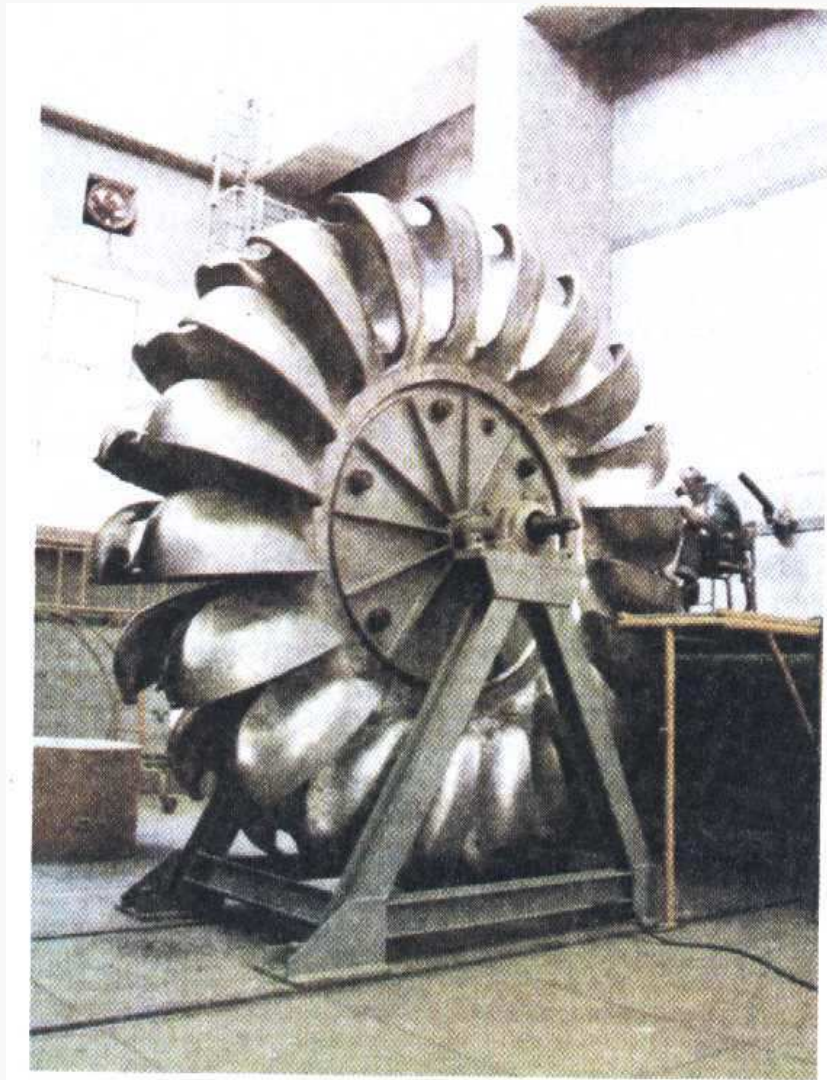


ACEROS INOXIDABLES FERRITICOS

AISI	SAE	C	Mn (max)	Cr	P (max)	Otros
405	-	0.08	1	17 - 19	-	Si-0.70-1.5 Al-0.70-1.2
430	51430	0.12	1	14 - 18	0.04	Si-1.00max S-0.03
430F	51430F	0.12	1.25	14 - 18	0.06	Si-1.00max P,S,Se-0.07max Mo o Zr-0.60
442	51442	0.2	2	18 - 23	0.045	Si-1.00max S-0.03max
446	51446	0.2	1.5	23 - 27	0.04	Si-1.00max N-0.25max

Aceros Inoxidables Martensíticos

- + Son magnéticos**
- + Endurecibles por tratamiento térmico**
- + Baja soldabilidad**
- + Moderada resistencia a la corrosión**
- + Elevada resistencia y dureza**



Turbina Pelton

ACEROS INOXIDABLES MARTENSITICOS

AISI	SAE	C	Mn (MAX.)	Si (MAX)	Cr	Ni	P (MAX.)	S	Otros
403		0.015 max	1	0.5	11.5-13		0.04	0.03	
410	51410	0.15 max	1	1	11.5-13.5		0.04	0.03	
414	51414	0.15 max	1	1	11.5-13.5	1.25-2.5	0.04	0.03	
416		0.15 max	1.25	1	12-14		0.06	0.15min	Mo-0.60max Se-0.15min Zr-0.60max
416Se		0.15 max	1.25	1	12-14		0.06	0.06	
418		0.15 max	2	1	12-14		0.045	0.03	
420	51420	0.15(o mas)	1	1	12-14		0.04	0.03	
420F	51420F	0.30-0.40	2	1	12-14		0.2	0.15min	
422		0.22	0.65	0.36	12	0.7			Mo-1.00 W-1.00 V-0.25
422M		0.28	0.84	0.25	12	0.2			Mo-2.25 W-1.70 V-0.50
431	51431	0.20 max	1	1	15-17	1.25-2.5	0.04	0.03	
436		0.15			13	2			W-3.00
440A	51440A	0.6-0.75	1	1	16-18		0.04	0.03	Mo-0.75max
440B	51440B	0.75-0.95	1	1	16-18		0.04	0.03	Mo-0.75
400C	51440C	0.95-1.20	1	1	16-18		0.04	0.03	Mo-0.75
440F	51440F	0.95-1.20	1.25	1	16-18		0.06 max	0.15min	Mo-Zr-0.75max
501	51501	0.10(o mas)	1	1	4-6		0.04	0.03	Mo-0.40-0.65
502		0.10 max	1	1	4-6		0.04	0.03	Mo-0.40-0.65

PRECIPITACIÓN DE COMPUESTOS DE ELEMENTOS INTERSTICIALES

✚ Cr, Ni y Nb se combinan con elementos intersticiales C y

N (500-800°C)

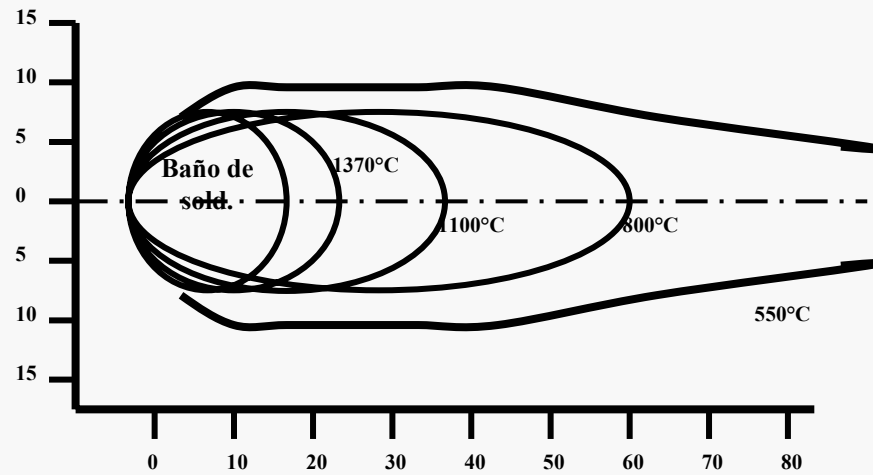
✚ **Consecuencias**

✚ Disminución de la resistencia a la corrosión

✚ Aparición de corrosión intergranular

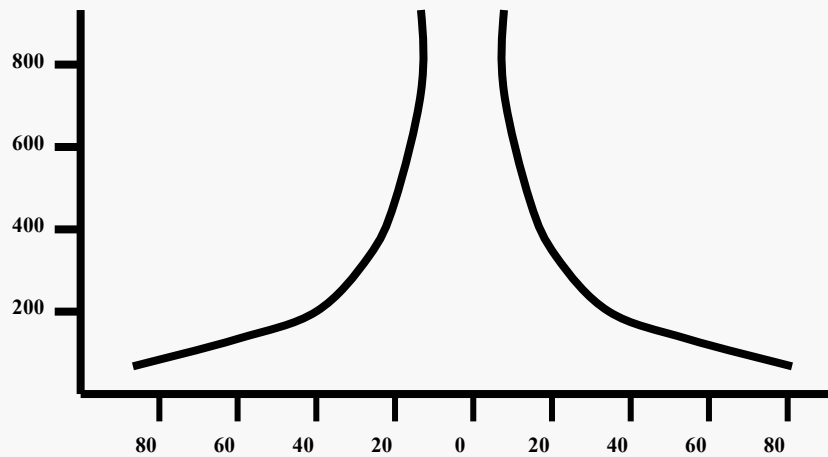
✚ Disminución de ductilidad y tenacidad

Distancia desde el centro de la soldadura, mm



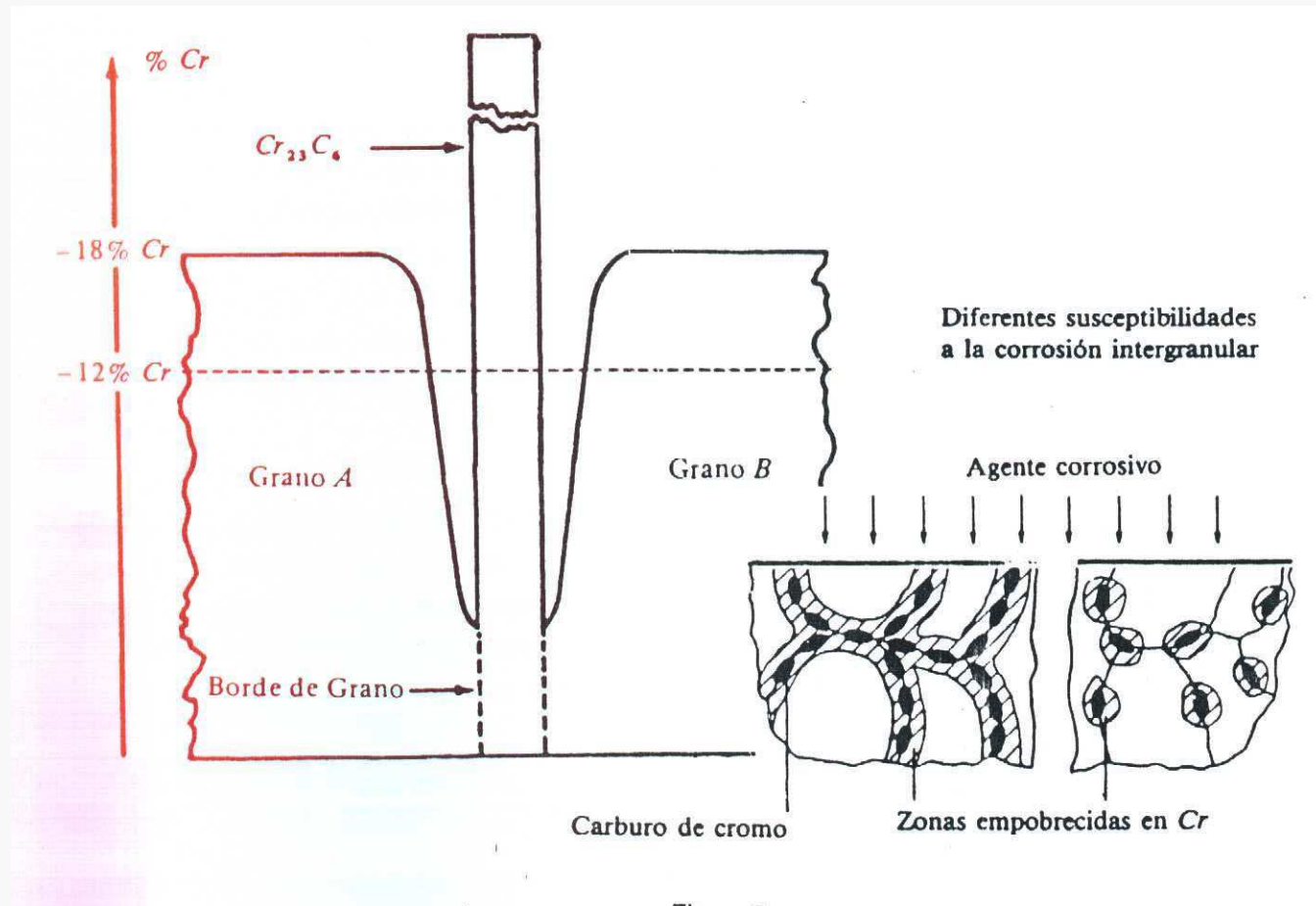
Distancia desde el centro del arco, mm

Temperatura °C



Distancia desde el centro de la sold. mm

Niveles de Temperatura que Alcanza el Metal



Formación de Carburos de Cromo (Sensibilización)

✚ Soluciones:

- ✚ Usar aceros inox y materiales de aporte de Bajo Carbono**
- ✚ Usar bajos amperajes y enfriamientos rapidos (paños humedos)**
- ✚ Soldar con arcos cortos sin oscilación (si oscila no mayor a 2 $\frac{1}{2}$ el diametro del electrodo).**
- ✚ Emplear soldaduras con alto contenido de Cromo**
- ✚ Empleo de aceros Inoxidables estabilizados (Nb o Ti)**
- ✚ Usar soldadura que contenga Mo**
- ✚ Evitar las Temperaturas críticas de precipitación(entre 430 y 870°C)**
- ✚ Siempre es necesario decapar y pasivar los cordones de soldadura**

FORMACIÓN DE FASES INTERMETÁLICAS

- ✚ Formación de la fase Sigma (σ) entre 550-900°C
- ✚ Fase σ es un compuesto duro y frágil (Fe-Cr)
- ✚ La fase Sigma aparece desde 16% de ferrita

CONTENIDO DE FERRITA EN LA SOLDADURA

- + Combate el agrietamiento en caliente**
- + Incrementa características mecánicas**
- + Disminuye resistencia a la corrosión con ácidos oxidantes calientes**
- + Permite formar la Fase σ**
- + Idoneo 5 –10 %**

SOLDABILIDAD DE LOS INOX. AUSTENITICOS

Para realizar el soldeo se debe tener en cuenta:

+ Propiedades Físicas

- Conductividad Térmica**
- Coeficiente de Dilatación**
- Punto de Fusión**
- Resistencia eléctrica**




+ Contenido de ferrita en metal de soldadura

+ Elección del material de aporte y proceso

AGRIETAMIENTO EN CALIENTE DE SOLD. AUSTENITICAS

- ✚ Acumulación de impurezas por segregaciones en metal de aporte (P,S,B,Si)**
- ✚ Grietas debido a tensiones ó contracciones de la soldadura**
- ✚ Usar diagrama de Schaeffler para predecir cantidad de ferrita formada.**

Soluciones:

-  **Reducir tensiones mecánicas**
-  **Eliminar las impurezas (S y P)**
-  **Disminuir las segregaciones – aumentar la cantidad de Ferrita**

SOLDABILIDAD DE LOS INOX. FERRITICOS

- + No presentan tan buena soldabilidad como los Austeníticos**
- + excelente resistencia a la corrosión.**
- + Bajos valores de tenacidad ductilidad.**
- + Soldar con baja aportación de calor y precalentar entre 200 – 400 °C**
- + Tratar térmicamente a 750 – 850 °C durante 30 – 60 min.**
- + Material de aporte:**
 - * Inox. Ferríticos**
 - * Inox. Austeníticos**

En la ZAC se tiene:

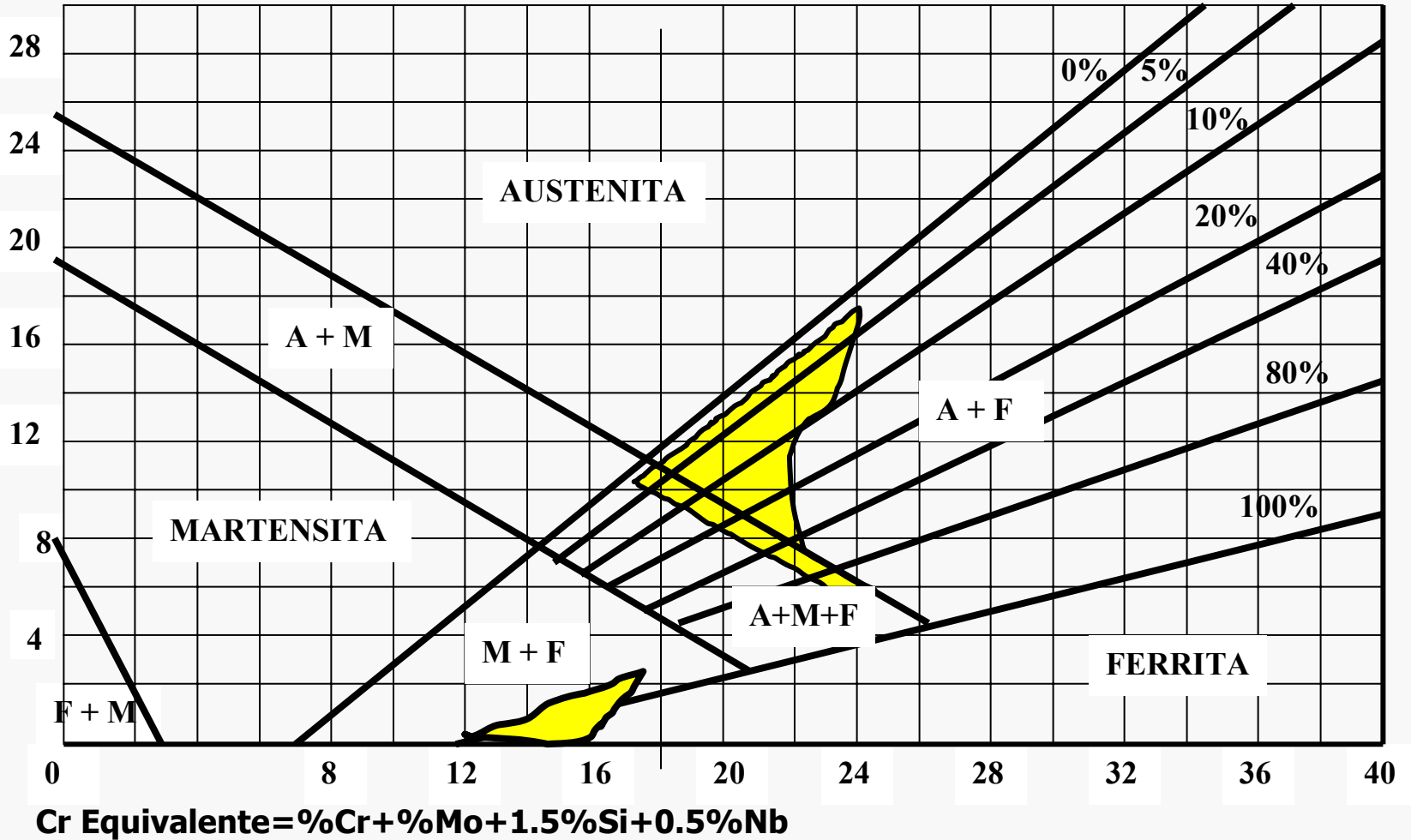
- ✚ Crecimiento de grano**
- ✚ Precipitación de Carburos**
- ✚ Transformación de Fases**

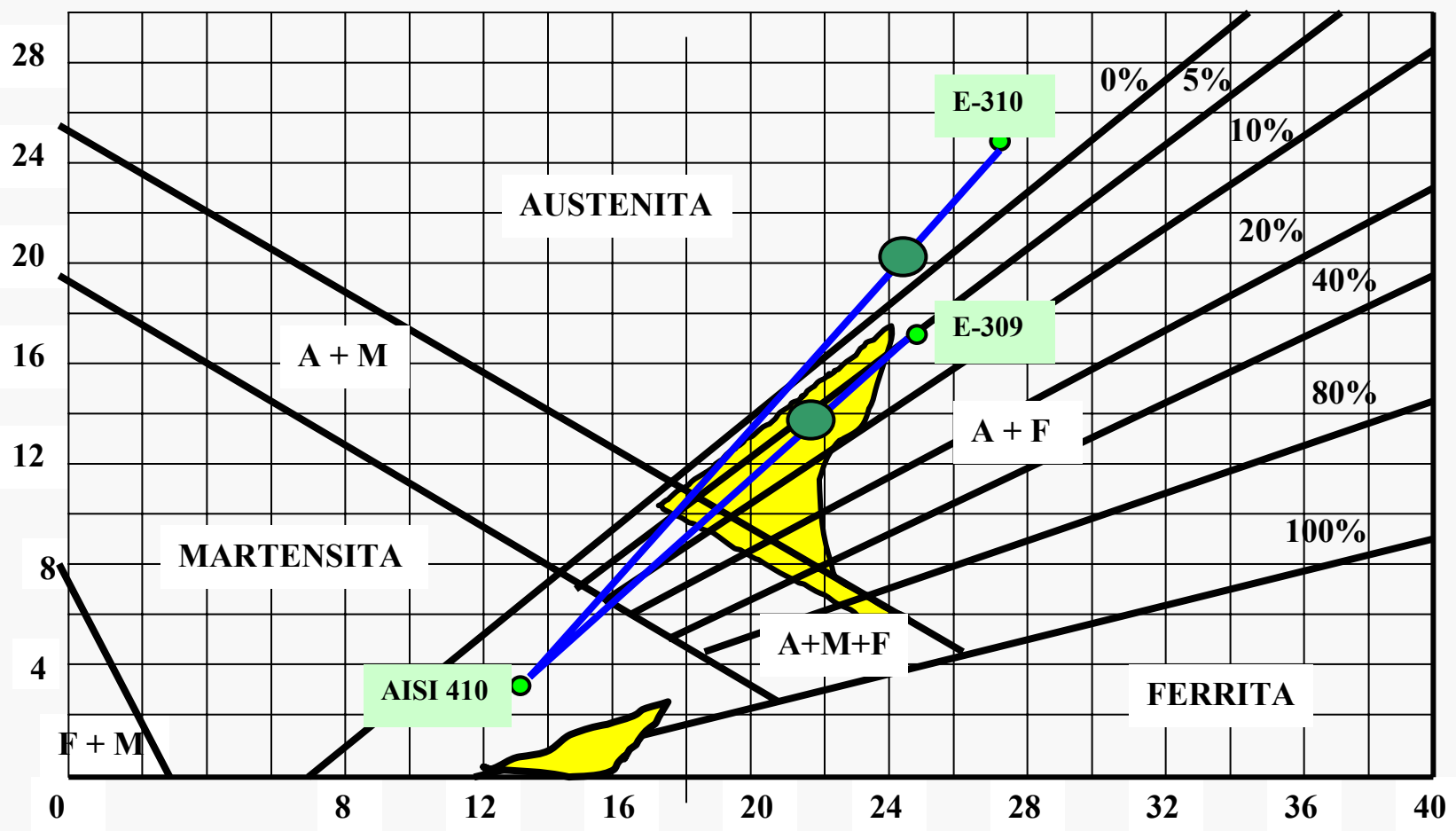
SOLDABILIDAD DE LOS ACEROS INOX. MARTENSITICOS

- + La estructura martensítica puede originar grietas**
- + Utilizar aceros con 0.08% de C**
- + Efectuar precalentamiento y postcalentamiento**
- + Soldar con materiales de aporte similares al metal base**

DIAGRAMA DE SCHAEFFLER

$$\text{Ni Equivalente} = \% \text{Ni} + 30\% \text{C} + 0.5\% \text{Mn}$$





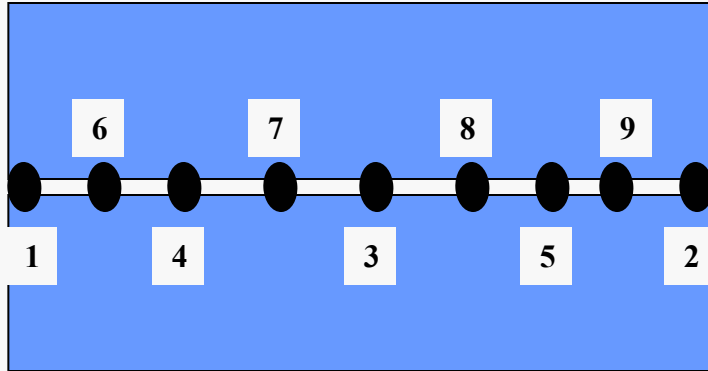
PROCESO	COEFICIENTE DE DILUCIÓN
SMAW	20 - 30 %
SAW	25 - 50 %
MIG corto	15 - 30 %
MIG spray	25 - 50 %
TIG	20 - 40 %
TIG sin aporte	100 %

EJEMPLO.- SOLDAR UN AISI 410 CON ELECTRODO AUSTENÍTICO

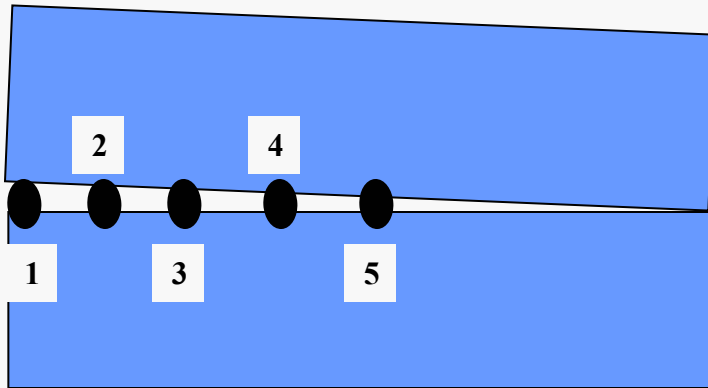
TIPO DE CORRIENTE EN FUNCIÓN DEL ELECTRODO

Denominación AWS	Corriente de Soldeo	Posición de Soldeo
EXXX-15	CCEP	TODAS
EXXX-16	CCEP Ó CA	TODAS
EXXX-17	CCEP Ó CA	TODAS
EXXX-25	CCEP	HORIZONTAL Y PLANA
EXXX-26	CCEP Ó CA	HORIZONTAL Y PLANA

METODO DE PUNTEADO



Distribución correcta de los puntos



**Distribución Incorrecta
La chapa se cierra**

ESPEJOR CHAPA (mm)	1 - 1.5	2 - 3	4 - 6	Mayor de 6
Espaciado entre puntos de soldadura (mm)	30 - 60	70 - 100	120 - 160	150 - 200

APLICACIONES ELECTRODOS EXSA

APLICACIÓN	ELECTRODO APROPIADO
Soldar una pieza de Acero Inoxidable con otra de Acero al Carbono	INOX 29/9 – EXSA 106 INOX CW – INOX 309L
Soldar piezas de Acero al Manganeso	INOX AW CITORIEL 801
Soldar acero de Herramientas, Aceros de mediano y alto contenido de carbono	INOX 29/9 EXSA 106
Soldar Fierro Fundido con Acero Inoxidable	CITOFONTE EXSANIQUEL Fe
Soldar aceros de aleación desconocida	INOX 29/9 – EXSA 106 INOX CW
Soldar cualquier acero inoxidable, excepto los aceros de bajo contenido de carbono	INOX CW
Aceros en general	INOX 29/9 EXSA 106
Cojín para revestimientos duros	ANOX AW INOX 309L
Piezas sometidas a Temperaturas elevadas	INOX CW INOX 309L
Soldar Aceros al Cromo-Mo	CROMOCORD 502
Soldar aceros de bajo Carbono con aceros de baja aleación	INOX 309L
Soldar aceros de Alta Resistencia con Aceros al Manganeso	INOX AW
Cojín para recubrimientos muy duro en aceros para herramientas de corte	INOX 29/9 EXSA 106
Como recubrimiento protector en aceros de mediano carbono (soldadura de ejes)	INOX BW ELC

SOLDADURA DEL ACERO INOXIDABLE

**ELABORADO POR:
ING. LINDVERGHT RUIZ E.**