



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

INGENIERÍA ELECTROMECHANICA

Plan de Estudios 2013

AÑO 2026

BIBLIOGRAFÍA

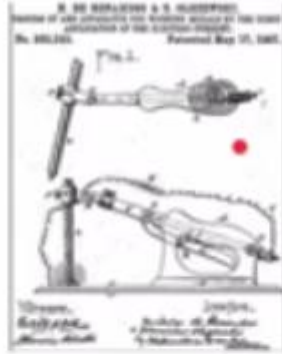
- RICHARD G. BUDYNAS y J. KEITH NISBETT.- "*DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA*".-10ª Ed. Mcgrawhill.
- Diseño de Ingeniería Mecánica Shigley Mitchell 4ª Edición.
- Diseño de Elementos de Maquinas. V.M. Faires 4ª Edición
- Manual de Soldadura. Soldadura Eléctrica MIG y TIG. P. C. Rodríguez
- IA

➤ Historia de la Soldadura

- **Siglo XIX (El Chispazo):** Descubrimiento del arco eléctrico (Davy) y primeras uniones con electrodos de carbón (Benardos y Olszewski).
- **1890 (Salto al Metal):** Coffin patentó el electrodo metálico, que sirve como material de aporte.
- **1900-1910 (El Revestimiento):** Kjellberg y Strohmenger introducen recubrimientos para proteger la soldadura del aire.
- **Guerras Mundiales (Aceleración):** Nacen procesos clave como **TIG (1941)** y **MIG (1948)** por la necesidad de fabricar barcos y aviones.
- **Era Moderna (Precisión):** Aparición del plasma (1953), fuentes **Inverter** digitales y la **automatización robótica** actual.



Sir Humphry Davy en 1800 inventó el generador que encendió el arco eléctrico. *Electrodos de carbono.*



Nikolai N. Benardos, se le concedió dos patentes para soldar en 1885 y 1887. *Electrodos de carbono.*



La soldadura por arco de *electrodo metálico (desnudo)* se debe al norteamericano Charles L. Coffin y el ruso N.G. Slavianoff, en 1890



Oscar Kjellberg (ESAB) de Suecia inventó el electrodo recubierto en 1905, *electrodo metálico (con revestimiento de carbonatos y silicatos)*

Las Normativas

Calidad – Seguridad – Calificación y Certificación

- ▶ Las normas IRAM de soldadura, como la IRAM/IAS U 500-169 y la IRAM/IAS U 500-138, establecen requisitos para la calificación y certificación de inspectores y soldadores, así como para la calificación de procedimientos de soldadura. Estas normas son fundamentales para garantizar la calidad y seguridad en las operaciones de soldadura.
- ▶ Normas IRAM de Soldadura Clave:
 - **IRAM/IAS U 500-169:** Esta norma se enfoca en la calificación y certificación de inspectores de soldadura, definiendo los niveles de competencia y los requisitos para obtener la certificación.
 - **IRAM/IAS U 500-138:** Esta norma establece los requisitos para la calificación y certificación de soldadores, operadores de soldadura y procedimientos de soldadura y fusión.
 - **IRAM/IAS U 500-601:** Especifica las características de los electrodos de acero al carbono revestidos para soldadura por arco.
- ▶ Importancia de las Normas IRAM en Soldadura:
 - **Calidad:** Garantizan que las soldaduras cumplan con estándares de calidad específicos. (ISO – API – AWS – ASME- UNE)
 - **Seguridad:** Establecen requisitos para la protección del personal y la prevención de riesgos en las operaciones de soldadura. (ISO)
 - **Competencia Profesional:** Fomentan la formación y capacitación de profesionales de la soldadura, asegurando que cumplan con los requisitos de calificación y certificación.
 - **Aprobación de Procedimientos:** Las normas IRAM permiten la aprobación de procedimientos de soldadura, lo que contribuye a la reproducibilidad y la calidad de las soldaduras.

Seguridad en la Soldadura

➤ Recomendaciones Generales

No exponerse sin equipo de seguridad a los rayos debido a la influencia de estos sobre el organismo, ya que pueden causar los siguientes efectos:

Luminosos: Encandilamiento

Infrarrojos: Quemaduras en la piel

Ultravioletas: Quemaduras de piel y ojos

➤ Seguridad eléctrica

➤ Usar EPP



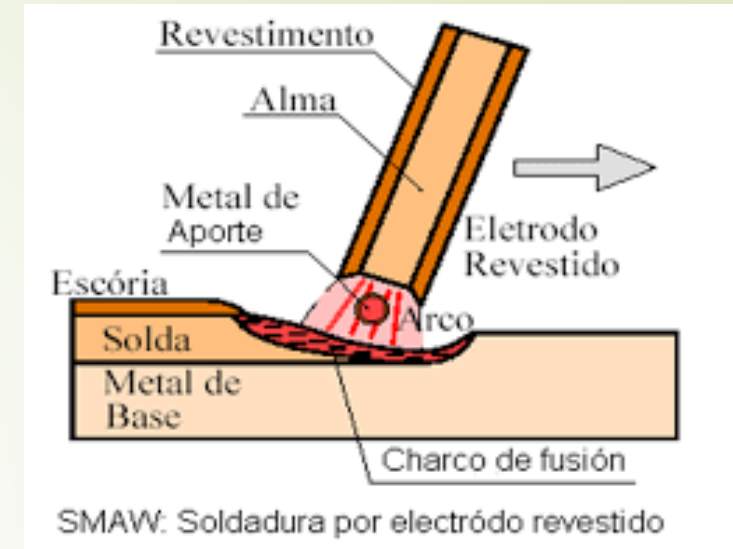
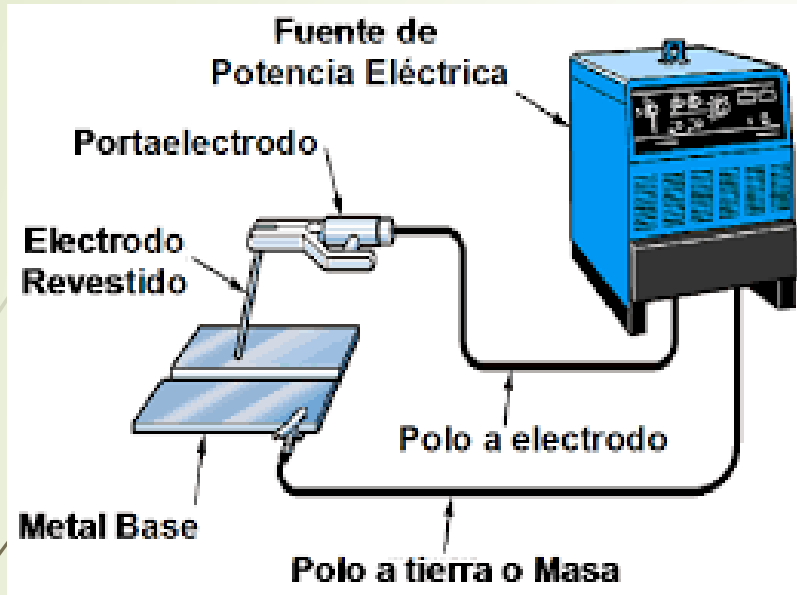
Seguridad e Higiene Inspección



Humos Gases
Radiaciones (luminosas – Calor)
Descargas Electricas
Lugares de trabajo (altura-
humedad-etc)
Ropa



- Visual
- Inspección ultrasónica y radiográfica - Métodos de pruebas no destructivos
 - Detección de grietas en la superficie – Métodos tales como líquidos penetrantes y partículas magnéticas
 - Pruebas destructivas



Objetivo

Dar las especificaciones del cordón de soldadura

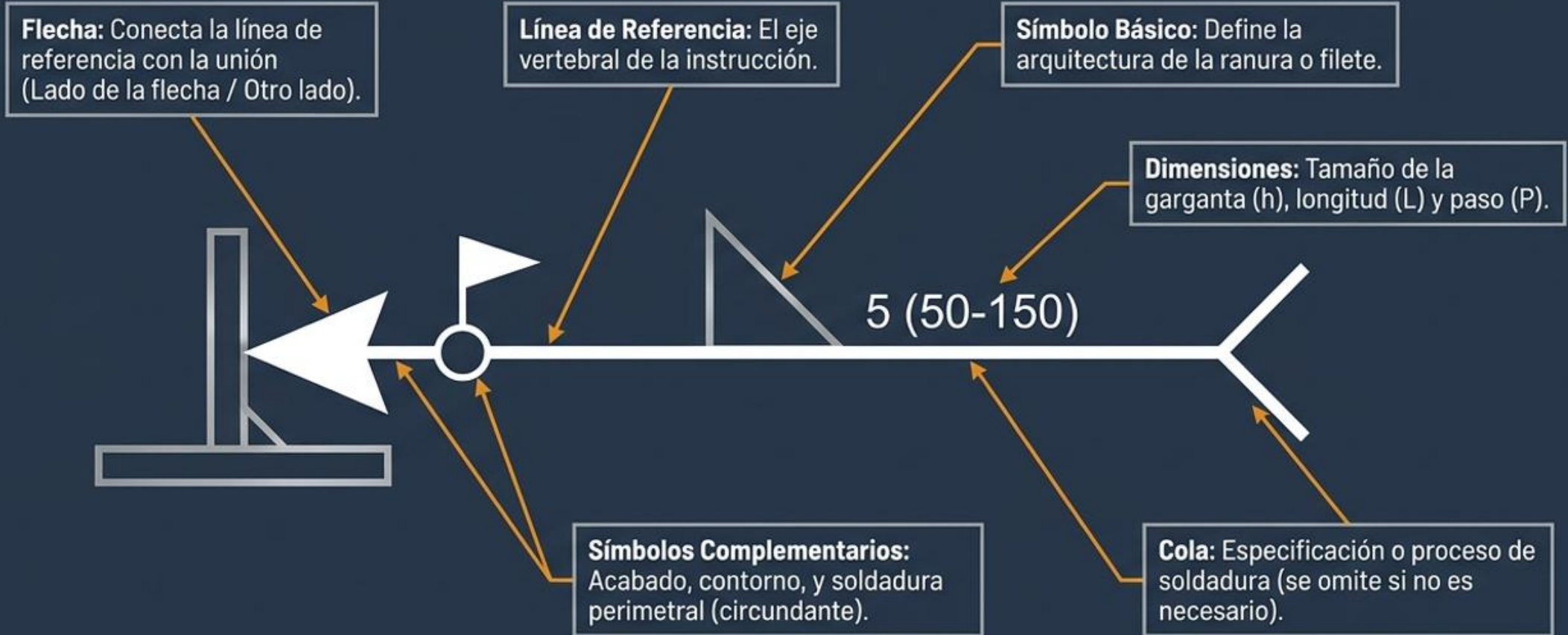
Seleccionar Electrodo

Verificaciones



Decodificando el Lenguaje de la Unión

El símbolo de soldadura AWS condensa toda la geometría estructural en una sola línea de referencia.



Arquitectura Geométrica de las Uniones

La configuración dicta el comportamiento mecánico y el flujo de esfuerzos.

Uniones a Tope Base



Cuadrada, V simple (bisel a 60°), V doble, y Bisel sencillo.

Uniones a Tope Especiales



Unión en U y J (optimizadas para placas de alto grosor)

Uniones de Filete











Filetes paralelos y transversales. La geometría más común en maquinaria.

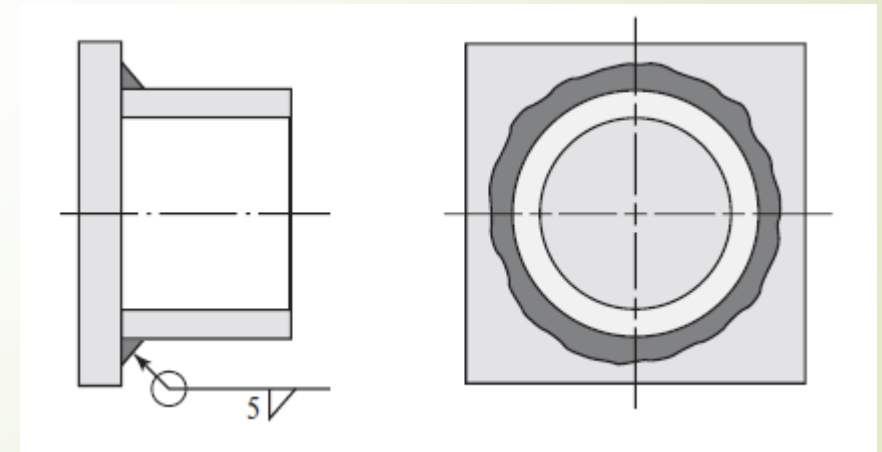
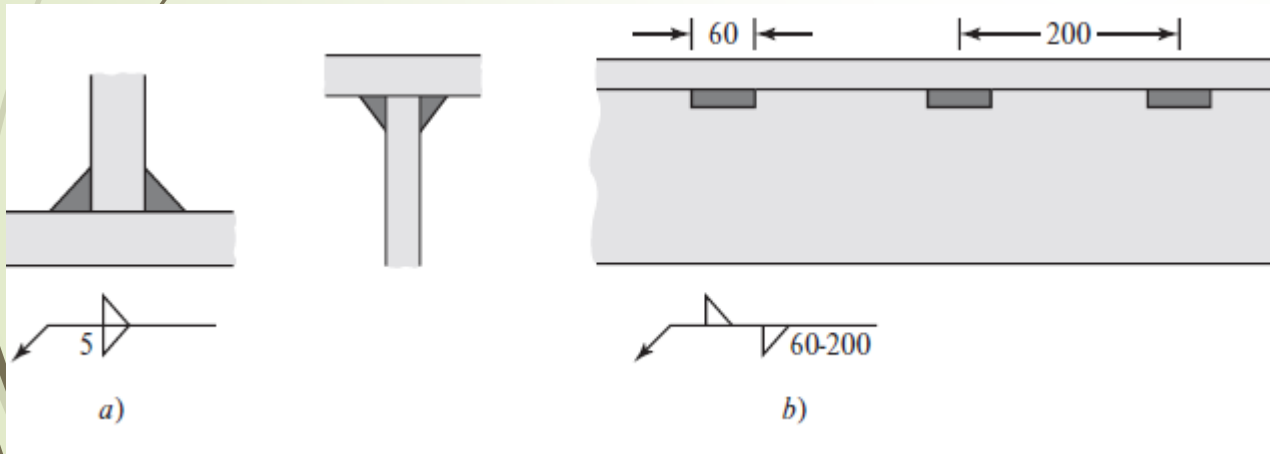
Uniones de Borde y Esquina



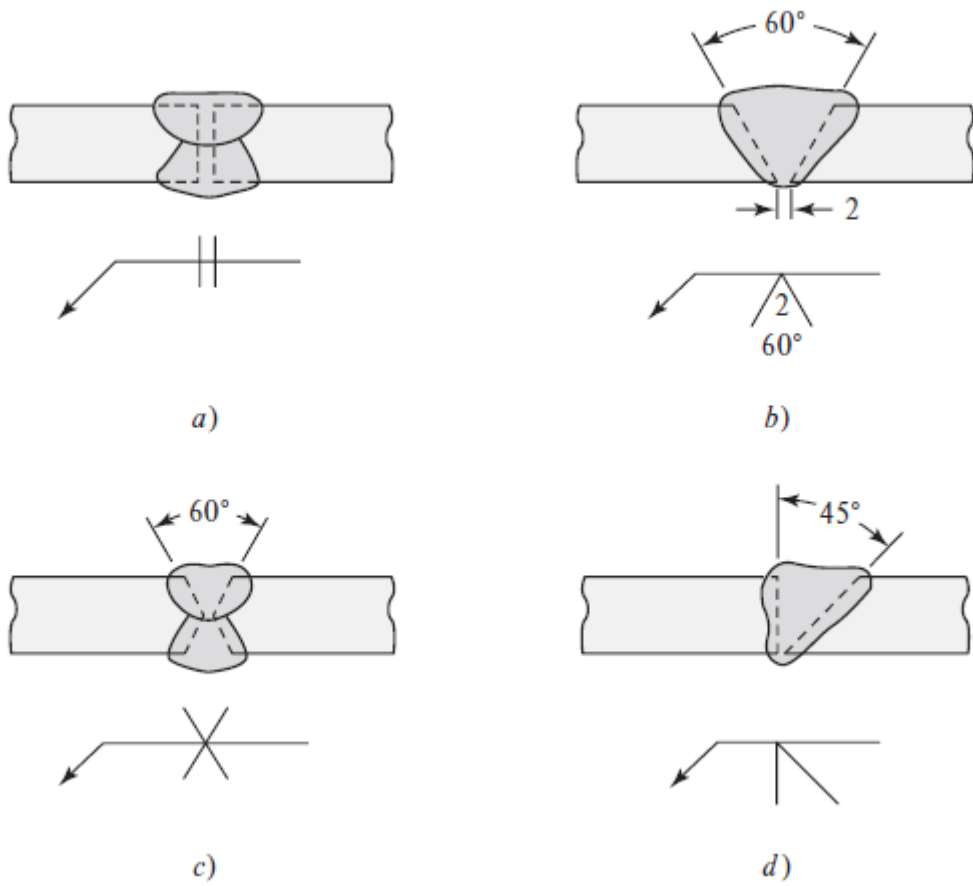
Uniones en T para placas gruesas, esquina y borde para cargas ligeras.

Símbolos de soldadura por Arco y Autógena

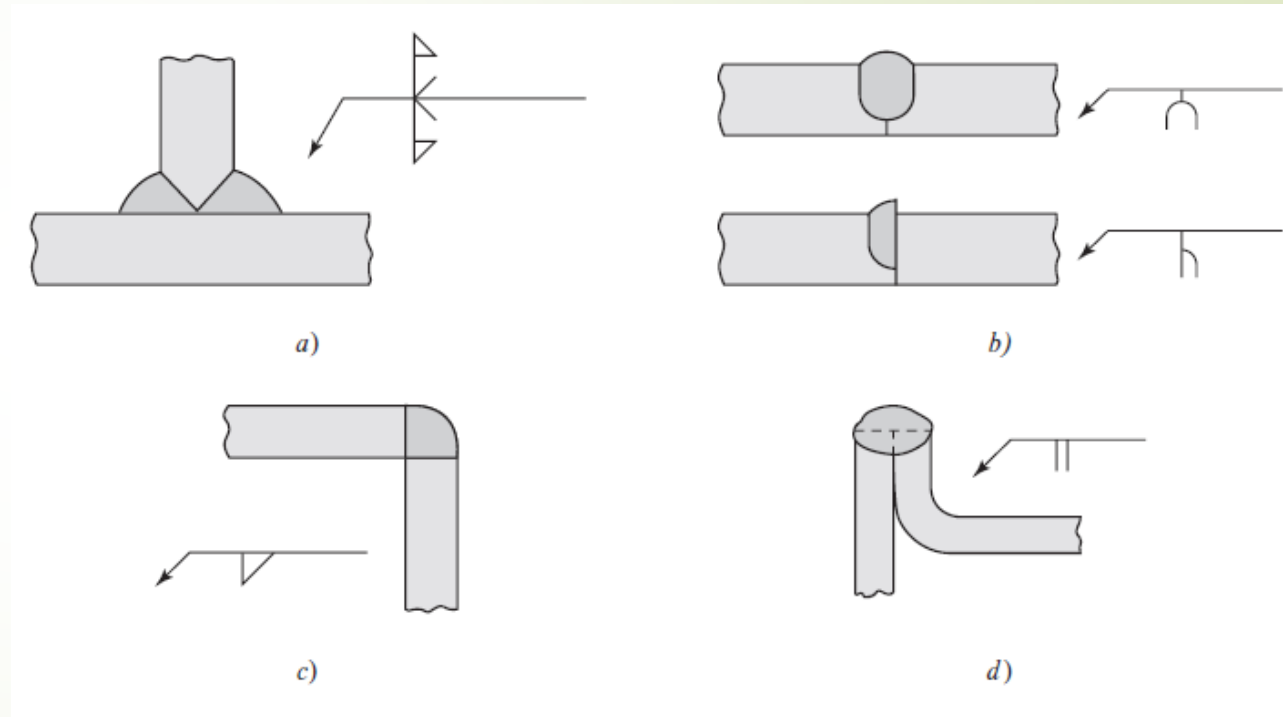
Tipo de soldadura							
Cordón	Filete	Tapón o muesca	Ranura				
			Cuadrada	V	Bisel	U	J
							



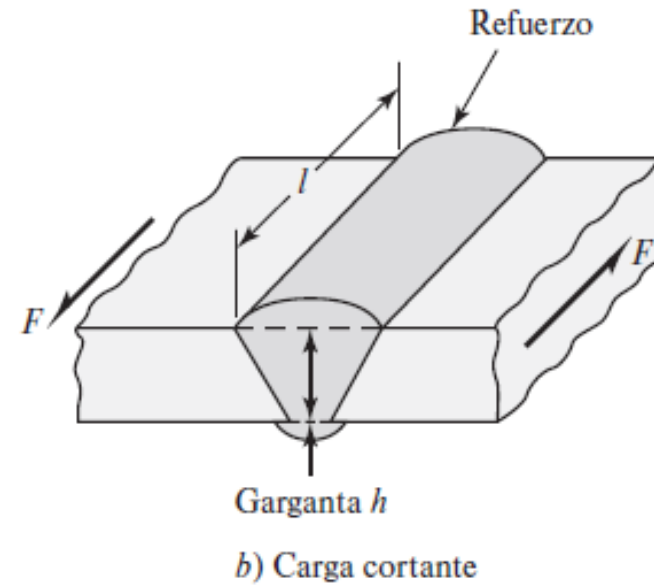
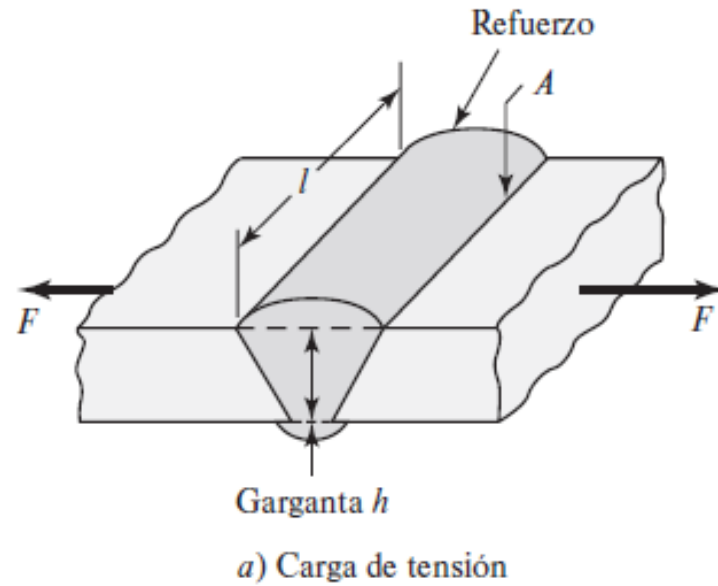
Soldaduras a tope o de ranura



Soldaduras especiales de ranura



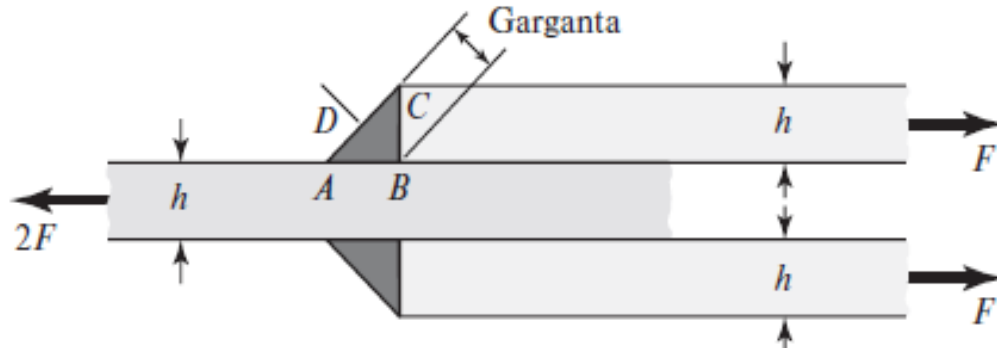
Soldaduras a tope y de filete



$$\sigma = \frac{F}{hl}$$

$$\tau = \frac{F}{hl}$$

Soldadura con filetes transversales.



$$F_s = F \operatorname{sen} \theta$$

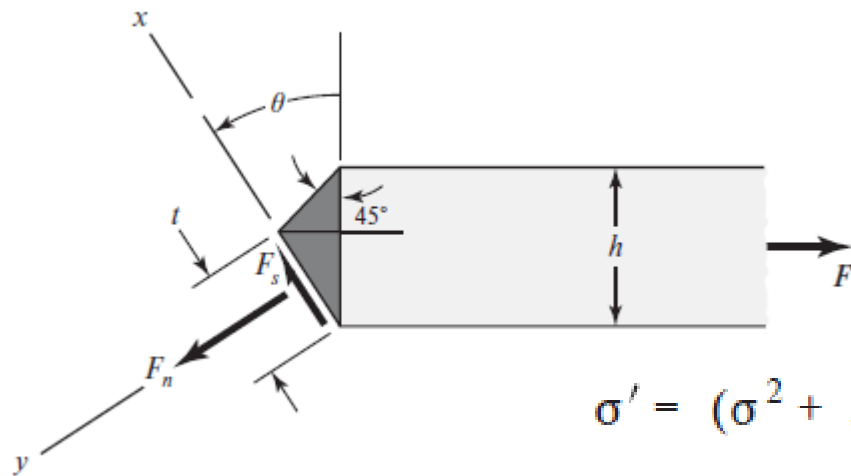
$$F_n = F \operatorname{cos} \theta$$

$$t = \frac{h}{\operatorname{cos} \theta + \operatorname{sen} \theta}$$

$$\frac{t}{\operatorname{sen} 45^\circ} = \frac{h}{\operatorname{sen}(180^\circ - 45^\circ - \theta)} = \frac{h}{\operatorname{sen}(135^\circ - \theta)} = \frac{\sqrt{2}h}{\operatorname{cos} \theta + \operatorname{sen} \theta}$$

$$\tau = \frac{F_s}{A} = \frac{F \operatorname{sen} \theta (\operatorname{cos} \theta + \operatorname{sen} \theta)}{hl} = \frac{F}{hl} (\operatorname{sen} \theta \operatorname{cos} \theta + \operatorname{sen}^2 \theta)$$

$$\sigma = \frac{F_n}{A} = \frac{F \operatorname{cos} \theta (\operatorname{cos} \theta + \operatorname{sen} \theta)}{hl} = \frac{F}{hl} (\operatorname{cos}^2 \theta + \operatorname{sen} \theta \operatorname{cos} \theta)$$



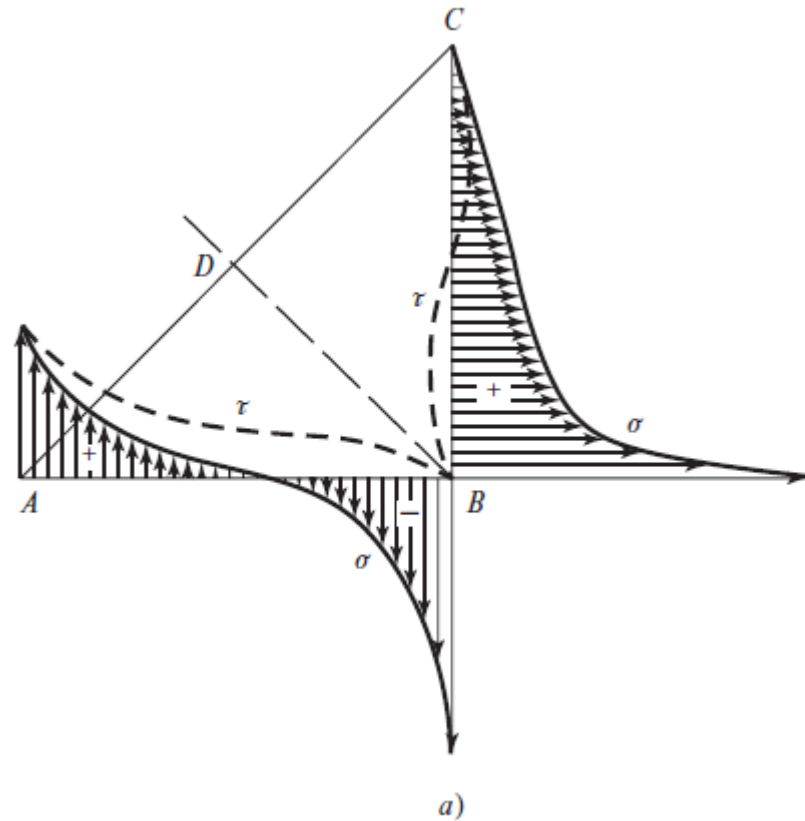
$$\sigma' = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2} = \frac{F}{hl} [(\operatorname{cos}^2 \theta + \operatorname{sen} \theta \operatorname{cos} \theta)^2 + 3(\operatorname{sen}^2 \theta + \operatorname{sen} \theta \operatorname{cos} \theta)^2]^{1/2}$$

$$\sigma' = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2} = \frac{F}{hl} [(\operatorname{cos}^2 \theta + \operatorname{sen} \theta \operatorname{cos} \theta)^2 + 3(\operatorname{sen}^2 \theta + \operatorname{sen} \theta \operatorname{cos} \theta)^2]^{1/2}$$

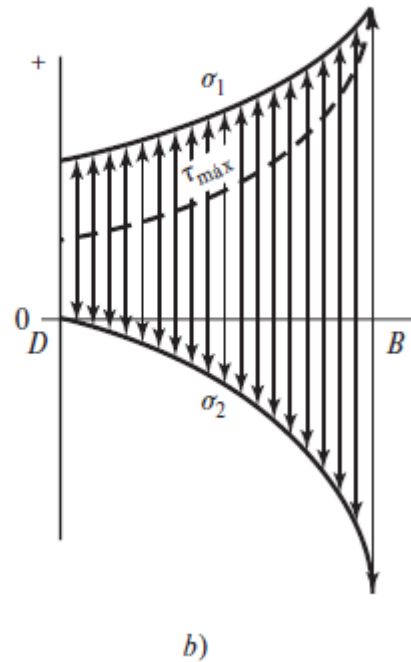
El esfuerzo de von Mises máximo ocurre en 62.5° con un valor de $\sigma = 2.16F/(hl)$.

Los valores correspondientes son $\tau = 1.196F/(hl)$ y $\sigma = 0.623F/(hl)$.

Distribución del esfuerzo en soldaduras de filete



Norris



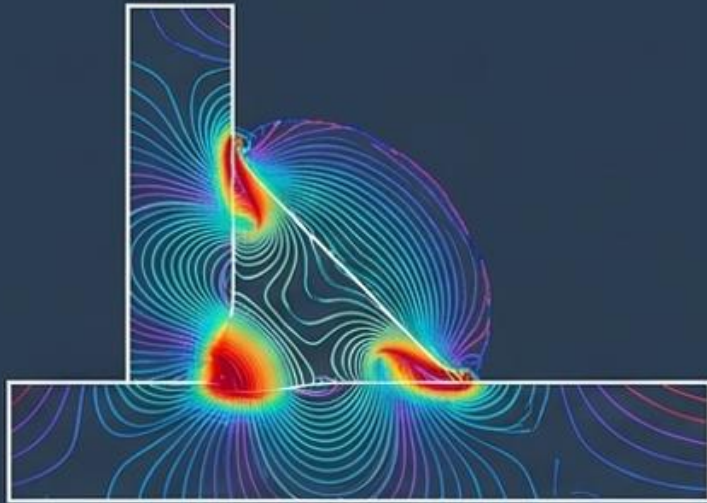
Salakian

- Considerar que las cargas externas soportan fuerzas cortantes en el área de la garganta de la soldadura. Debido a que no se toma en cuenta el esfuerzo normal en la garganta, los esfuerzos cortantes se incrementan lo suficiente para hacer que el modelo sea conservador.
- Utilizar la energía de distorsión para esfuerzos significativos.
- Limitar los casos típicos por código.

$$\tau = \frac{F}{0.707hl} = \frac{1.414F}{hl}$$

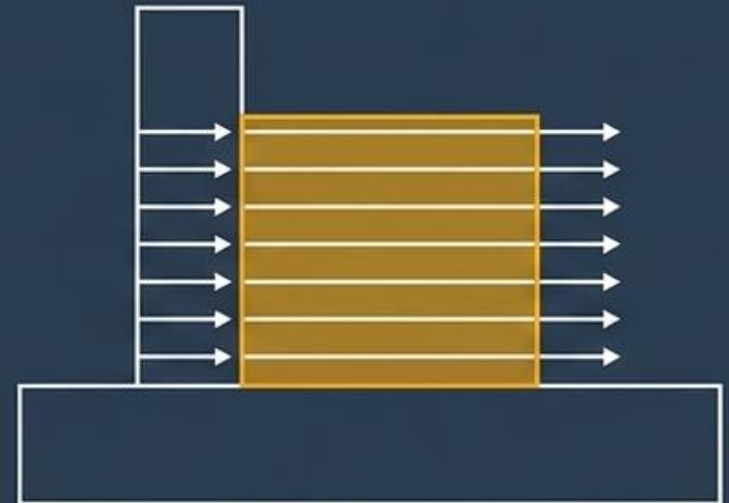
El Modelo Conservador: El Secreto del Diseño Seguro

La macrogeometría real es caótica, por lo que simplificamos la física asumiendo el peor escenario posible.



La Evidencia Experimental

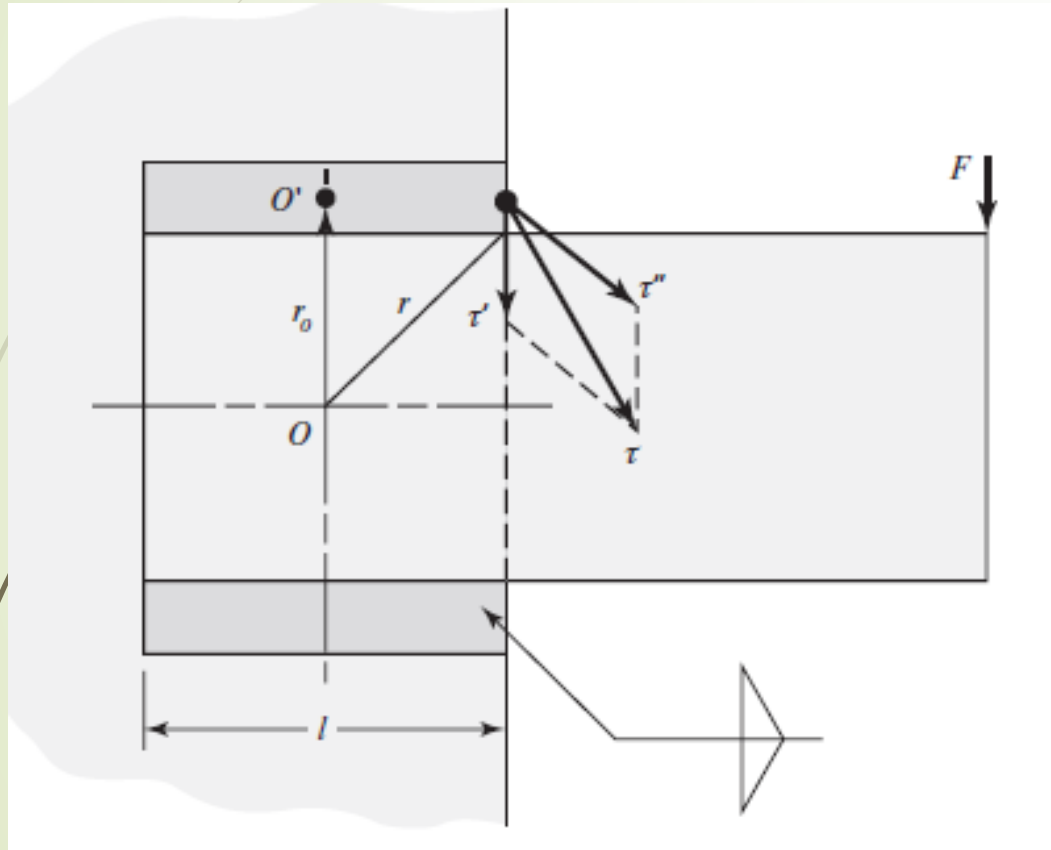
- Alta concentración de esfuerzos en la raíz y punta del filete.
- Picos de von Mises reales alcanzan $\sigma' = 2.16F / (hl)$ a 62.5° .
- Matemáticamente complejo e impredecible para maquinaria general.



El Algoritmo de Diseño

- Ignoramos el esfuerzo normal por completo.
- Asumimos que toda la fuerza genera exclusivamente esfuerzo cortante puro en la garganta.
- Ecuación Maestra: $\tau = F / (0.707hl) = 1.414F / hl$
- Resultado: Infla el esfuerzo calculado en un 17% extra, creando un margen de seguridad infalible.

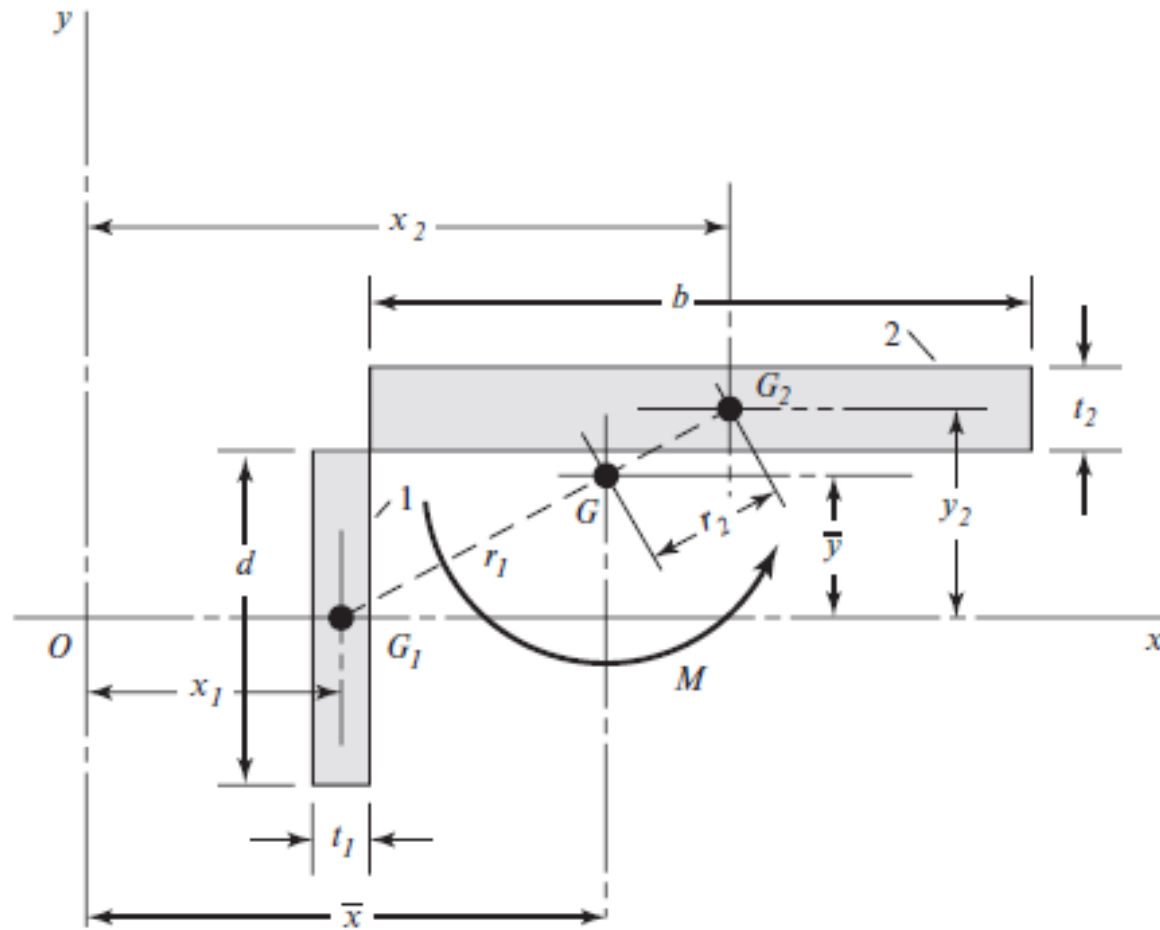
Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a torsión



$$\tau' = \frac{V}{A}$$

$$\tau'' = \frac{Mr}{J}$$

Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a torsión



$$\bar{x} = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2}{A} \quad \bar{y} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2}{A}$$

$$\tau' = \frac{V}{A}$$

$$\tau'' = \frac{Mr}{J}$$

$$I_x = \frac{t_1 d^3}{12}$$

$$I_y = \frac{d t_1^3}{12}$$

$$J_{G1} = I_x + I_y = \frac{t_1 d^3}{12} + \frac{d t_1^3}{12}$$

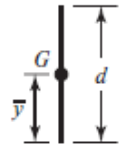
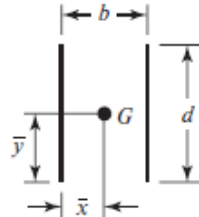
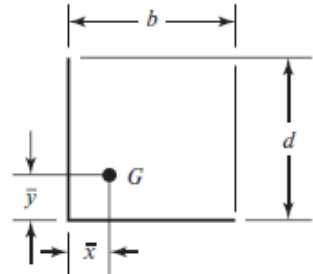
$$J_{G2} = \frac{b t_2^3}{12} + \frac{t_2 b^3}{12}$$

$$J = (J_{G1} + A_1 r_1^2) + (J_{G2} + A_2 r_2^2)$$

$$J = 0.707 h J_u$$

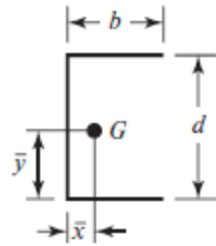
Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a torsión

Propiedades torsionales de las soldaduras de filete*

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento polar unitario del área
1. 	$A = 0.707 hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
2. 	$A = 1.414 hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
3. 	$A = 0.707h(b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b + d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b + d)}$	$J_u = \frac{(b + d)^4 - 6b^2d^2}{12(b + d)}$

Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a torsión

4.



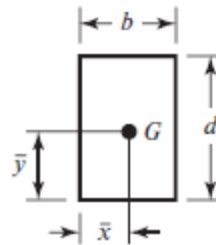
$$A = 0.707h(2b + d)$$

$$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$$

$$\bar{y} = d/2$$

$$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b + d}$$

5.



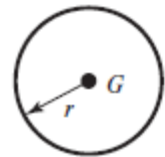
$$A = 1.414h(b + d)$$

$$\bar{x} = b/2$$

$$\bar{y} = d/2$$

$$J_u = \frac{(b + d)^3}{6}$$

6.

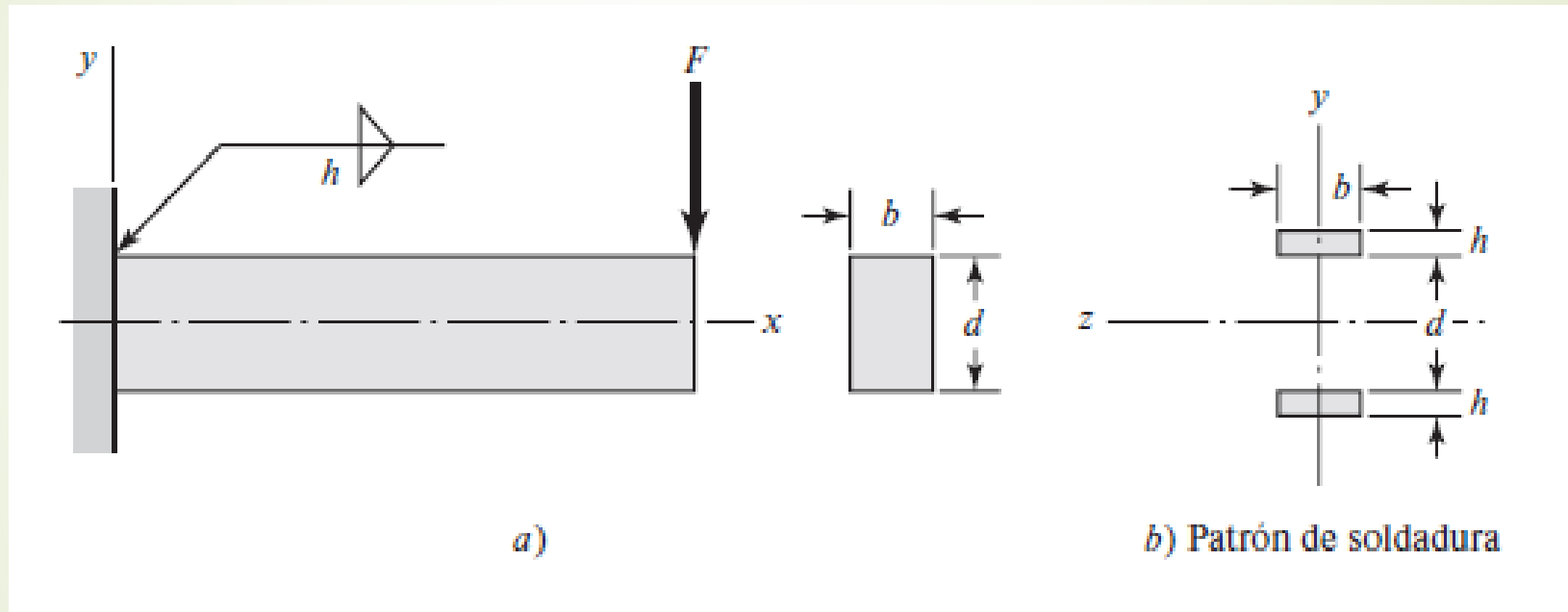


$$A = 1.414 \pi hr$$

$$J_u = 2\pi r^3$$

* G es el centroide del grupo de soldaduras; h es el tamaño de la soldadura; el plano del par de torsión está en el plano de la página; todas las soldaduras son de ancho unitario.

Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a flexión



$$\tau' = \frac{V}{A}$$

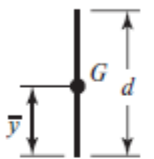
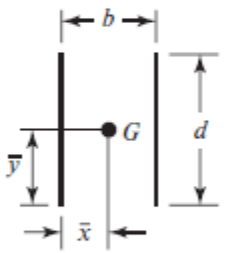
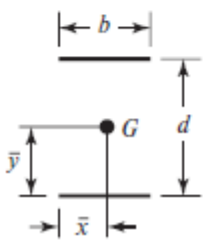
$$\tau'' = \frac{Mc}{I} = \frac{Md/2}{0.707hbd^2/2} = \frac{1.414M}{bdh}$$

$$I = 0.707hI_u = 0.707h \frac{bd^2}{2}$$

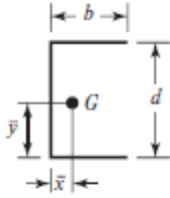
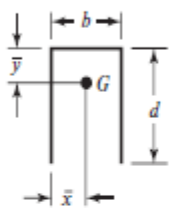
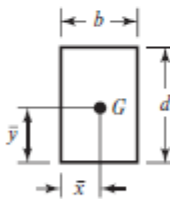
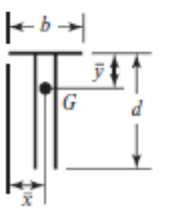
$$\tau = (\tau'^2 + \tau''^2)^{1/2}$$

Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a flexión

Propiedades flexionantes de las soldaduras de filete*

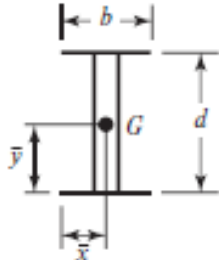
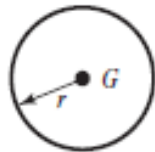
Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
1. 	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
2. 	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
3. 	$A = 1.414hb$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$

Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a flexión

<p>4.</p> 	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
<p>5.</p> 	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
<p>6.</p> 	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
<p>7.</p> 	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$

Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a flexión

Propiedades flexionantes de las soldaduras de filete* (continuación)

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
8. 	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
9. 	$A = 1.414\pi hr$		$I_u = \pi r^3$

* I_u , segundo momento de área, se toma respecto de un eje horizontal que pasa por G, el centroide del grupo de soldaduras, siendo h el tamaño de la soldadura; el plano del par flexionante es normal al plano de la página y paralelo al eje y; todas las soldaduras son del mismo tamaño.

Resistencia de las uniones soldadas

Número de electrodo AWS*	Resistencia a la tensión, kpsi (MPa)	Resistencia a la fluencia, kpsi (MPa)	Elongación porcentual
E60xx	62 (427)	50 (345)	17-25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14-17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13-16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14

* Sistema de numeración del código de especificaciones de la American Welding Society (AWS) para electrodos. En este sistema se usa como prefijo la letra E, en un sistema de numeración de cuatro o cinco dígitos en el cual los primeros dos o tres números designan la resistencia aproximada a la tensión. El último dígito incluye variables en la técnica de soldadura, como la fuente de corriente. El penúltimo dígito indica la posición de la soldadura, por ejemplo, plana, vertical o sobre la cabeza. El conjunto completo de especificaciones se puede obtener solicitándolo a la AWS.

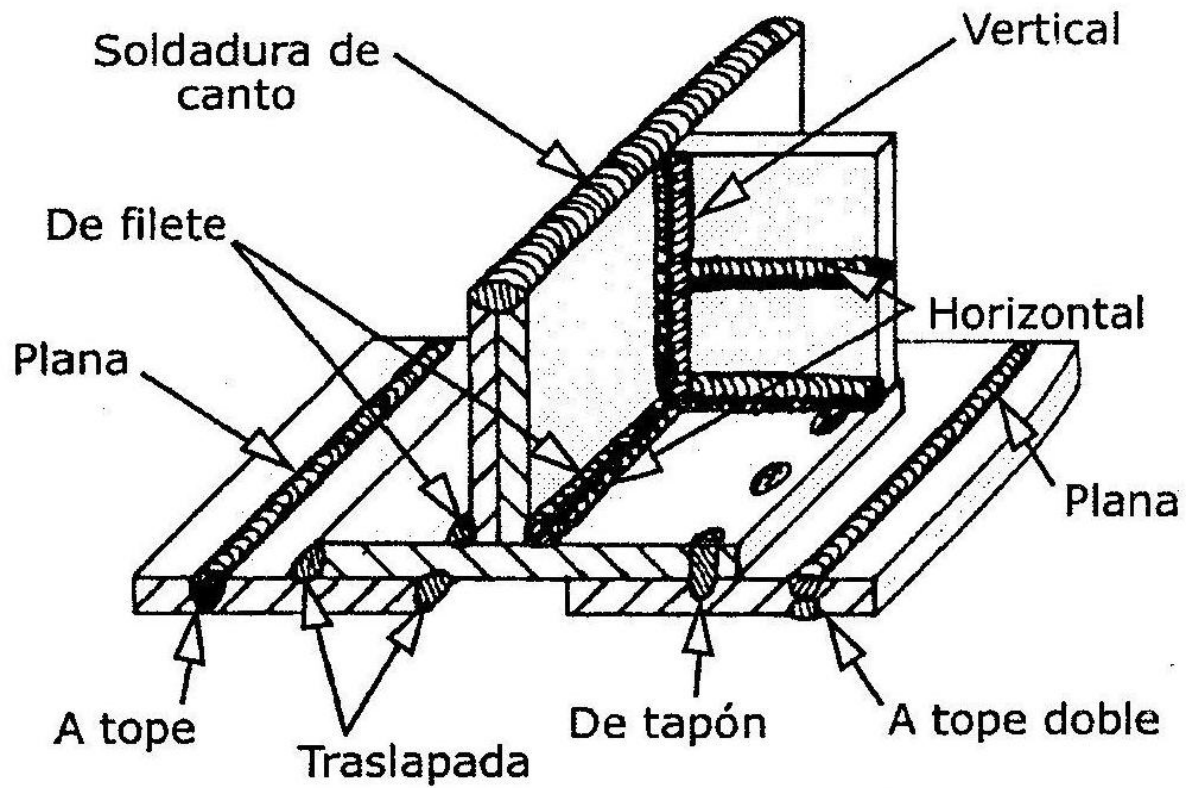


Fig. 2.15 Denominación de los tipos de soldadura

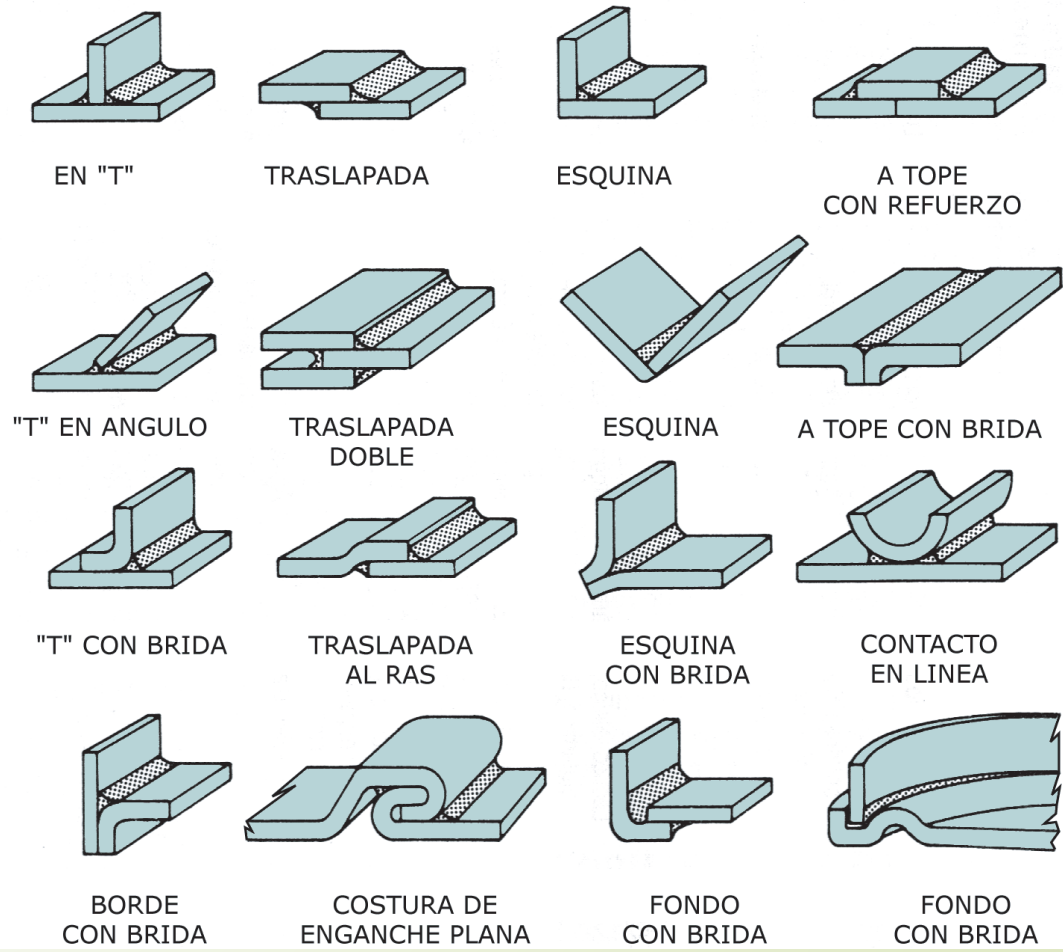


Tabla Interpretativa Ultimo digito

Última cifra	Tipo de corriente	Tipo de Revestimiento	Tipo de Arco	Penetración
E XX10	CCPI Polaridad inversa	Orgánico ⁽¹⁾	Fuerte	Profunda ⁽²⁾
E XX11	CA ó CCPI Polaridad inversa	Orgánico	Fuerte	Profunda
E XX12	CA ó CCPD Polaridad directa	Rutilo	Mediano	Mediana
E XX13	CA ó CC Ambas polaridades	Rutilo	Suave	Ligera
E XX14	CA ó CCPI Polaridad inversa	Rutilo	Suave	Ligera
E XX15	CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Mediano	Mediana
E XX16	CA ó CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Mediano	Mediana
E XX17	CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Suave	Mediana
E XX18	CA ó CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Mediano	Mediana

⁽¹⁾ E 6010: Orgánico; E 6020: Mineral; E 6020: CA y CC polaridad directa.

⁽²⁾ E 6010: profunda; E 6020: Media.

Porcentaje aproximado de aleación en el deposito de la soldadura

A1	0.5% Mo
B1	0.5% Cr, 0.5% Mo
B2	1.25% Cr, 0.5% Mo
B3	2.25% Cr, 1.0% Mo
B4	2.0% Cr, 0.5% Mo
B5	0.5% Cr, 1.0% Mo
C1	2.5% Ni
C2	3.25% Ni
C3	1.0% Ni, 0.35% Mo, 0.15% Cr
D1 y D2	0.25-0.45% Mo, 1.75% Mn
G(*)	0.5% mín. Ni, 0.3% mín. Cr, 0.2% mín Mo, 0.1% mín. V, 1.0% mín Mn

(*) Solamente se requiere un elemento de esta serie para alcanzar la clasificación G.

Clasificación AWS	Tipo de Revestimiento	Posición de soldeo	Corriente eléctrica
E 6010	Alta celulosa, sodio	F, V, OH, H	CC (+)
E 6011	Alta celulosa, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC(+)
E 6012	Alto titanio, sodio	F, V, OH, H	CA, CC (-)
E 6013	Alto titanio, potasio	F, V, OH, H	CA, CC (+) ó CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	H-Filete	CA, CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7014	Hierro en polvo, titanio	F, V, OH, H	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7015	Bajo hidrógeno, sodio	F, V, OH, H	CC (+)
E 7016	Bajo hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7018	Bajo hidrógeno, potasio, hierro en polvo	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7018M	Bajo hidrógeno, hierro en polvo	F, V, OH, H	CC (+)
E 7024	Hierro en polvo, titanio	H-Filete, F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	H-Filete	CA, CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7028	Bajo hidrógeno, potasio	H-Filete, F	CA ó CC (+)
E 7028	Hierro en polvo		
E 7048	Bajo hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7047	Hierro en polvo	F, V, OH, HV-Descendente	

Esfuerzos permisibles del Código AISC para metal de aporte

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n^*
Tensión	A tope	$0.60S_y$	1.67
Aplastamiento	A tope	$0.90S_y$	1.11
Flexión	A tope	$0.60-0.66S_y$	1.52-1.67
Compresión simple	A tope	$0.60S_y$	1.67
Cortante	A tope o de filete	$0.30S_{ut}^\dagger$	

* El factor de seguridad n se ha calculado mediante la teoría de la energía de distorsión.

† El esfuerzo cortante en el metal base no debe exceder de $0.40S_y$ del metal base.

Factores de concentración del
esfuerzo, K_{fs}

Tipo de soldadura	K_{fs}
A tope reforzada	1.2
De filete transversal, en la punta	1.5
De filetes paralelos, en el extremo	2.7
A tope en T, con esquinas agudas	2.0

TABLA 2.1 Especificaciones AWS A5.1-69 y A5.5-69

a. La letra E antepuesta a las cuatro o cinco cifras identifica a los electrodos aptos para soldadura por arco.

b. Los primeros dos números de los cuatro o los tres números de los cinco indican la resistencia mínima a la tracción.

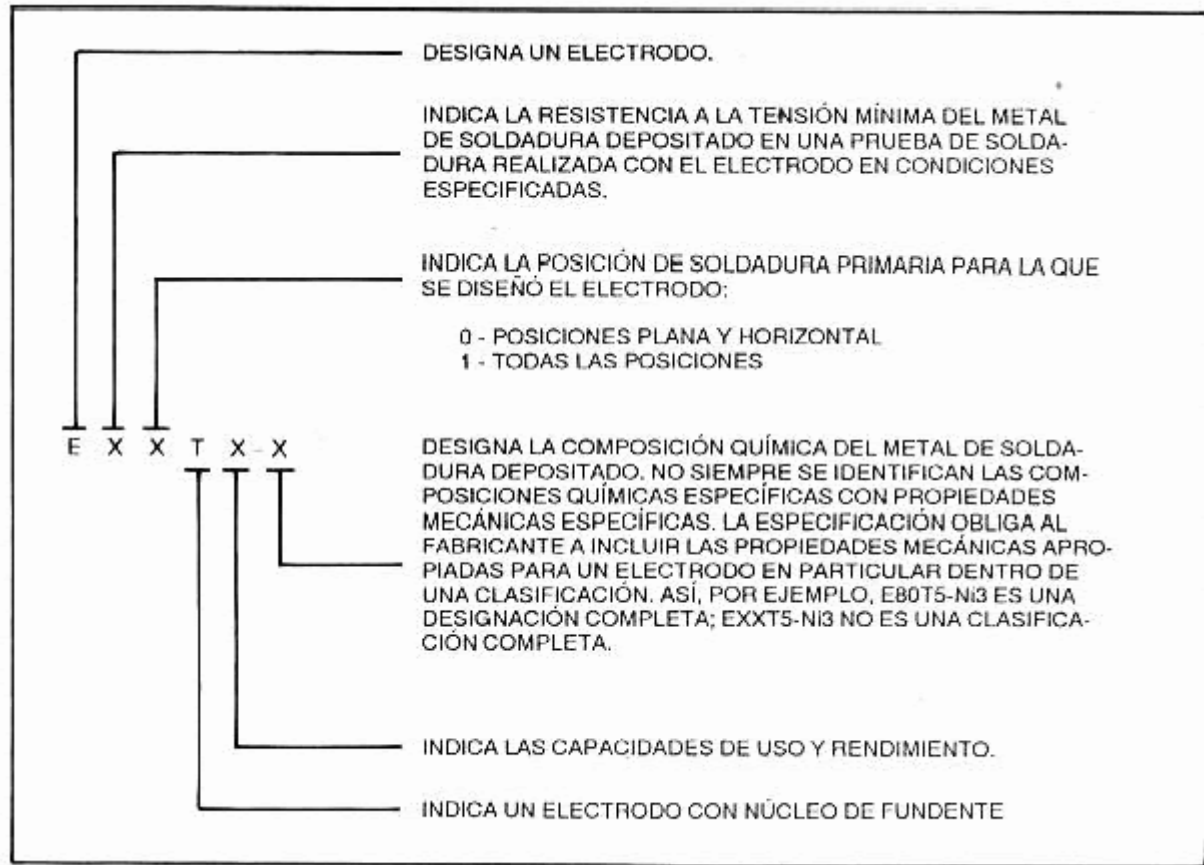
E60XX	60.000 psi mínimo.
E70XX	70.000 psi mínimo.
E110XX	110.000 psi mínimo.

c. El próximo dígito indica las posiciones posibles de soldadura.

EXX1X	Todas las posiciones.
EXX2X	Plana y horizontal solamente.

d. La letra con un número final (por ejemplo EXXX-A1) indica la aleación aproximada del metal depositado por soldadura.

- A1 0,5% Mo
- B1 0,5% Cr; 0,5% Mo
- B2 1,25% Cr; 0,5% Mo
- B3 2,25% Cr; 1% Mo
- B4 2% Cr; 0,5% Mo
- B5 0,5% Cr; 1% Mo
- C1 2,5% Ni
- C2 3,25 Ni
- C3 1% Ni; 0,35% Mo; 0,15% Cr
- D1 y D2 0,25-0,45% Mo; 1,75% Mn
- G 0,5% ≤ Ni; 0,3% ≤ Cr; 0,2% ≤ Mo; 0,1% ≤ V; 1% ≤ Mn
(sólo un elemento de la lista)



- E XX1X Todas la posiciones
- E XX2X Posición plana y filete horizontal
- E XX4X Todas las posiciones, especialmente vertical descendente.

- PLANA – FACIL, RAPIDA, MEJOR PENETRACIÓN DEL METAL
- HORIZONTAL - FACIL, RAPIDA, MEJOR PENETRACIÓN DEL METAL
- VERTICAL – SOLO CUANDO SE VA SOLDAR MEDIANTE CC
- SOBRE LA CABEZA – DIFICIL, SOLO CUANDO SE VA A SOLDAR MEDIANTE CC

TABLA 2.2 Especificaciones AWS A5.1-69

Código	Corriente	Cobertura
EXX10	CC (-) solamente	Orgánica
EXX11	CA ó CC (+)	Orgánica
EXX12	CA ó CC (-)	Rutílica
EXX13	CA ó CC (±)	Rutílica
EXX14	CA ó CC (±)	Rutilo-Hierro 30%
EXX15	CC (-) solamente	Bajo hidrógeno
EXX16	CA ó CC (+)	Bajo hidrógeno
EXX18	CA ó CC (+)	Bajo H ₂ -Hierro 25%
EXX20	CA ó CC (±)	Alto óxido férrico
EXX24	CA ó CC (±)	Rutilo-Hierro 50%
EXX27	CA ó CC (±)	Mineral-Hierro 50%
EXX28	CA ó CC (+)	Bajo H ₂ -Hierro 50%

ULTIMO DIGITO	CORRIENTE Y POLARIDAD		ESCORIA	ARCO	PENETRACION
0	-	CC+	Orgánica	Enérgico	Mucha
1	CA	CC+	Orgánica	Enérgico	Mucha
2	CA	CC-	Rutílica	Medio	Mediana
3	CA	CC-	Rutílica	Suave	Poca
4	CA	CC-	Rutílica	Suave	Poca
5	-	CC+	Básica	Medio	Mediana
6	CA	CC+	Básica	Medio	Mediana
7	CA	CC	Mineral	Suave	Mediana
8	CA	CC+	Básica	Medio	Mediana



Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete

Nivel de resistencia del metal de aporte (EXX)							
	60*	70*	80	90*	100	110*	120
Esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial							
$\tau =$	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal							
$\dagger f =$	12.73h	14.85h	16.97h	19.09h	21.21h	23.33h	25.45h
Tamaño del cateto h, pulg	Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal						
1	12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45
7/8	11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27
3/4	9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09
5/8	7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91
1/2	6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73
7/16	5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14
3/8	4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54
5/16	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95
1/4	3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36
3/16	2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77
1/8	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18
1/16	0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59

* En realidad, las soldaduras de filete fueron ensayadas por el AISC-AWS Task Committee.

$\dagger f = 0.707\tau_{perm}$

Programa B: tamaño mínimo de soldadura de filete, h

Esesor del material de la parte unida más gruesa, pulg	Tamaño de la soldadura, pulg
* Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive	$\frac{1}{8}$
Mayor que $\frac{1}{4}$ Hasta $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$
Mayor que $\frac{1}{2}$ Hasta $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
\dagger Mayor que $\frac{3}{4}$ Hasta $1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$
Mayor que $1\frac{1}{2}$ Hasta $2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
Mayor que $2\frac{1}{4}$ Hasta 6	$\frac{1}{2}$
Mayor que 6	$\frac{5}{8}$

No se debe exceder el espesor de la parte más delgada.

* El tamaño mínimo para aplicaciones en puentes no puede ser menor a $\frac{3}{16}$ pulg.

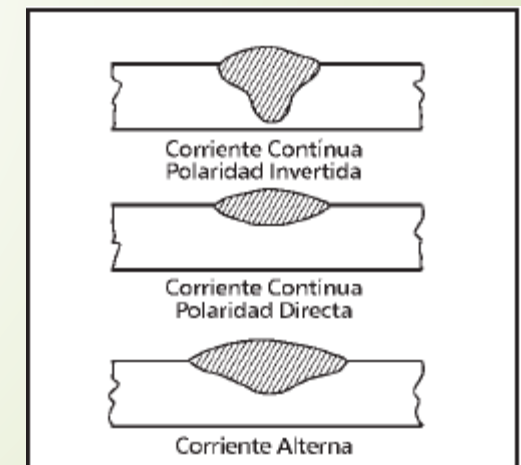
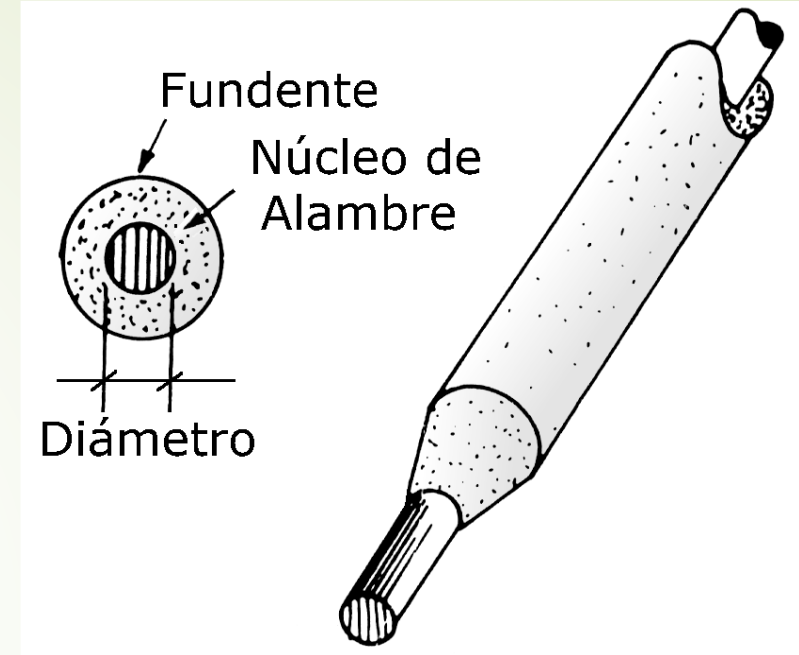
\dagger Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de $\frac{1}{16}$ pulg por cada $\frac{1}{4}$ pulg de material.

La medida del electrodo a utilizar depende de los siguientes factores:

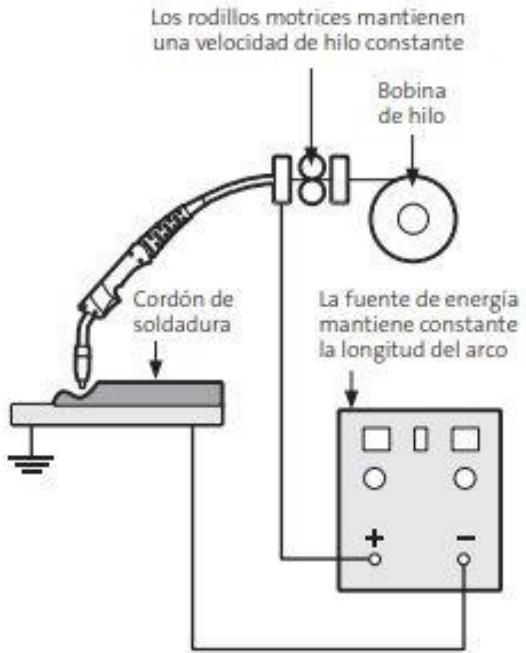
1. *Espesor del material a soldar.*
2. *Preparación de los bordes o filos de la unión a soldar.*
3. *La posición en que se encuentra la soldadura a efectuar (plana, vertical, horizontal, sobre la cabeza).*
4. *La pericia que posea el soldador.*

El amperaje a utilizar para realizar la soldadura dependerá de:

1. *Tamaño del electrodo seleccionado.*
2. *El tipo de recubrimiento que el electrodo posea.*
3. *El tipo de equipo de soldadura utilizado (CA; CC directa e inversa).*



SOLDADURA MIG/MAG



SOLDADURA TIG

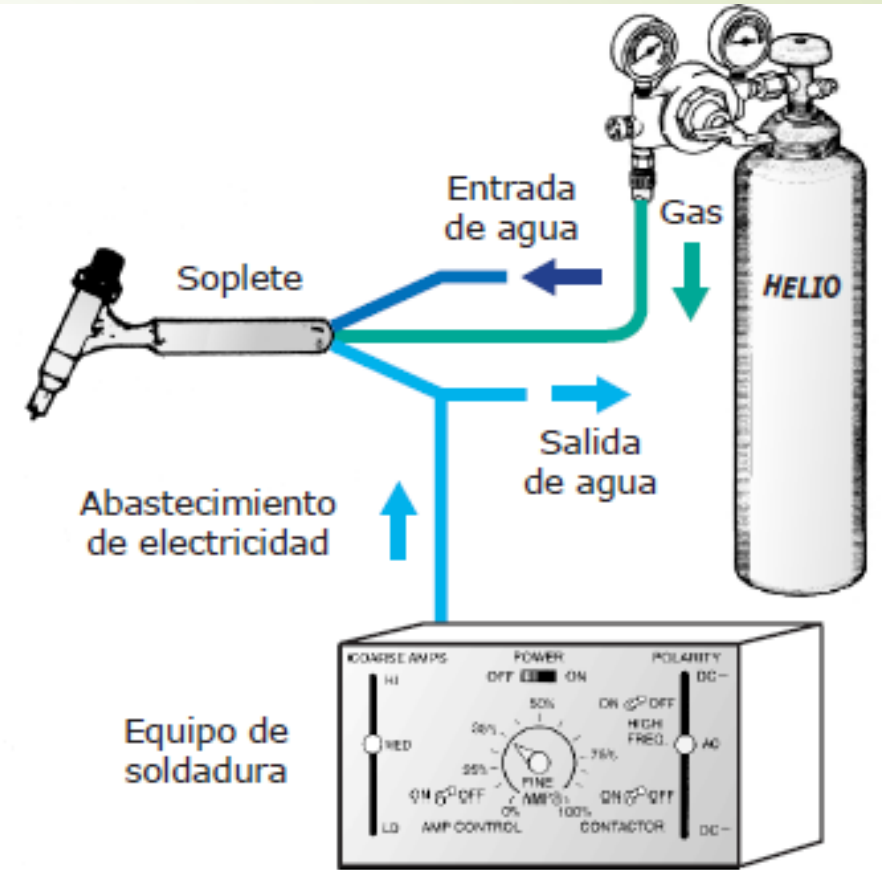
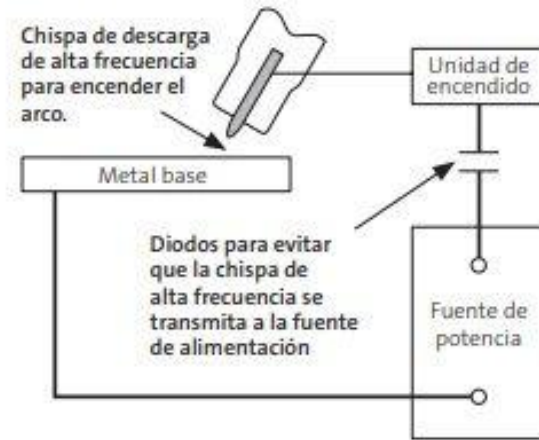
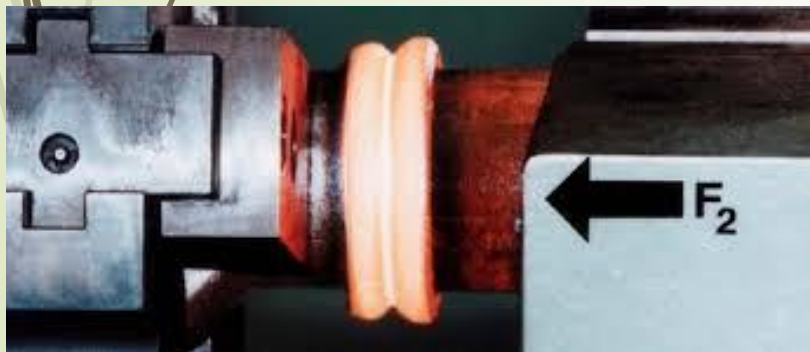
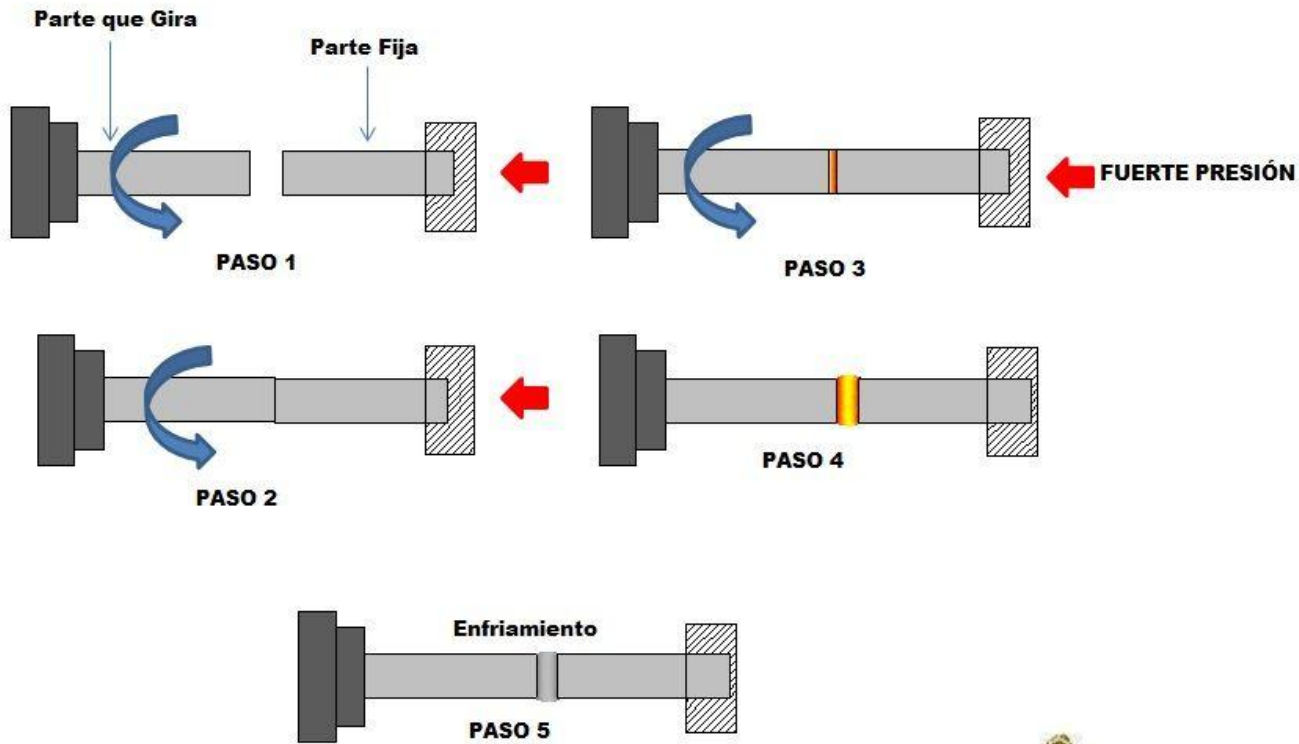


Fig. 3.1 Esquema de un sistema para soldadura de arco TIG

MIG para metales no ferrosos, gas inerte (helio, argón, etc)
MAG para metales ferrosos, gas activo (CO₂)

PASOS EN LA SOLDADURA POR FRICCIÓN



SOLDADURA OXIACETILÉNICA

