FACULTAD DE INGENIERÍA

SOLDADURA

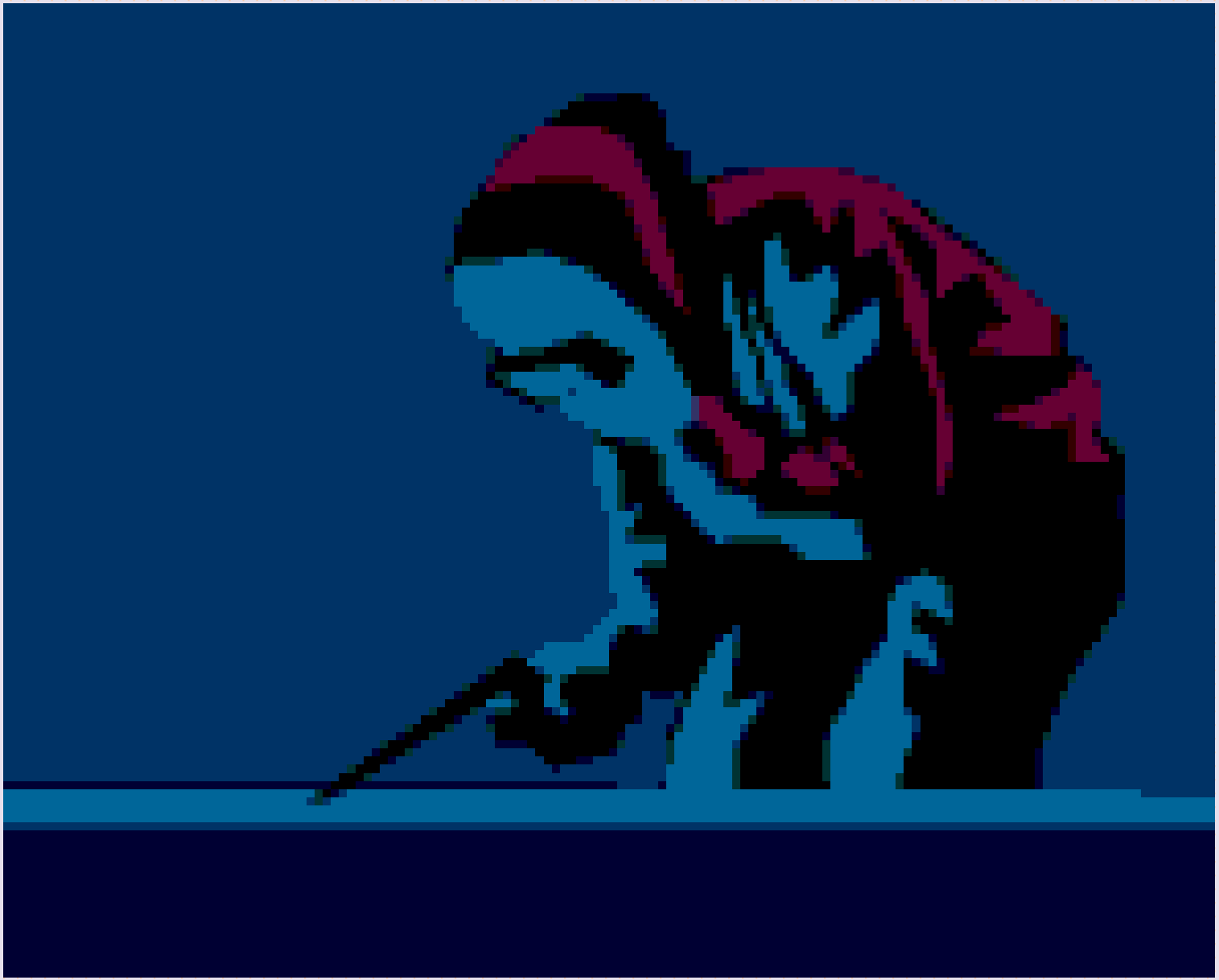
ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Ing. Carlos Barrera-2026

UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS



16:46

Ing. Carlos Barrera

UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS

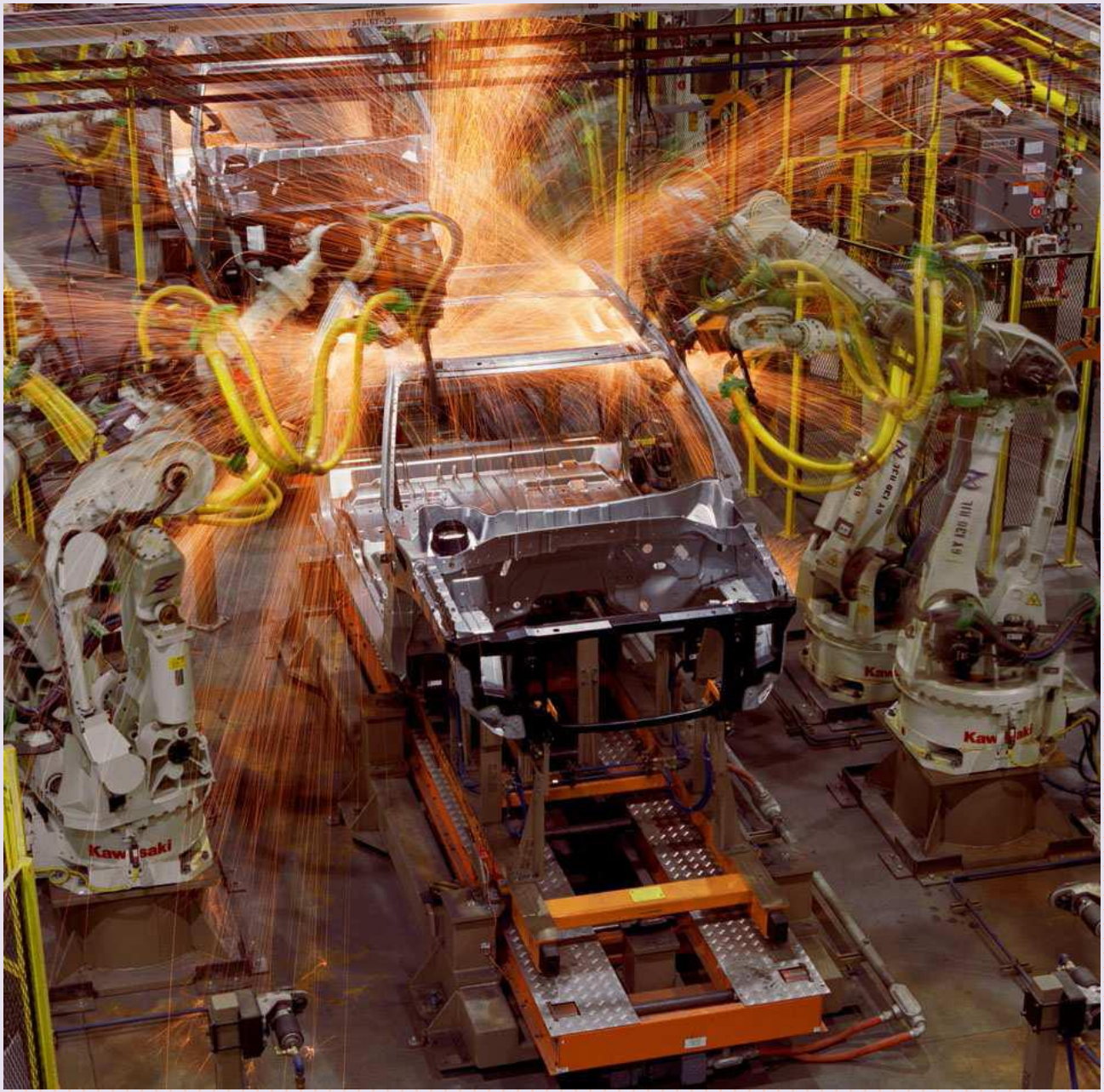


16:46

UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS



16:46

La soldadura es un proceso de unión permanente de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos, o más, partes mediante la aplicación conveniente de calor, presión o ambas a la vez.

La integración de las partes que se unen mediante soldadura se denomina una UNIÓN SOLDADA.

En algunos casos se agrega un material de aporte o relleno para facilitar la fusión.

Varias organizaciones hacen investigación y publicaciones sobre soldadura, así como sobre sus requerimientos. Algunas son:

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) - https://www.iram.org.ar/

Instituto Estadounidense de la Construcción con Acero (AISC) – http://www. aisc.org/

Instituto Estadounidense del Petróleo (API) – http://www. api.org/

Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (ASME) – http://www. asme.org/

Sociedad Estadounidense de Soldadura (AWS) – http://www. aws.org/

Fundación de Soldadura con Arco, James F. Lincoln – http://www. jflf.org/

Consejo de Investigación de Soldadura – http://www. forengineers.org

Su importancia comercial y tecnológica se deriva de lo siguiente:

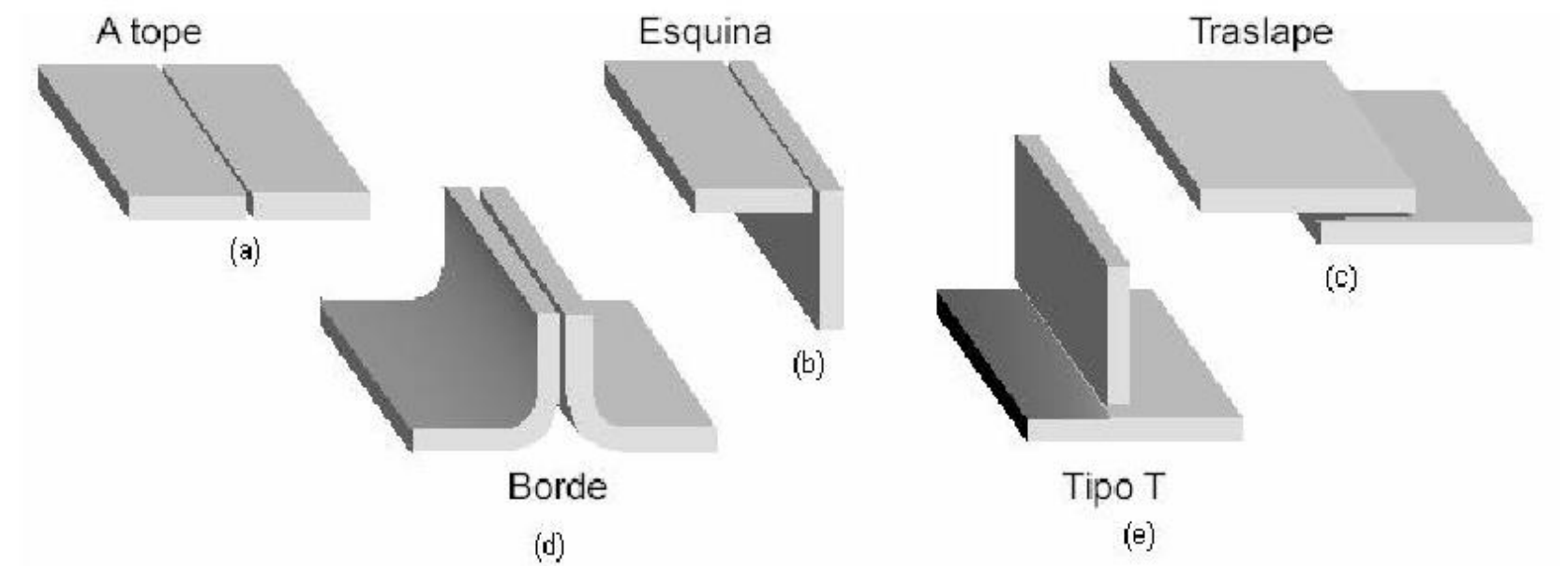
- La soldadura proporciona una unión permanente.
- La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales si se usa un metal de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a las de los materiales originales y se emplean técnicas de soldadura adecuadas.
- En general, es la forma más económica de unir componentes.
- La soldadura no se limita al ambiente de fábrica. Puede realizarse en el campo.

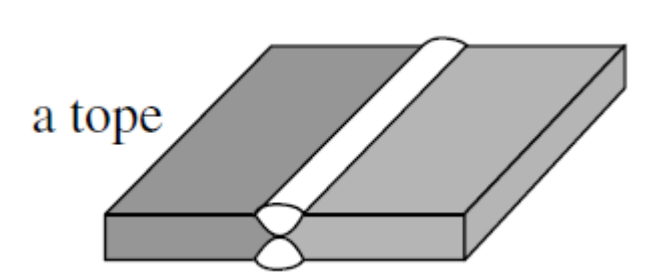
La soldadura tiene también ciertas limitaciones y desventajas:

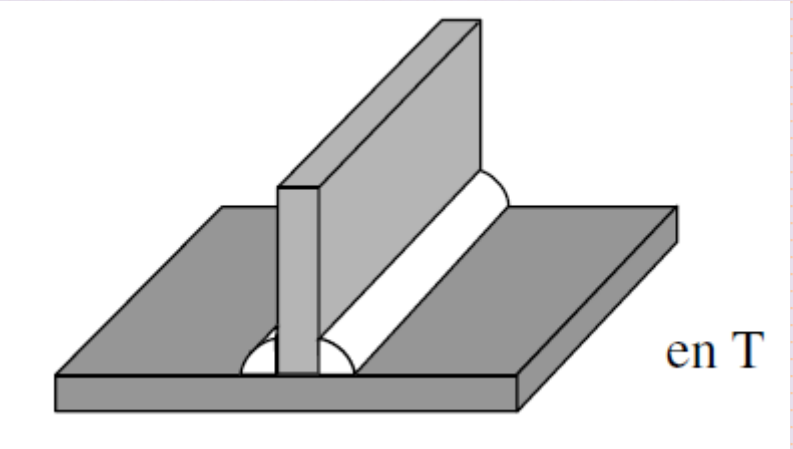
- La mayoría de las operaciones de soldadura se realizan en forma manual y son elevadas en términos de costo de mano de obra.
- Muchas operaciones de soldadura se consideran cuestiones especializadas y no son muchas las personas que las realizan.
- Casi todos los procesos de soldadura implican el uso de mucha energía y por lo tanto resultan peligrosos.
- Dado que la soldadura obtiene una unión permanente entre los componentes, no permite un desmontaje adecuado.
- La unión soldada puede padecer ciertos defectos de calidad que son difíciles de detectar. Los defectos pueden reducir la resistencia de la unión.

TIPOS DE UNIONES

Hay cinco tipos básicos de uniones para integrar dos partes de una junta, de acuerdo al siguiente detalle:







TIPOS DE SOLDADURAS

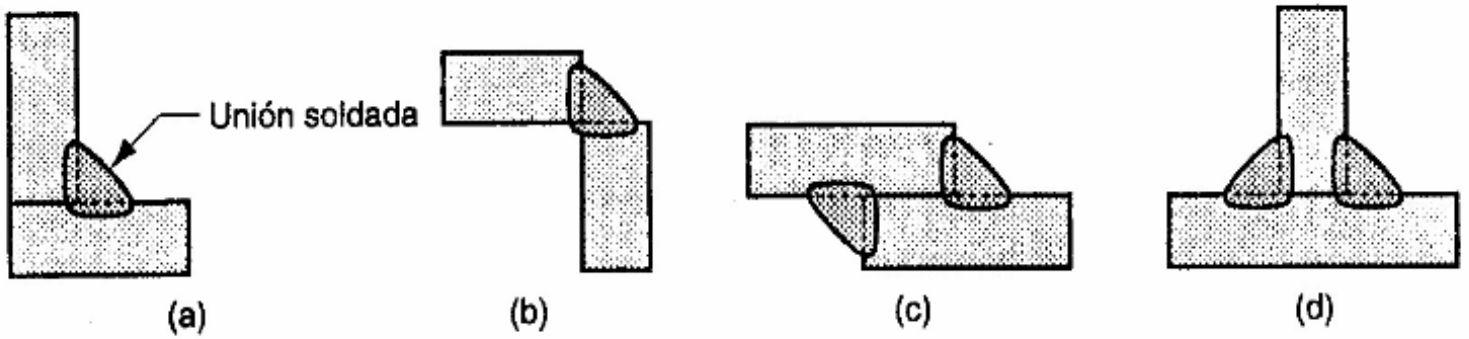


FIGURA 43 Diversas formas de soldadura de filete: a) unión de esquina con filete interno único, b) unión de esquina con filete externo único, c) unión sobrepuesta con filete doble, y d) unión en T con filete doble. Las líneas con guiones muestran los bordes originales de las placas.

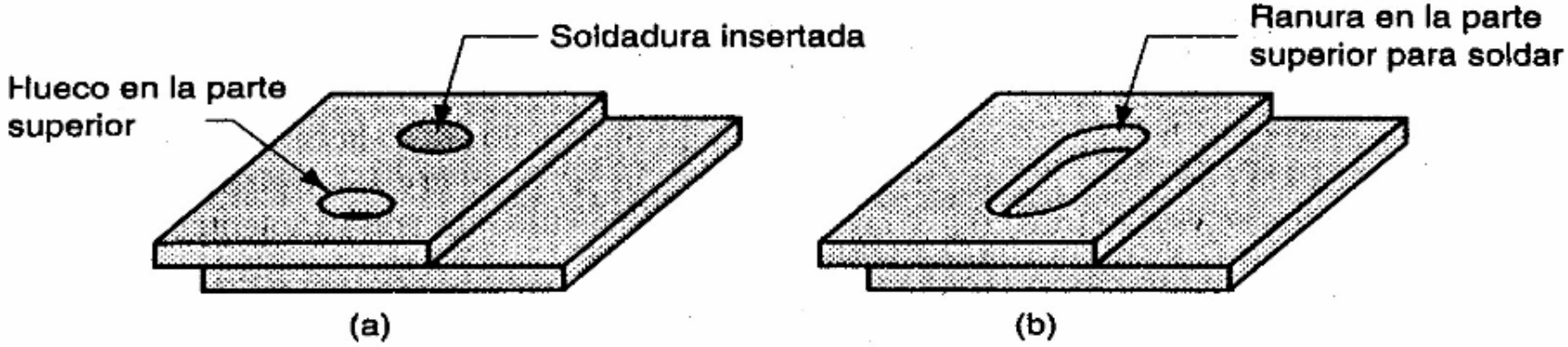


FIGURA 4.5 (a) Soldadura con inserto y (b) soldadura en ranura.

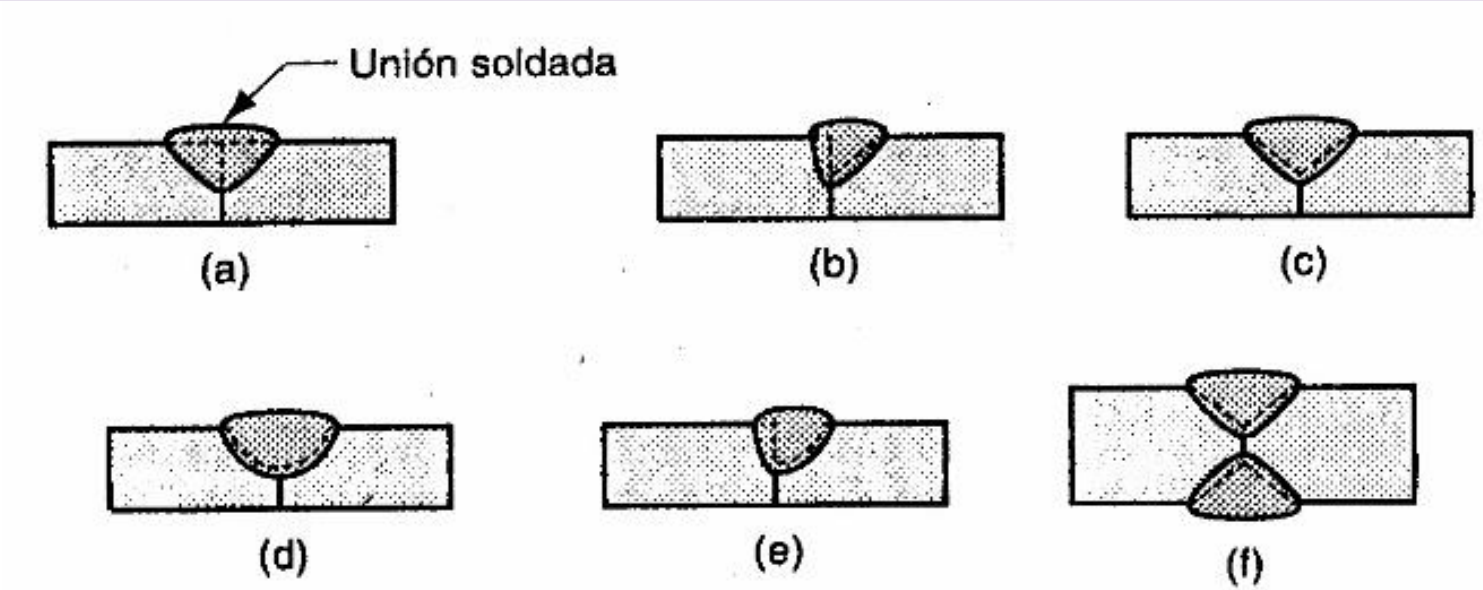
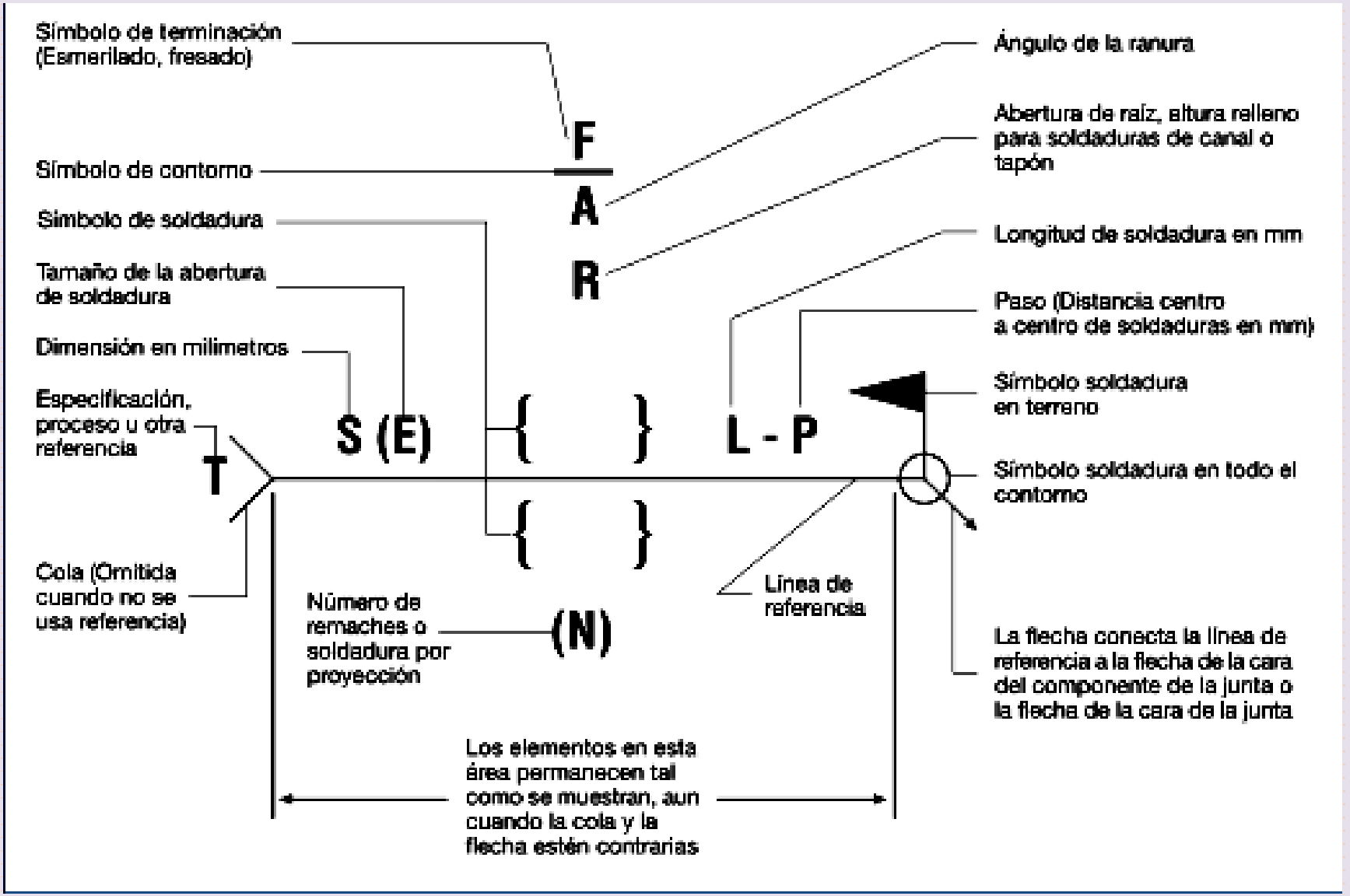


FIGURA 4.4 Algunas soldaduras con bisel típicas: a) soldadura con bisel cuadrado en un lado; b) soldadura con bisel único; c) soldadura con bisel en V único; d) soldadura con bisel en U único; e) soldadura con bisel en J único; f) soldadura con surco en X para secciones mas gruesas. Las líneas con guiones muestran los bordes originales de las partes.


Símbolo de terminación (Esmerilado, fresado)
Símbolo de contorno
Símbolo de soldadura
Tamaño de la abertura de soldadura
Dimensión en milímetros
Especificación, proceso u otra referencia
Cola (Omitida cuando no se usa referencia)
Número de remaches o soldadura por proyección
Ángulo de la ranura
Abertura de raíz, altura relleno para soldaduras de canal o tapón
Longitud de soldadura en mm
Paso (Distancia centro a centro de soldaduras en mm)
Símbolo soldadura en terreno
Símbolo soldadura en todo el contorno
Línea de referencia
La flecha conecta la línea de referencia a la flecha de la cara del componente de la junta o la flecha de la cara de la junta
Los elementos en esta área permanecen tal como se muestran, aun cuando la cola y la flecha estén contrarias
F
A
R
S (E)
L - P
T
(N)

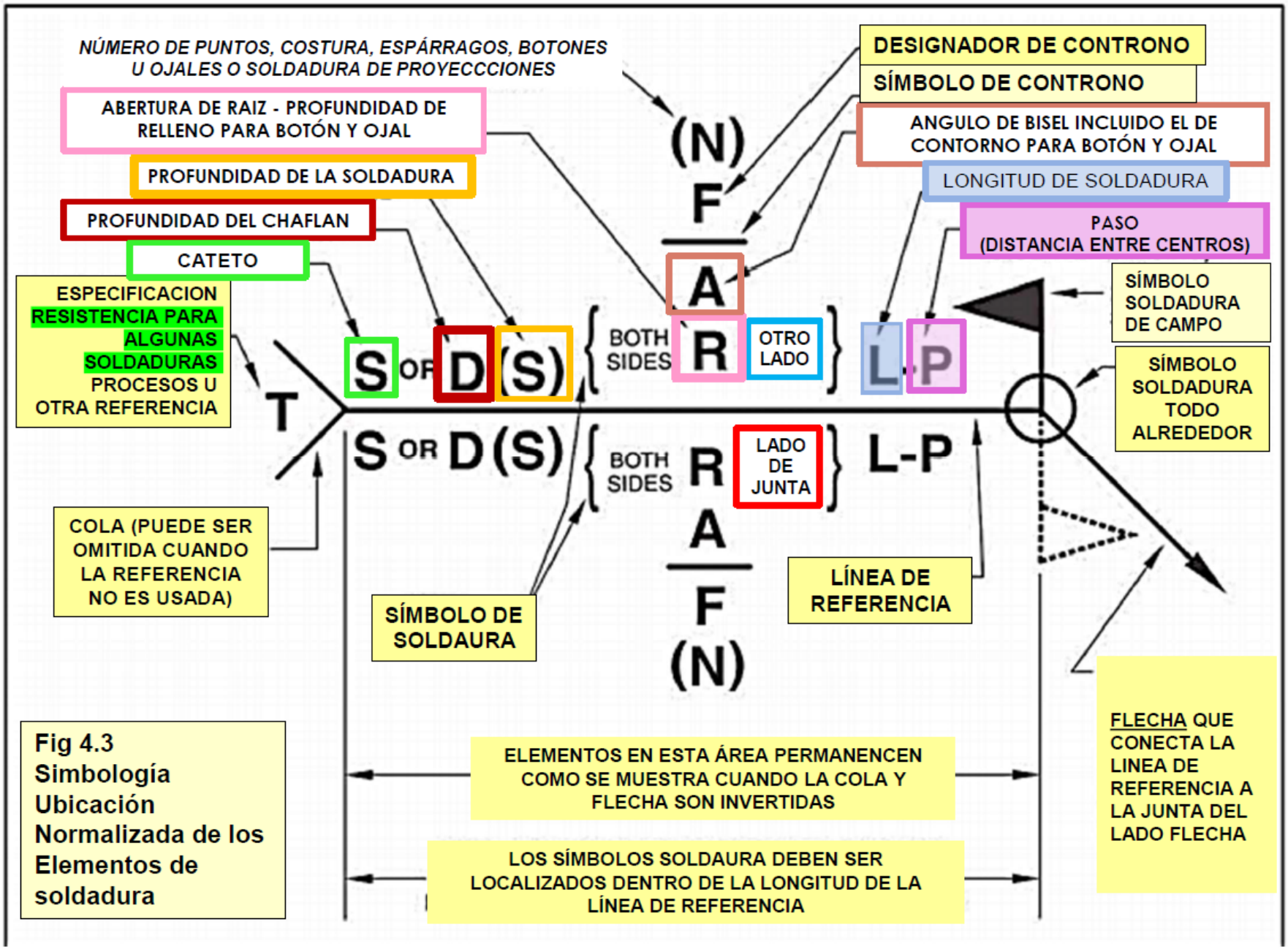
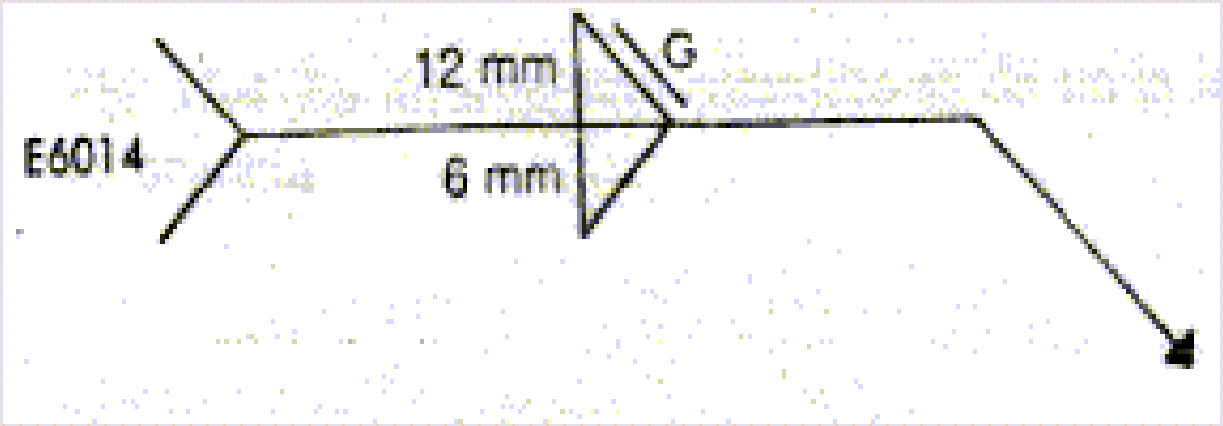


Fig 4.3
Simbología
Ubicación
Normalizada de los
Elementos de
soldadura

16:46

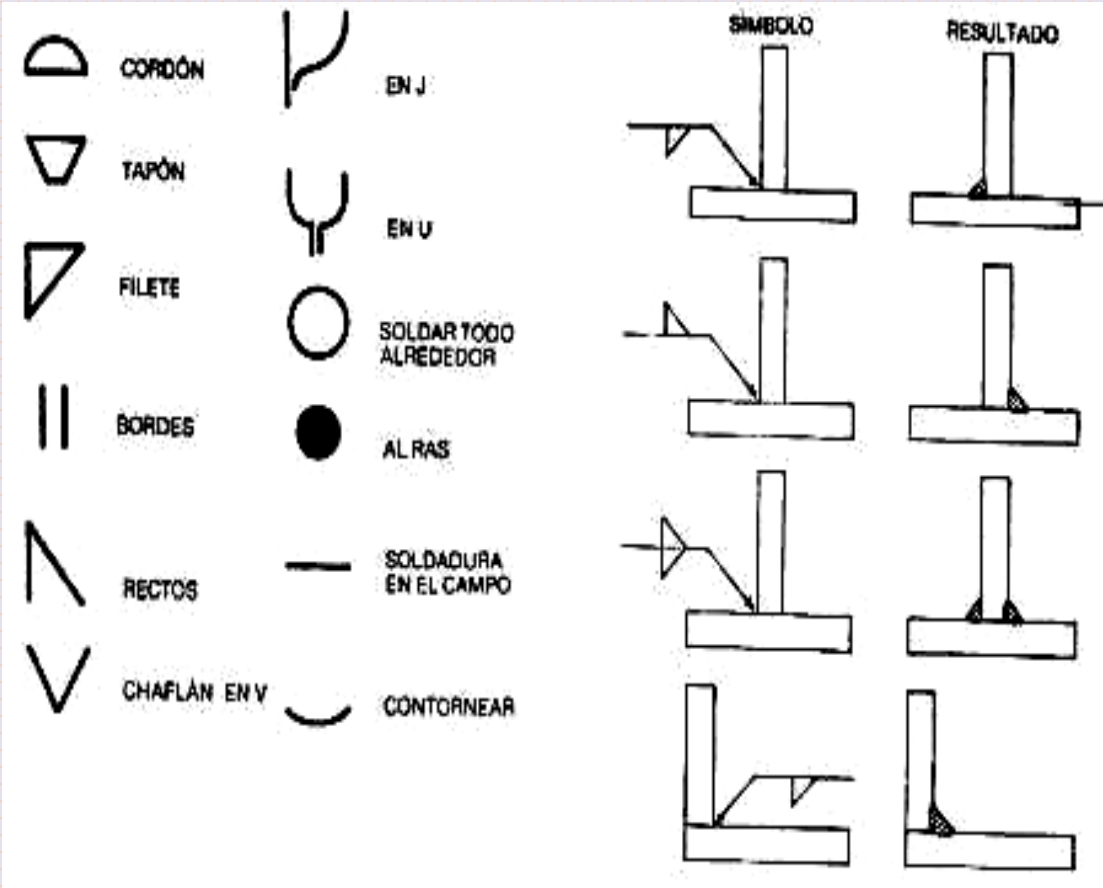
El ingeniero debe hacer llegar la siguiente información al taller de soldadura:

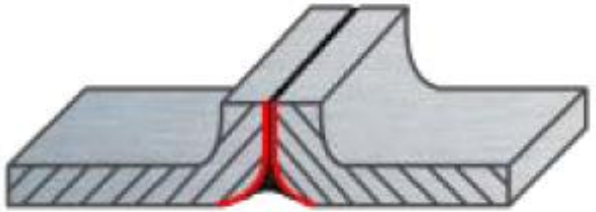
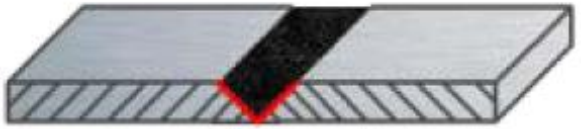
1. El punto donde se debe hacer la soldadura.
2. Que la soldadura va a ser de filete en ambos lados de la unión.
3. Por ej.: un lado será una soldadura de filete de 12 mm y el otro una soldadura de filete de 6 mm.
4. Ambas soldaduras se harán con un electrodo E6014.
5. La soldadura de filete de 12 mm se esmerilará



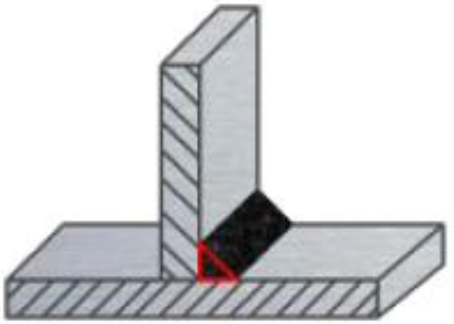
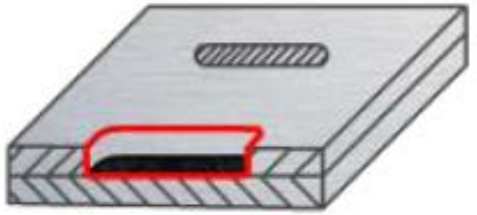
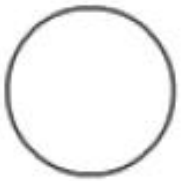
La American Welding Society (AWS) ha establecido un grupo de símbolos estándar utilizados en la industria para indicar e ilustrar toda la información para soldar en los dibujos y planos de ingeniería.

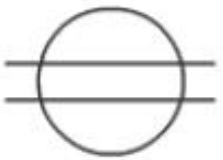
La línea de referencia siempre será la misma en todos los símbolos. Sin embargo, si el símbolo de soldadura está debajo de la línea de referencia, la soldadura se hará en el lado de la unión hacia el cual apuntara la flecha. Si el símbolo de la soldadura está encima de la línea de referencia, la soldadura se hará en el lado de la unión, opuesto al lado en que apunta la flecha

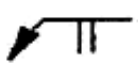
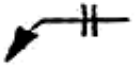
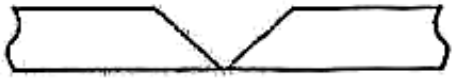
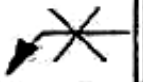
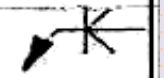
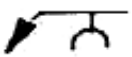
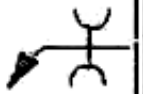


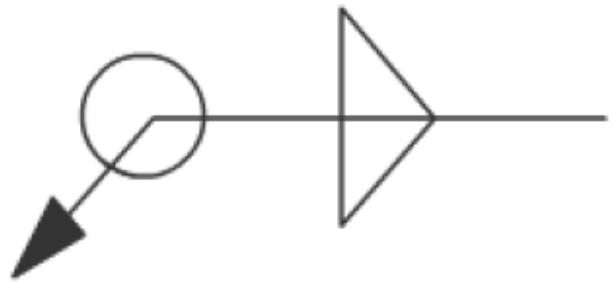
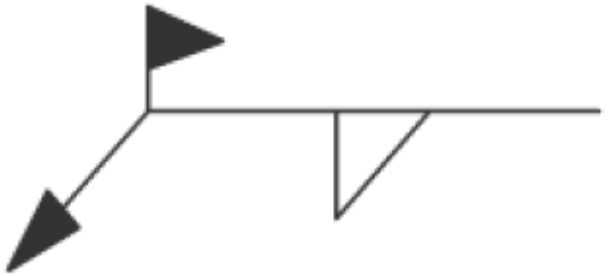
No.	Símbolo	Ilustración	Descripción
1			Soldadura a tope de pestañas
2			Soldadura a tope de bordes rectos
3			Soldadura a tope en V
4			Soldadura a tope en media V

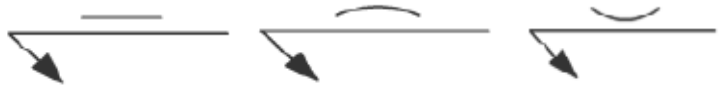
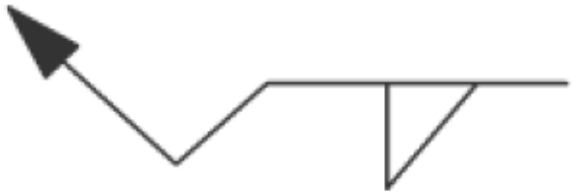
5			Soldadura a tope en Y
6			Soldadura a tope en media Y
7			Soldadura a tope en U
8			Soldadura a tope en J

9			Soldadura con respaldo
10			Soldadura de filete
11			Soldadura de tapón
12			Soldadura de puntos

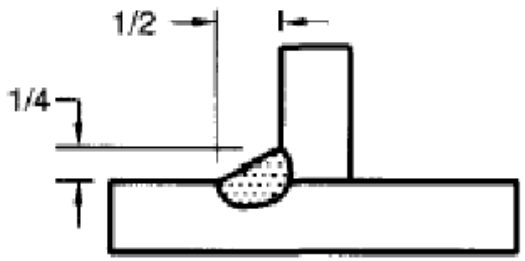
13			Soldadura continua o de cordón

I				
V				
1/2 V				
U				

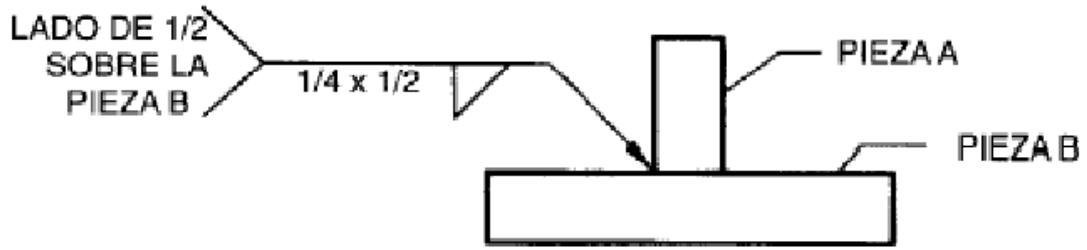
Si la soldadura va a quedar alrededor de la unión, se coloca un símbolo de soldadura a ambos lados en la intersección de las líneas guía y de referencia, este símbolo es un círculo.	
Cuando el proceso de soldado se lleva a cabo en el campo o lugar definitivo de la pieza, máquina o estructura, se usa un símbolo especial que tiene la forma de una bandera rellena, en la intersección de las líneas guía y de referencia.	
El símbolo de fundición pasante se emplea cuando existe una penetración del 100% de la soldadura de un lado al otro a través de la unión.	

El símbolo de material de refuerzo o de espaciamiento acusa cuando se añade una pieza adicional pequeña entre la unión de las dos piezas.	
Los símbolos de contorno sirven para representar soldaduras que serán maquinadas para alisarlas o hacerlas cóncavas o convexas. Los contornos están representados gráficamente por una línea horizontal para contornos alisados y por arcos para contornos cóncavos o convexos. En algunas ocasiones se suelen especificar los métodos de acabado por literales: G: esmerilado, M: maquinado, K: laminado, H: martillado.	
Si la unión va a prepararse antes de la soldadura, como puede ser maquinada o biselada, entonces la línea guía se dibujara curvada o con un quiebre adicional.	

Soldaduras de Filete con Piernas Desiguales:

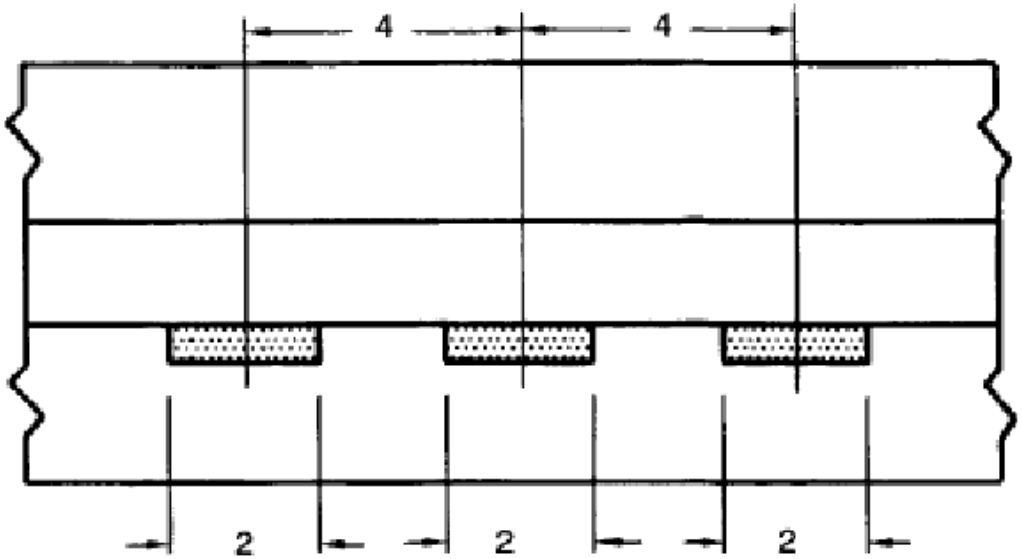


SECCION TRANSVERSAL DE LA SOLDADURA

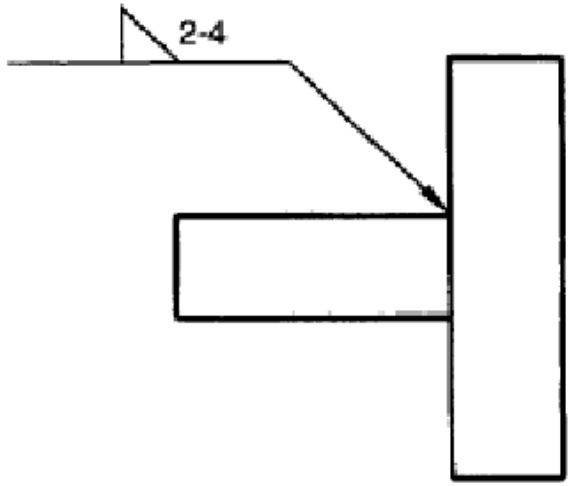


SIMBOLO

Soldaduras en Filete Intermitentes:

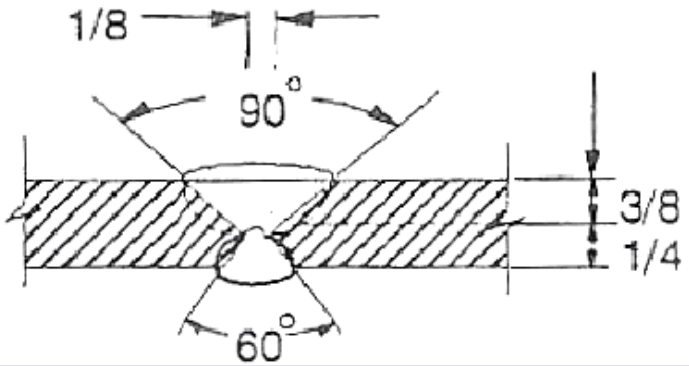


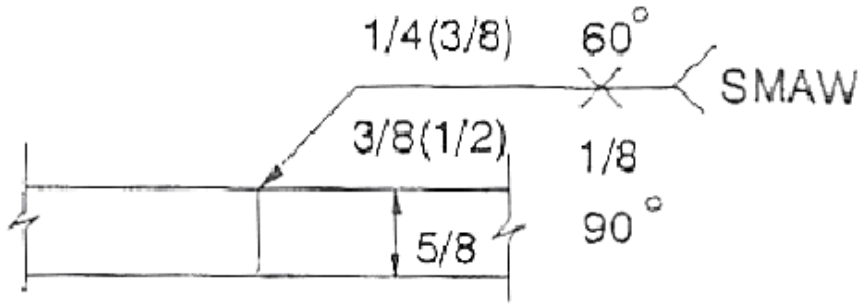
SOLDADURAS



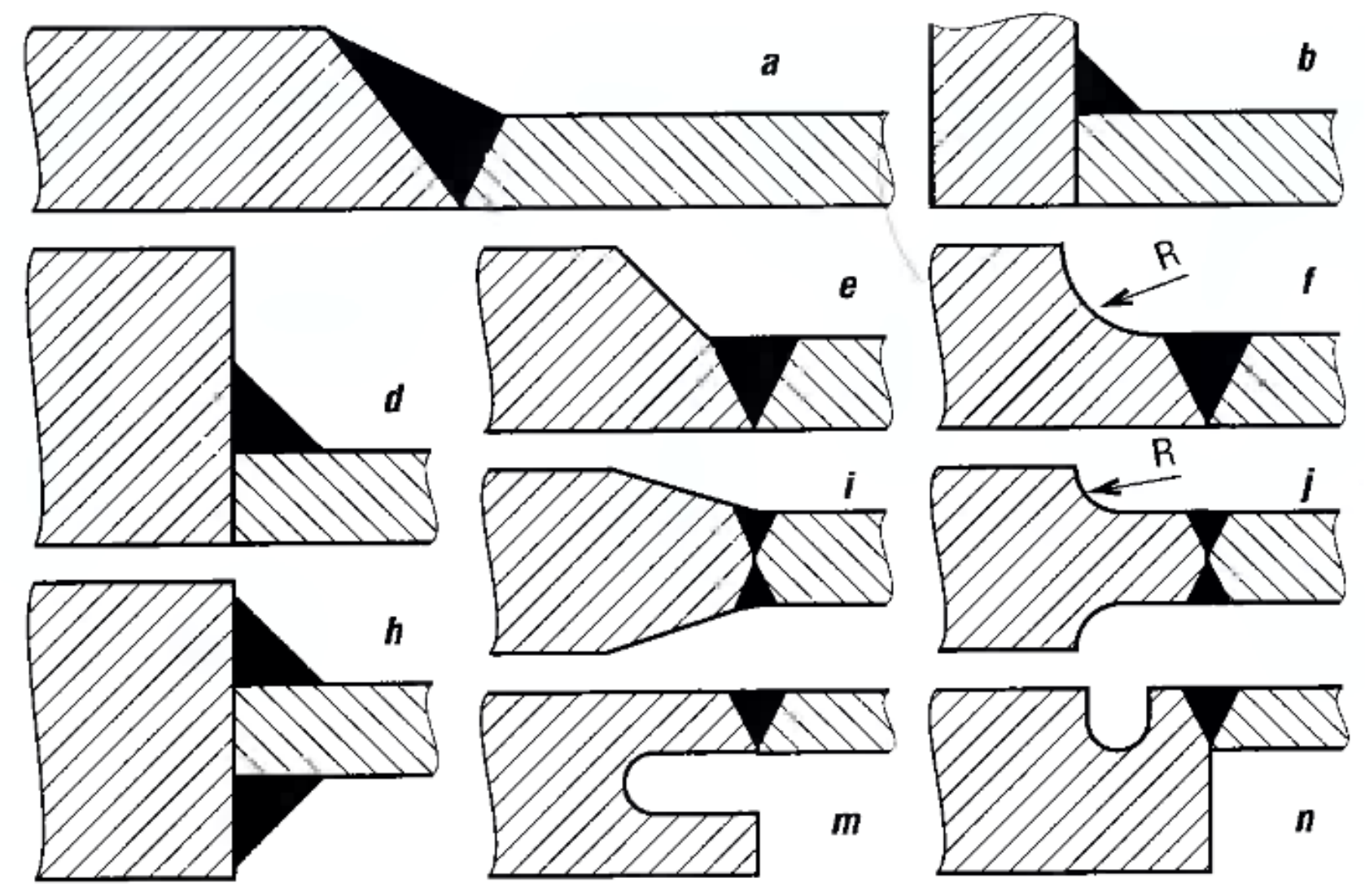
SIMBOLO

Para soldadura con preparación de ranura:





Unión de piezas de espesor diferente

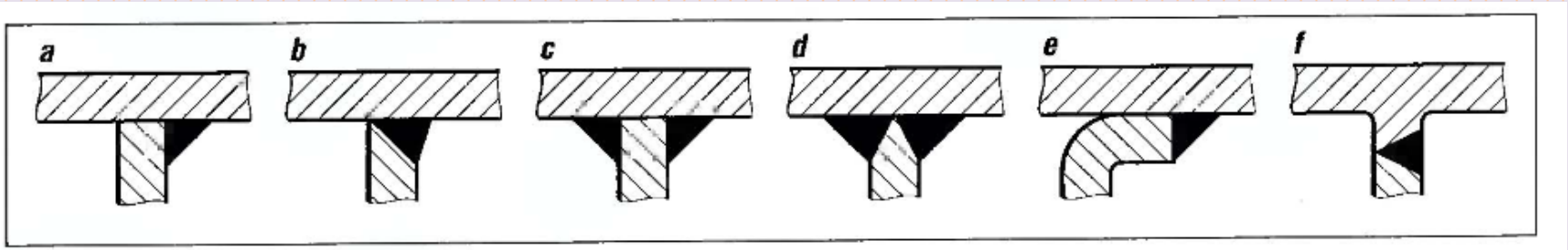


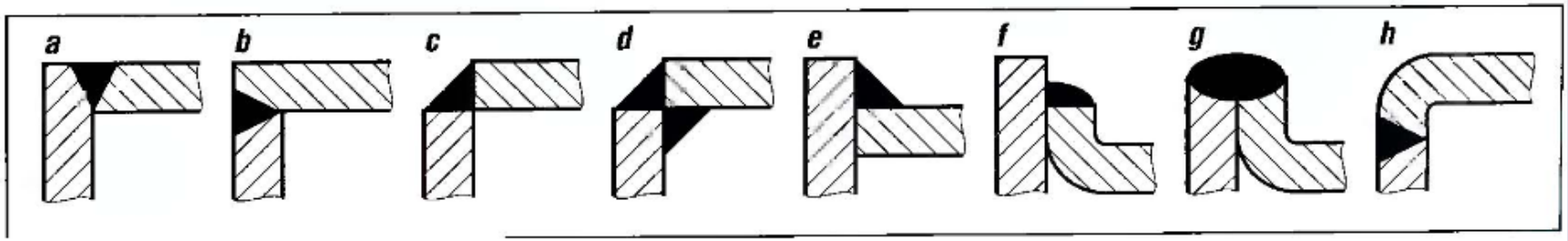
UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

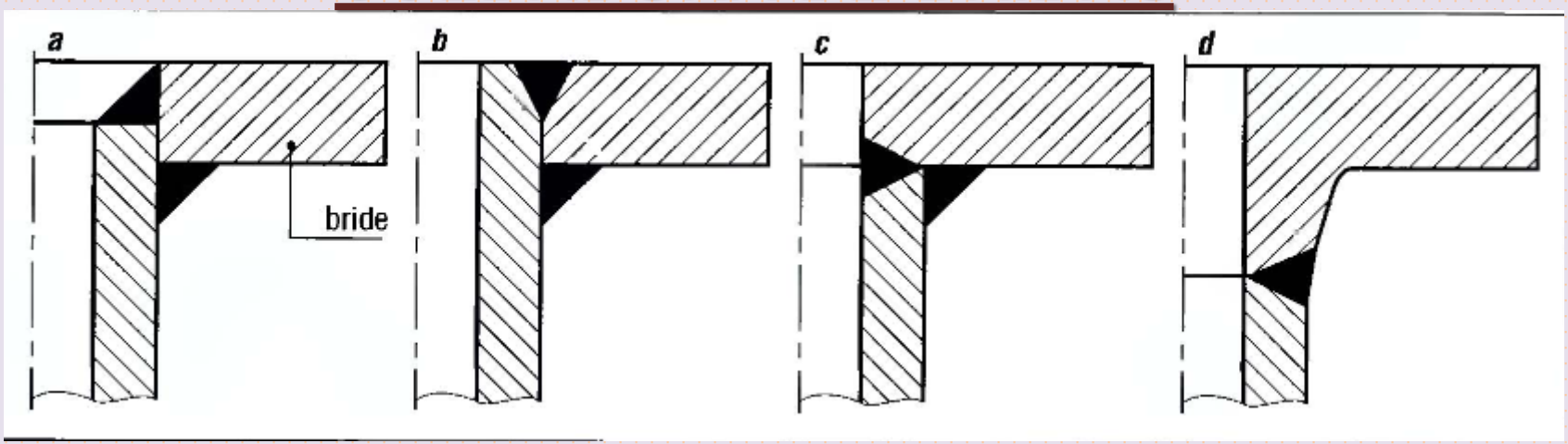
Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS

SOLDADURA EN ÁNGULO



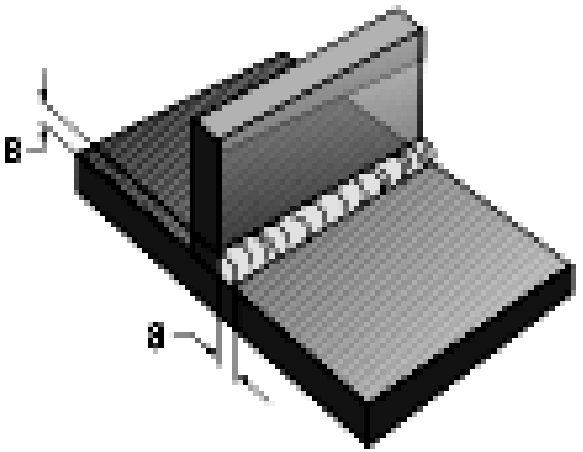


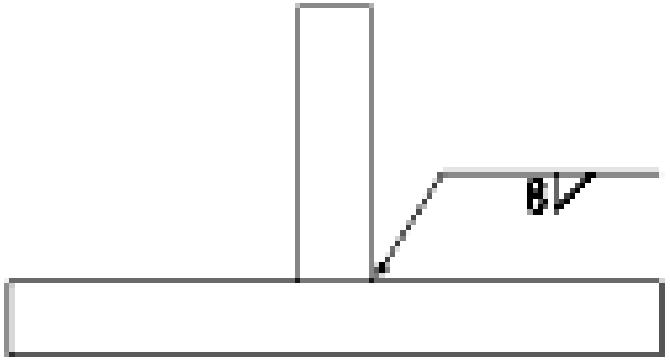
SOLDADURA DE BRIDAS



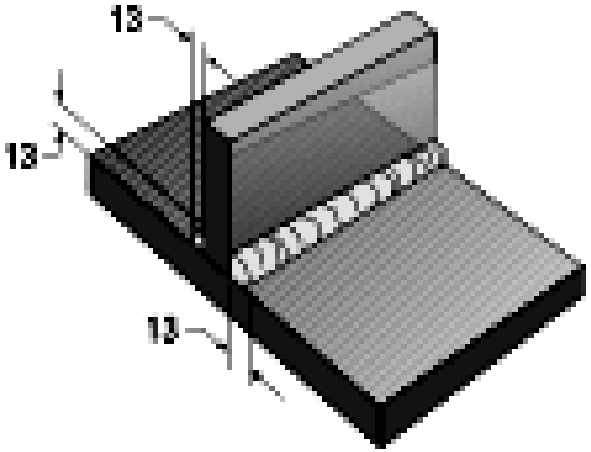
16:46

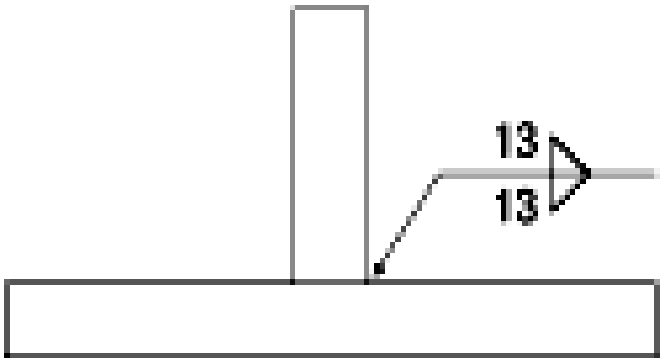
Ejemplo de soldadura de filetes



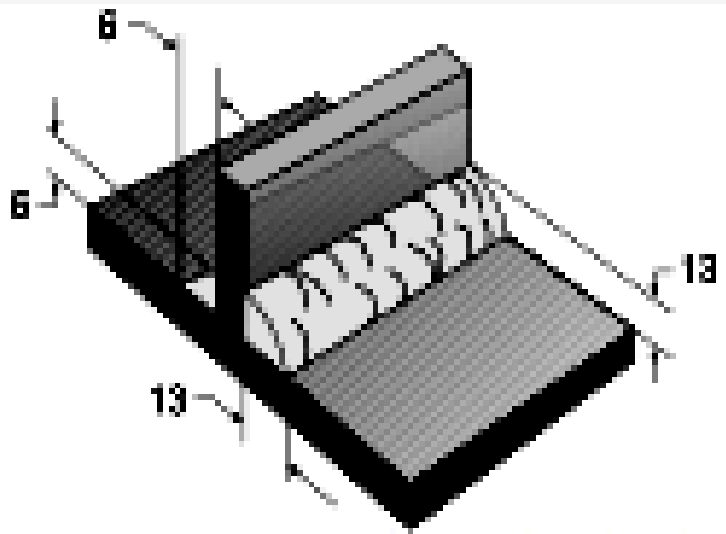


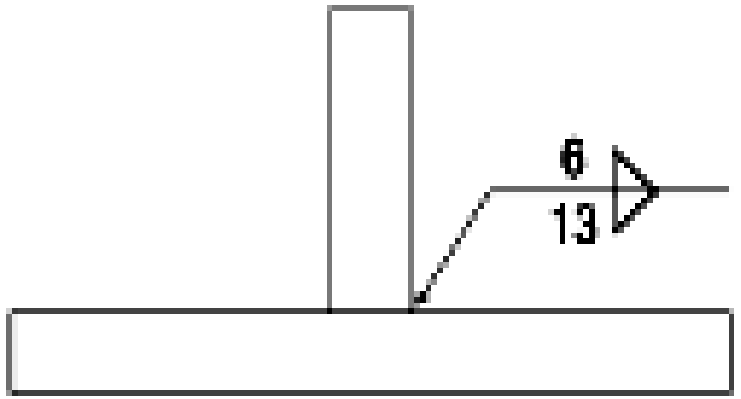
Tamaño de un filete



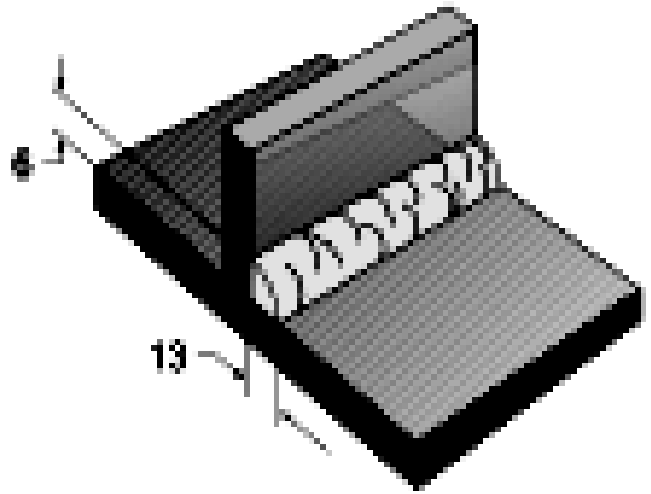


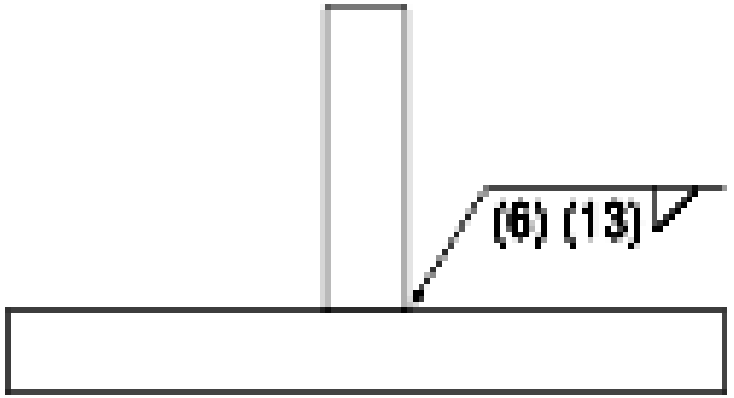
Tamaño de dos filetes iguales



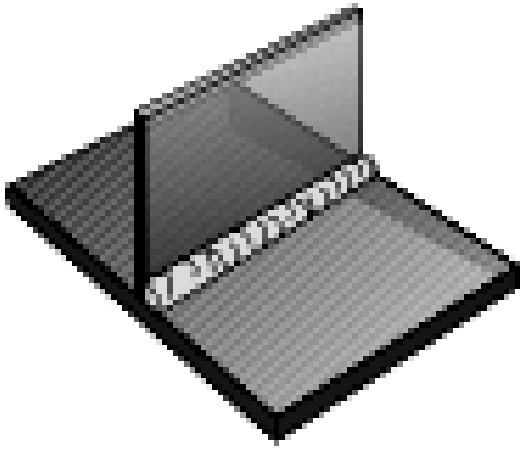


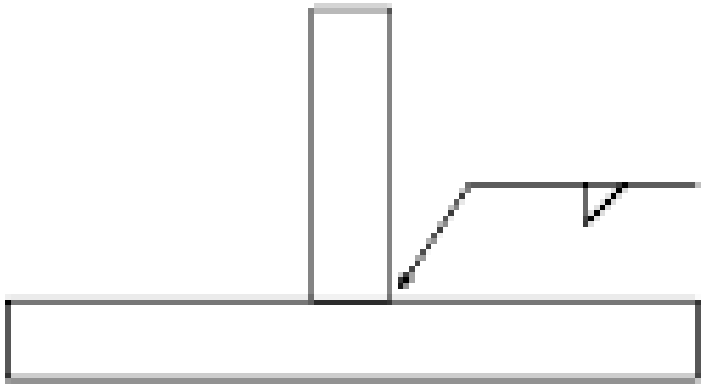
Tamaño de dos filetes diferentes



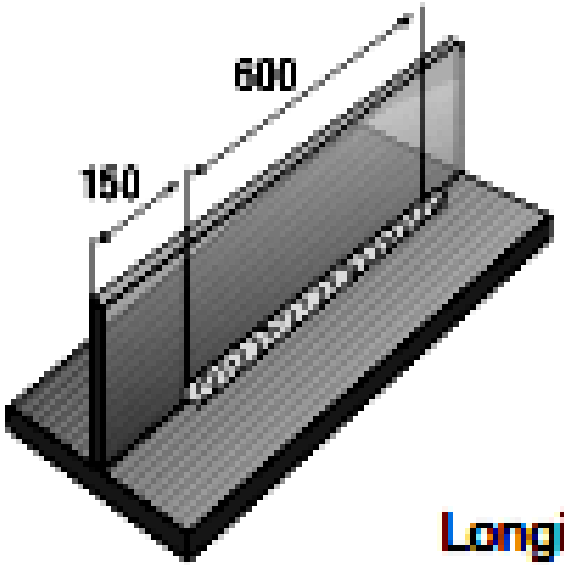


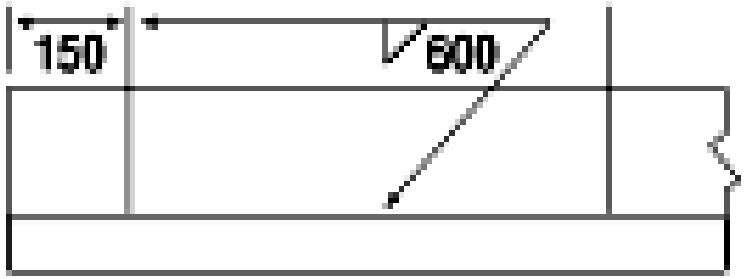
Tamaño de un filete de tamaño diferente





Filete continuo



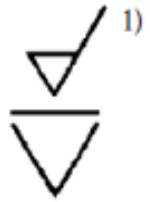


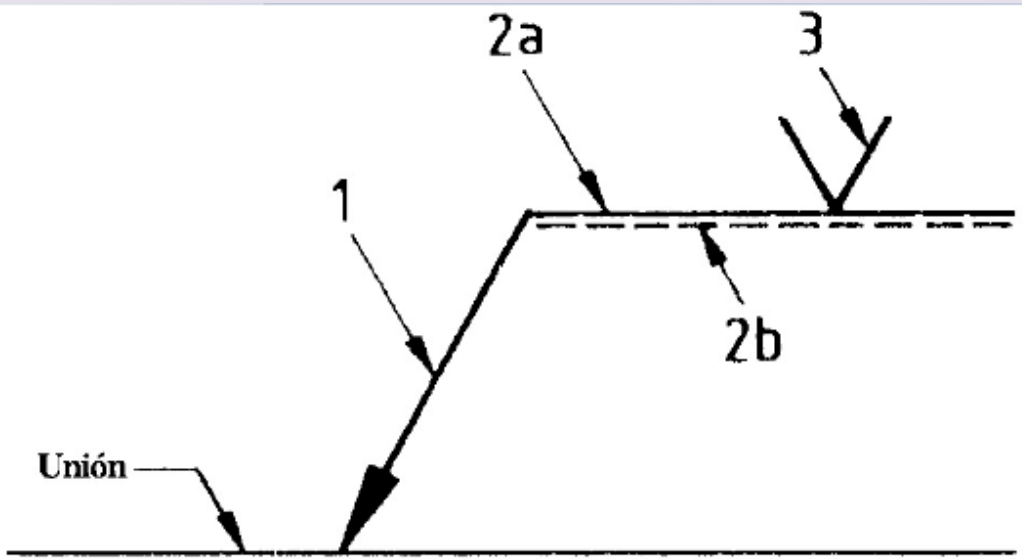
Longitud de un filete

Nº	Designación	Ilustración	Símbolo
1	Soldadura a tope de chapas con bordes levantados[1]; soldadura de borde en canto/USA/ (los bordes levantados se fundirán completamente)		
2	Soldadura a tope con bordes planos		
3	Soldadura a tope en V simple		
4	Soldadura a tope en bisel simple		

Nº	Designación	Ilustración	Símbolo
5	Soldadura a tope en V simple con talón de raíz amplio		
6	Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
7	Soldadura a tope en U simple (lados paralelos o en pendiente)		
8	Soldadura a tope en J simple		
9	Cordón de respaldo; soldadura de reverso o de respaldo /USA/		

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura a tope en V simple plana (a paño)		
Soldadura a tope en V doble convexa		
Soldadura en ángulo cóncava		
Soldadura a tope en V simple plana (a paño) con cordón de respaldo plano (a paño)		
Soldadura a tope en V simple con talón de raíz amplio y cordón de respaldo		

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura a tope en V simple con acabado a paño		
Soldadura en ángulo con transición suave		



1 = línea de la flecha
2a = línea de referencia (línea continua)
2b = línea de identificación (línea a trazos)
3 = símbolo de soldeo

Posición de los símbolos en los planos: método de representación

PROBLEMAS Y DEFECTOS COMUNES EN LA SOLDADURA

Mal aspecto



Causas probables:

1. Conexiones defectuosas.
2. Recalentamiento.
3. Electrodo inadecuado.
4. Longitud de arco y amperaje inadecuado.

Recomendaciones:

1. Usar la longitud de arco, el ángulo (posición) del electrodo y la velocidad de avance adecuados.
2. Evitar el recalentamiento.
3. Usar un vaivén uniforme.
4. Evitar usar corriente demasiado elevada.

Penetración excesiva



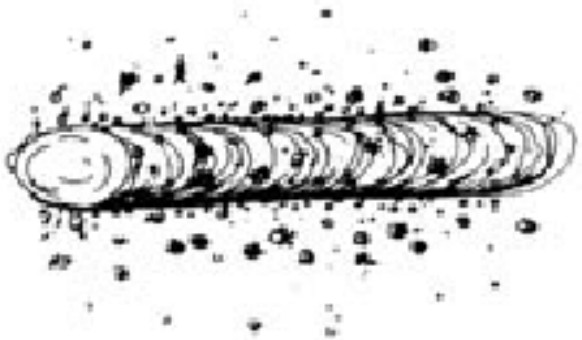
Causas probables:

1. Corriente muy elevada.
2. Posición inadecuada del electrodo.

Recomendaciones:

1. Disminuir la intensidad de la corriente.
2. Mantener el electrodo a un ángulo que facilite el llenado del bisel.

Salpicadura excesiva



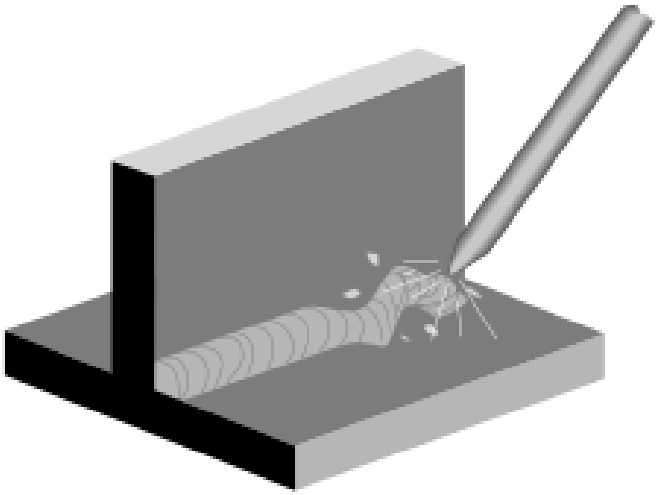
Causas probables:

1. Corriente muy elevada.
2. Arco muy largo.
3. Soplo magnético excesivo.

Recomendaciones:

1. Disminuir la intensidad de la corriente.
2. Acortar el arco.
3. Ver lo indicado para "arco desviado o soplado".

Arco desviado



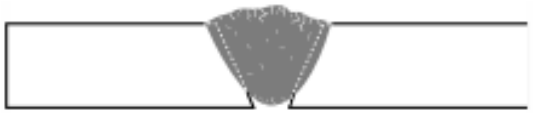
Causas probables:

1. El campo magnético generado por la CC produce la desviación del arco (soplo magnético).

Recomendaciones:

1. Usar CA
2. Contrarrestar la desviación del arco con la posición del electrodo, manteniéndolo a un ángulo apropiado.
3. Cambiar de lugar la grampa a tierra
4. Usar un banco de trabajo no magnético.
5. Usar barras de bronce o cobre para separar la pieza del banco.

Soldadura porosa



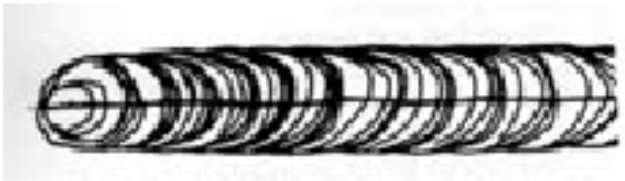
Causas probables:

1. Arco corto.
2. Corriente inadecuada.
3. Electrodo defectuoso.

Recomendaciones:

1. Averiguar si hay impurezas en el metal base.
2. Usar corriente adecuada.
3. Utilizar el vaivén para evitar sopladuras.
4. Usar un electrodo adecuado para el trabajo.
5. Mantener el arco más largo.
6. Usar electrodos de bajo contenido de hidrógeno.

Soldadura agrietada



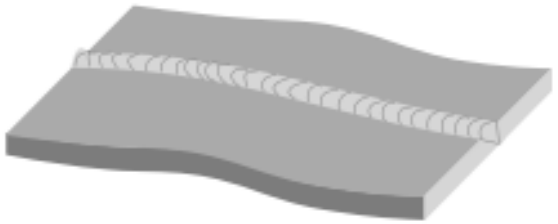
Causas probables:

1. Electrodo inadecuado.
2. Falta de relación entre tamaño de la soldadura y las piezas que se unen.
3. Mala preparación.
4. Unión muy rígida.

Recomendaciones:

1. Eliminar la rigidez de la unión con un buen proyecto de la estructura y un procedimiento de soldadura adecuado.
2. Precalentar las piezas.
3. Evitar las soldaduras con primeras pasadas.
4. Soldar desde el centro hacia los extremos o bordes.
5. Seleccionar un electrodo adecuado.
6. Adaptar el tamaño de la soldadura de las piezas.
7. Dejar en las uniones una separación adecuada y uniforme.

Combadura



Causas probables:

1. Diseño inadecuado.
2. Contracción del metal de aporte.
3. Sujeción defectuosa de las piezas.
4. Preparación deficiente.
5. Recalentamiento en la unión.

Recomendaciones:

1. Corregir el diseño.
2. Martillar (con martillo de peña) los bordes de la unión antes de soldar.
3. Aumentar la velocidad de trabajo (avance).
4. Evitar la separación excesiva entre piezas.
5. Fijar las piezas adecuadamente.
6. Usar un respaldo enfriador.
7. Adoptar una secuencia de trabajo.
8. Usar electrodos de alta velocidad y moderada penetración.

Soldadura quebradiza



Causas probables:

1. Electrodo inadecuado.
2. Tratamiento térmico deficiente.
3. Soldadura endurecida al aire.
4. Enfriamiento brusco.

Recomendaciones:

1. Usar un electrodo con bajo contenido de hidrógeno o de tipo austenítico.
2. Calentar antes o después de soldar o en ambos casos.
3. Procurar poca penetración dirigiendo el arco hacia el cráter.
4. Asegurar un enfriamiento lento.

Penetración incompleta



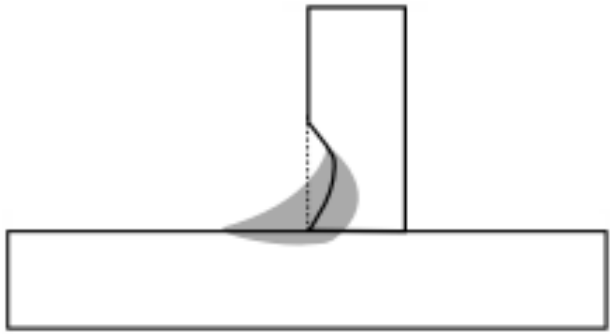
Causas probables:

1. Velocidad excesiva.
2. Electrodo de Ø excesivo.
3. Corriente muy baja.
4. Preparación deficiente.
5. Electrodo de Ø pequeño.

Recomendaciones:

1. Usar la corriente adecuada. Soldar con lentitud necesaria para lograr buena penetración de raiz.
2. Velocidad adecuada.
3. Calcular correctamente la penetración del electrodo.
4. Elegir un electrodo de acuerdo con el tamaño de bisel.
5. Dejar suficiente separación en el fondo del bisel.

Socavado



Causas probables:

1. Manejo defectuoso del electrodo.
2. Selección inadecuada del tipo de electrodo.
3. Corriente muy elevada.

Recomendaciones:

1. Usar vaivén uniforme en las soldaduras de tope.
2. Usar electrodo adecuado.
3. Evitar un vaivén exagerado.
4. Usar corriente moderada y soldar lentamente.
5. Sostener el electrodo a una distancia prudente del plano vertical al soldar filetes horizontales.

UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS





16:46

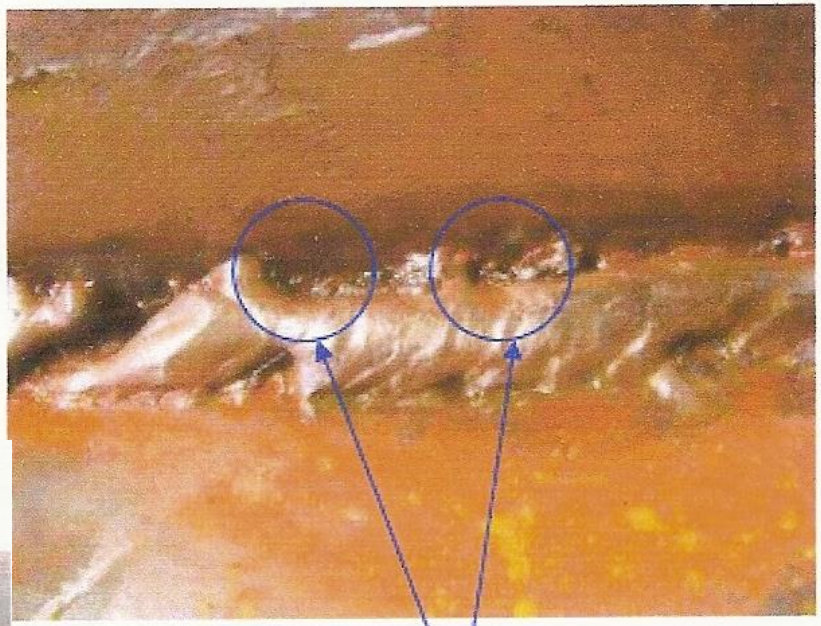
UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS

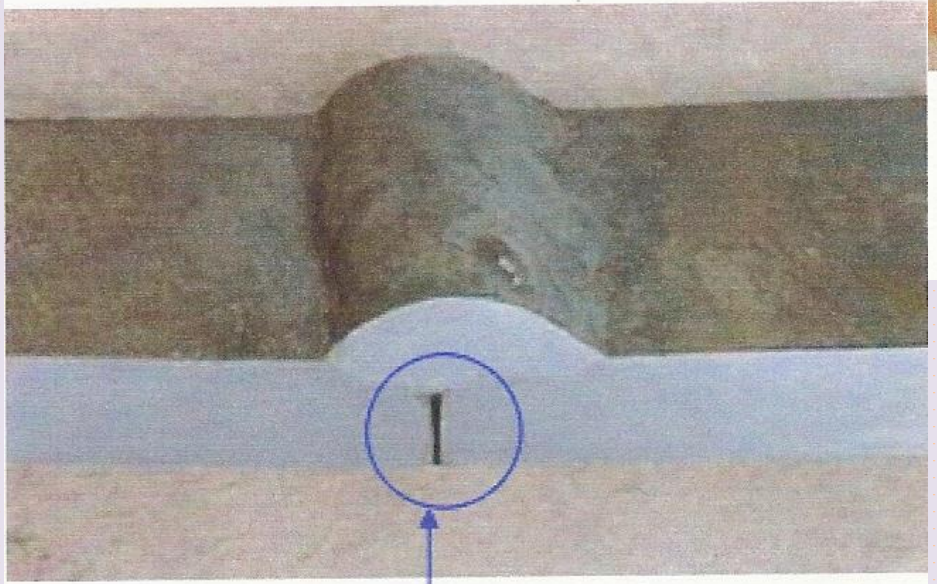
16:46

Presencia de Escoria / Slag



Escoria atrapada / Slag inclusion

Lack of penetration / Falta de Penetración



Falta de penetración / Lack of penetration

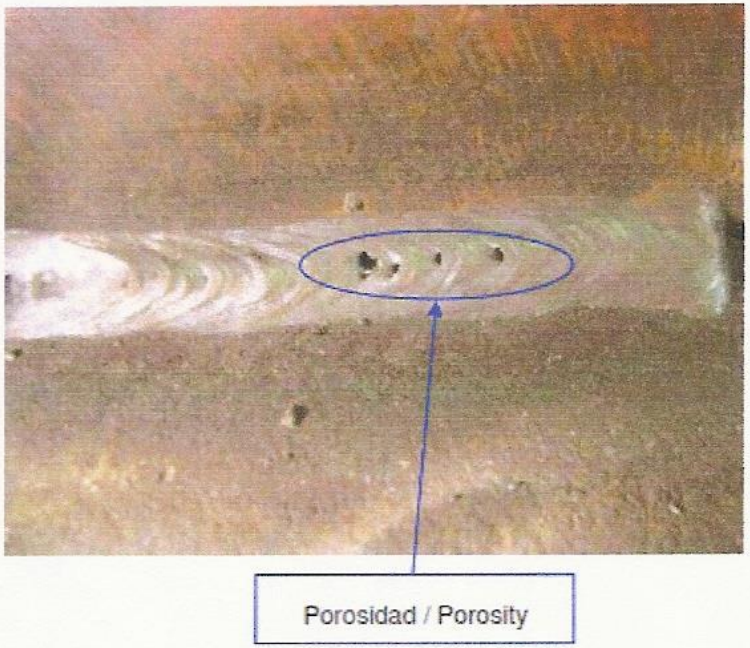
UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

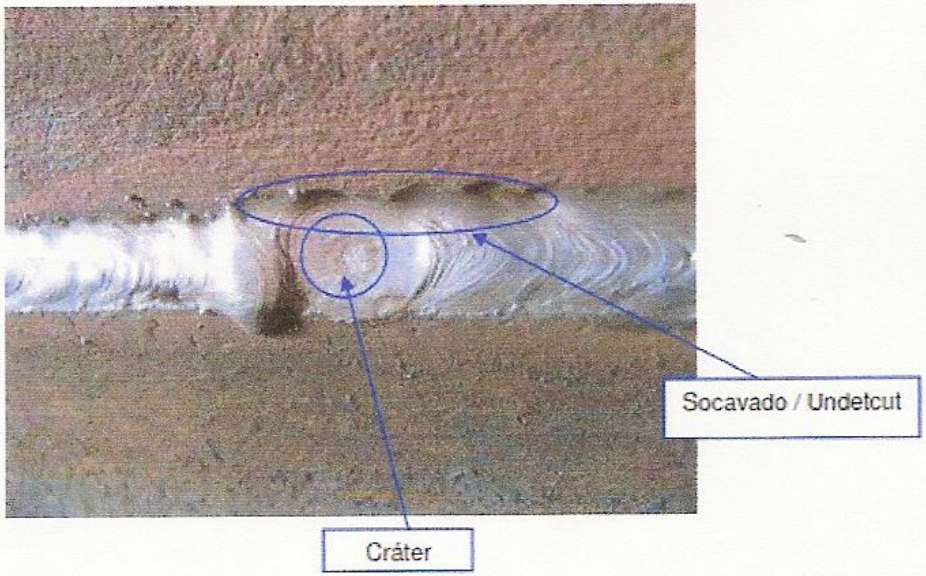
Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS

16:46

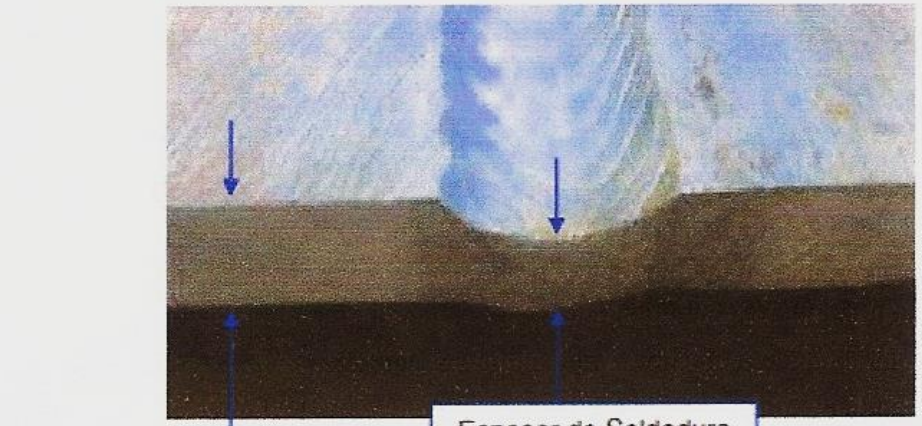
Porosidad



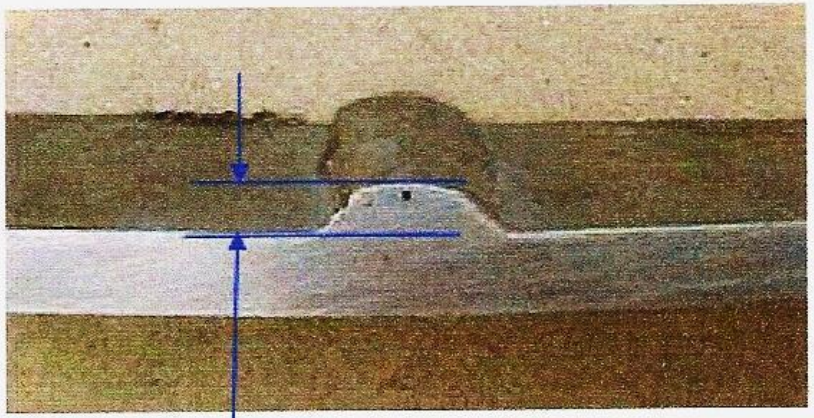
Cráteres y Socavado / Undercuts &



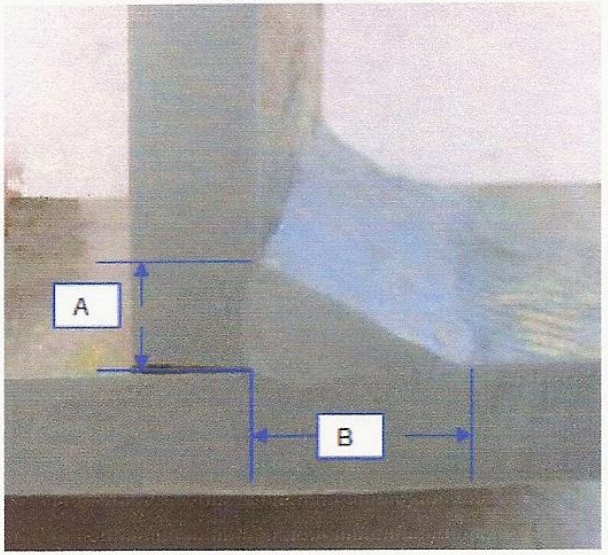
Bajo espesor de soldadura / Low Weld thickness



Refuerzo de Soldadura

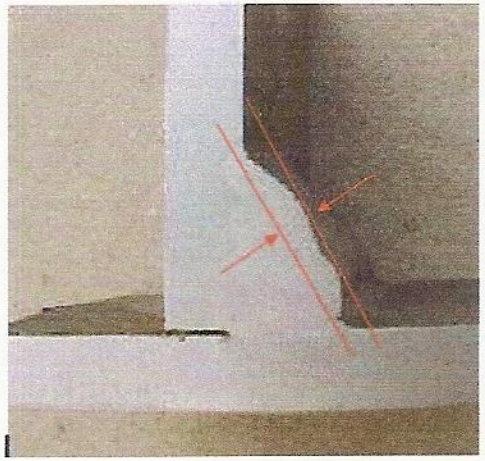


Catetos / Legs

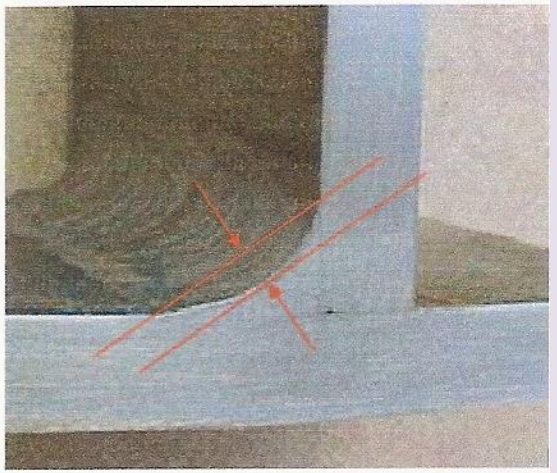


Altura de catetos (Ver tabla 4)
Size of legs (See table 4)

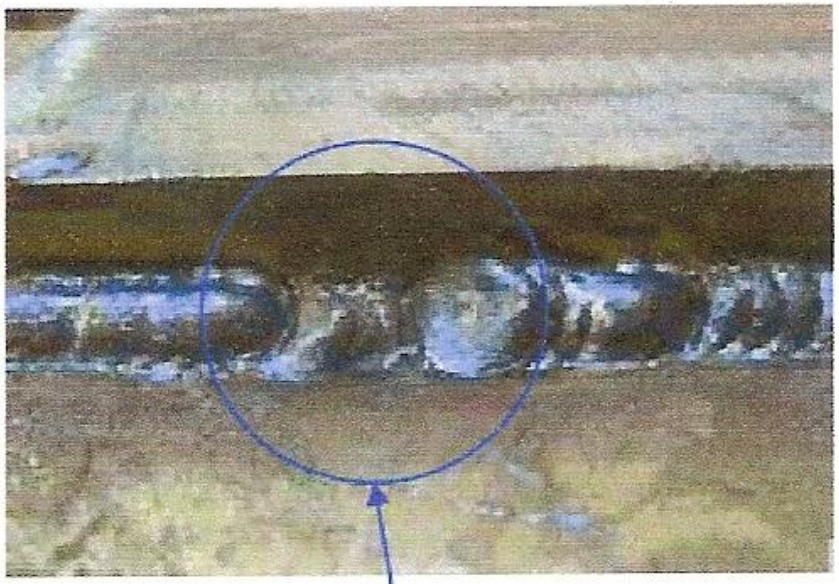
Convexidad / Convexity



Concavidad / Concavity



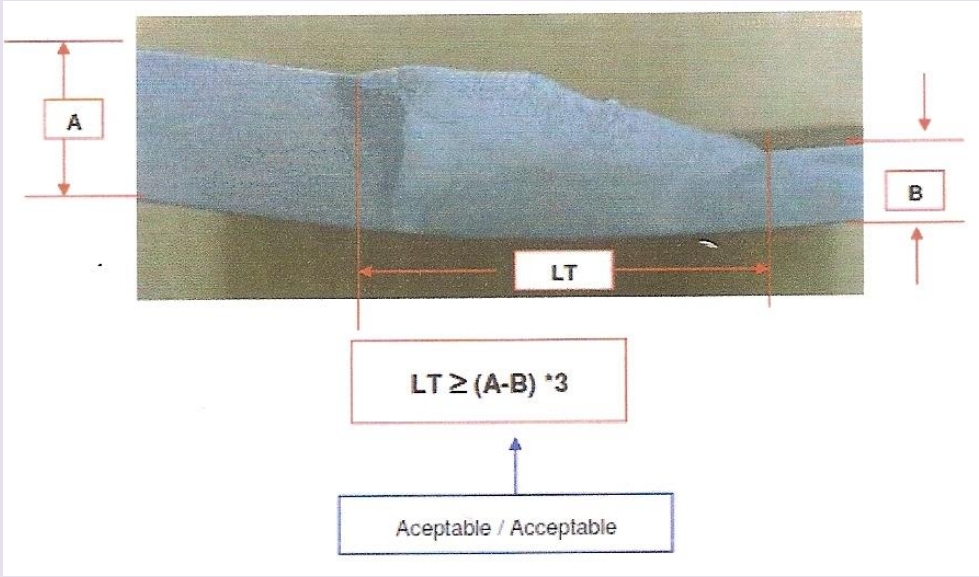
Enganches / Restarts



No Aceptable / Not acceptable



Acceptable


A
B
LT
LT ≥ (A-B) *3
Aceptable / Acceptable


Transiciones / Transitions
A
B
LT
LT < (A-B) *3
No Aceptable / Not acceptable

Remates / Finishing



Aceptable / Acceptable



No Aceptable / Not acceptable

Picados de arco / Arc pitting



Proyecciones / Spattered



¿Por qué un diseñador debe intervenir en el proceso de soldadura?

Para el ingeniero/a de diseño es útil contar con un conocimiento básico de estos procesos de soldadura y sus limitaciones, justo como se necesita saber cómo maquinar (o no) una pieza en un torno o en un molino. Sin embargo, la mayoría de los ingenieros/as de diseño no son maquinadores ni soldadores certificados.

Entonces, como los ingenieros/as no intentan decir a los maquinadores expertos cómo elaborar una pieza, deberían dejar que las decisiones detalladas del proceso de soldadura las tomen los soldadores expertos. No obstante, deben estar familiarizados con sus limitaciones.

Las tareas del ingeniero/a de diseño son diseñar la soldadura de acuerdo con una buena y aceptada práctica de ingeniería, dimensionar la soldadura con base en las técnicas que se explicarán aquí y las normas y códigos de referencia de modo que se aseguren contra fallas en el uso esperado, elegir la resistencia necesaria en el material de la soldadura y especificar la información en un esquema.

CARGA ESTÁTICA EN SOLDADURAS

Comparado con el cálculo de esfuerzos en piezas de máquinas con geometría compleja, el cálculo de esfuerzos en soldaduras es bastante sencillo. Si se evitan soldaduras cargadas a la flexión, por lo general las cargas serán de tensión/compresión directa o de corte directo. En cualquier caso, la ecuación de esfuerzo es simple.

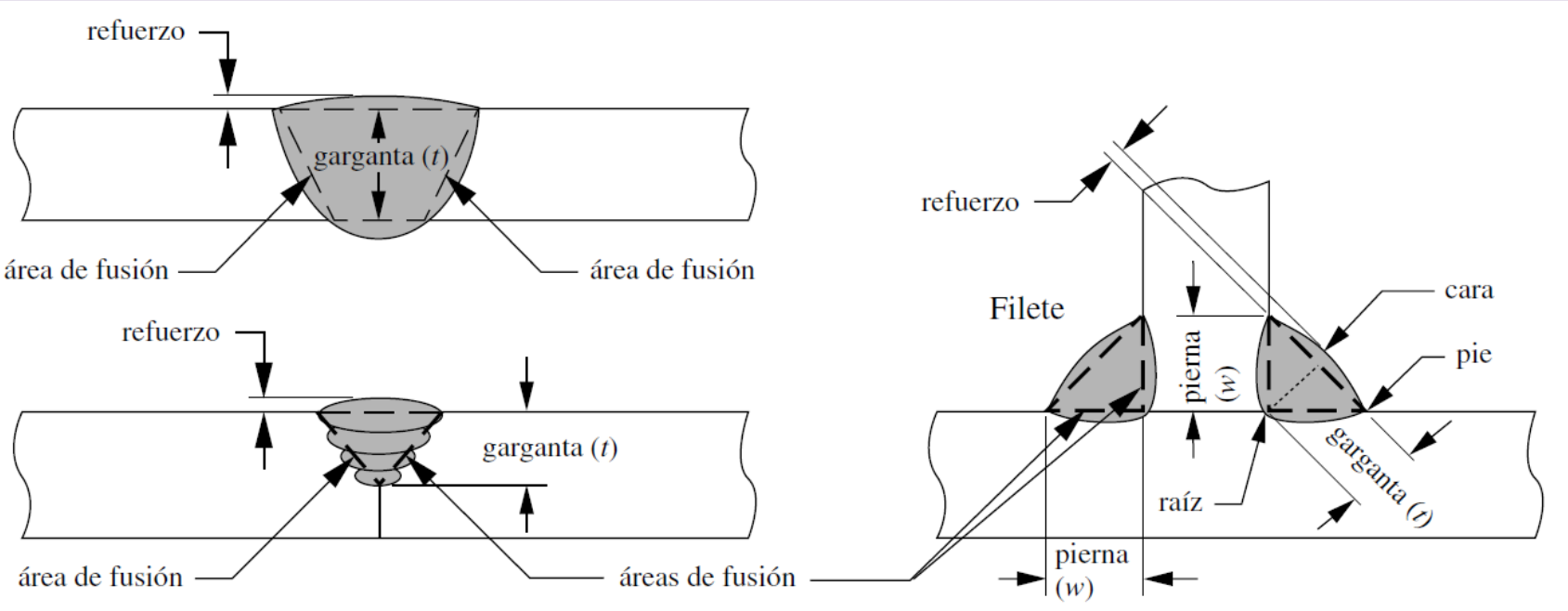
Para tensión o compresión axial, el esfuerzo normal se define:

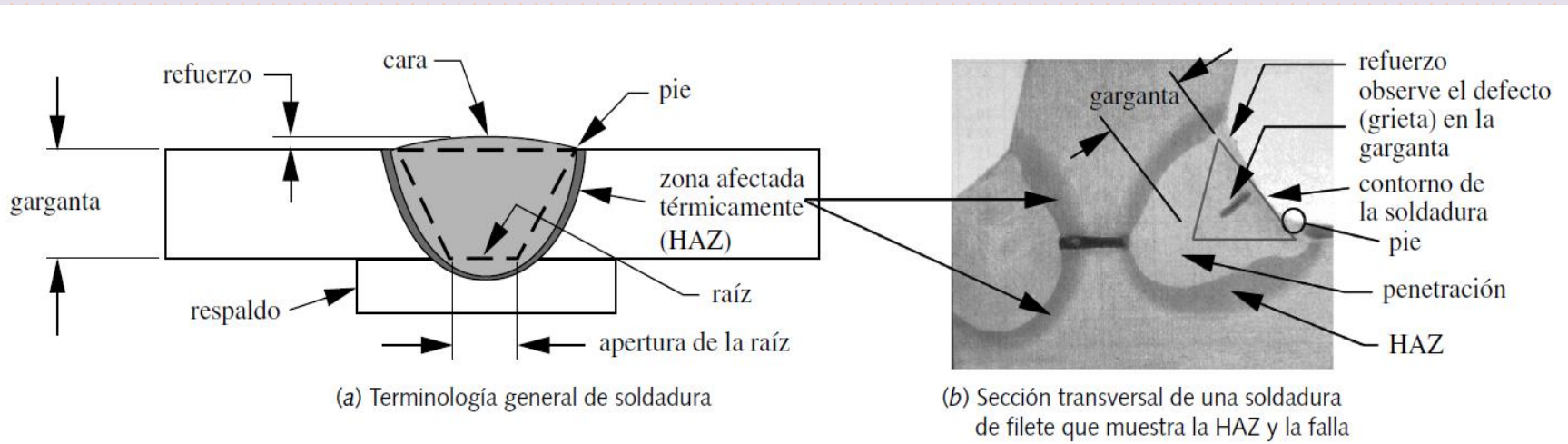
$$\sigma_x = \frac{P}{A}$$

El cortante directo, que es común en soldaduras, se define

$$\tau_{xy} = \frac{P}{A_{corte}}$$

•En ambos casos, P es la carga aplicada y A o $A_{cortante}$ es el área de la soldadura.





(a) Terminología general de soldadura

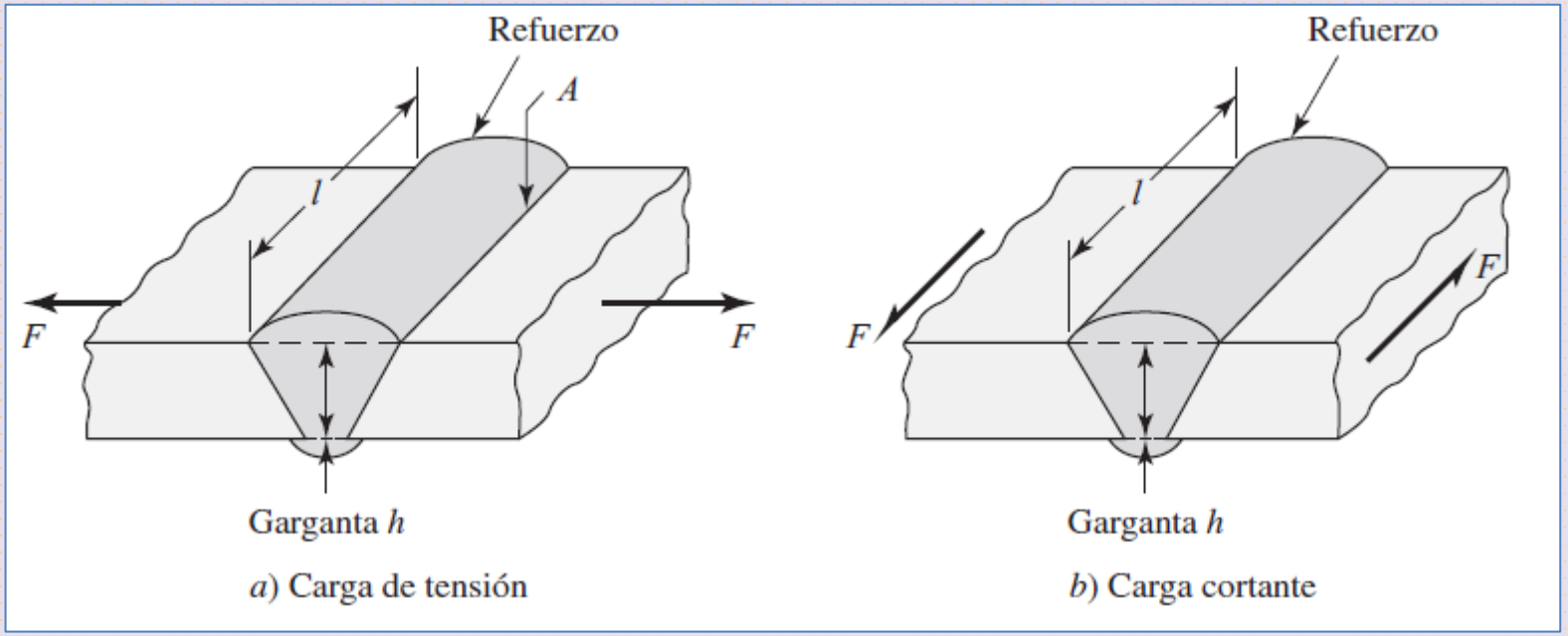
(b) Sección transversal de una soldadura de filete que muestra la HAZ y la falla

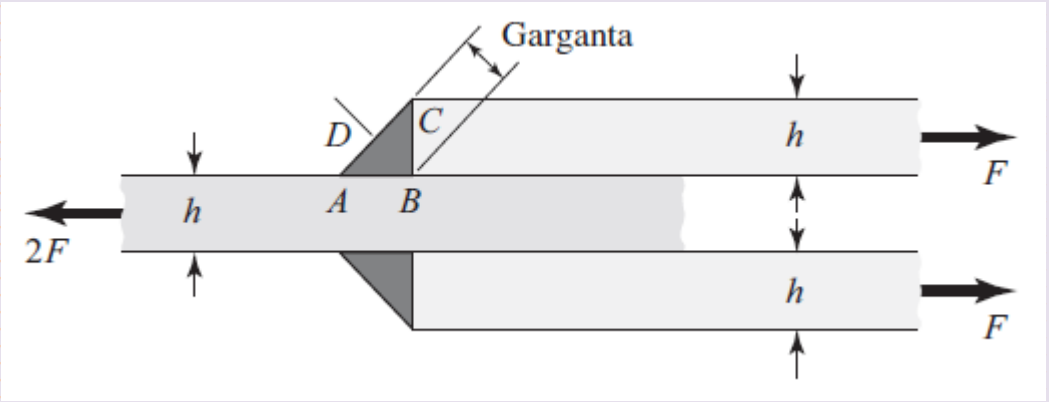
SOLDADURA A TOPE Y DE FILETE

En la figura se presenta una soldadura en una ranura en V sometida a una carga de tensión F. El esfuerzo normal está dado:

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

h es la garganta de la soldadura y l es la longitud de la soldadura. El valor de h no incluye el refuerzo. Este produce concentración de esfuerzo en el punto A de la figura. Si existen cargas de fatiga habría que maquinar o esmerilar el refuerzo.





Soldadura con filetes transversales.

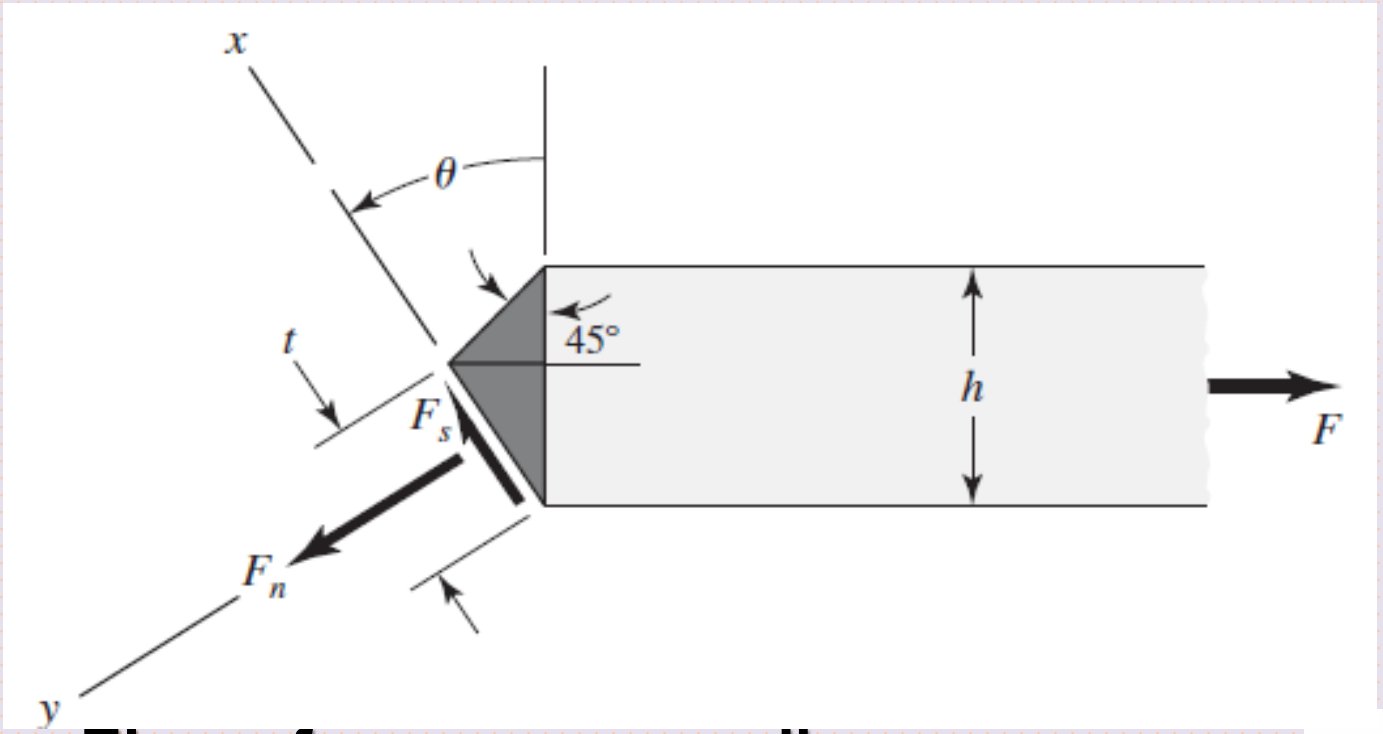
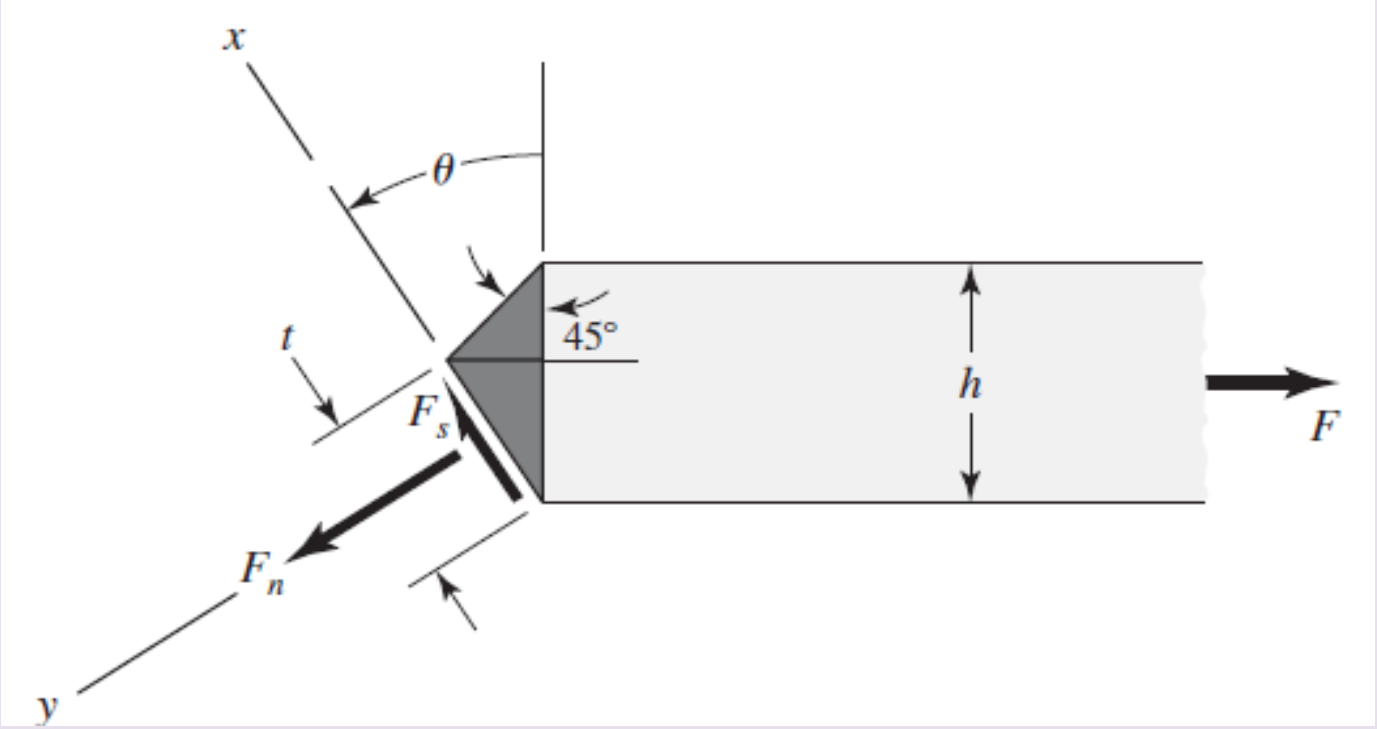


Diagrama de cuerpo libre

El esfuerzo promedio en una soldadura a tope debido a carga cortante está dado por:

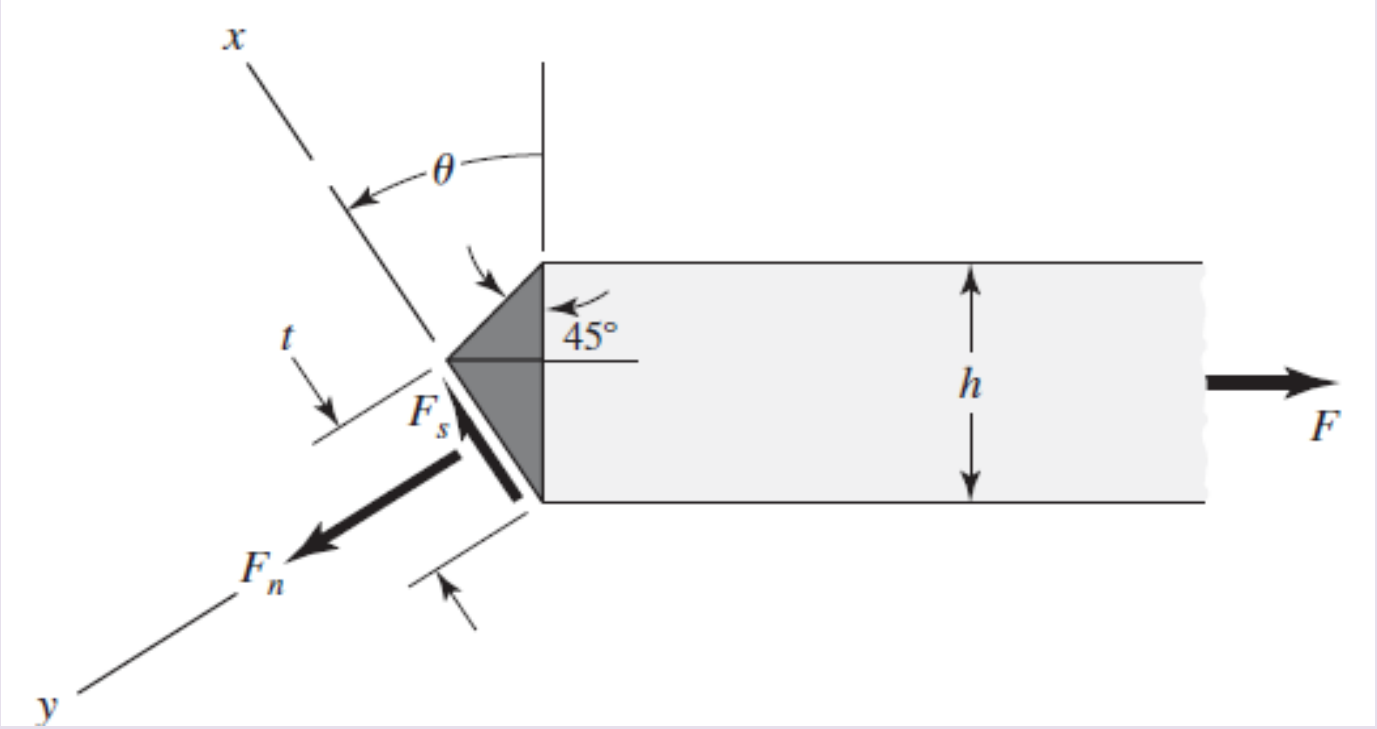
$$\tau = \frac{F}{hl}$$



•En la figura se aisló una parte de la unión soldada y se representa como un diagrama de cuerpo libre. Con un ángulo θ, las fuerzas de cada parte soldada consisten en una fuerza normal *Fn* y una fuerza cortante *Fs*. Cuando se suman las fuerzas en las direcciones *x* y *y*, se obtiene

$$F_s = F \operatorname{sen} \theta \qquad (a)$$

$$F_n = F \cos \theta \qquad (b)$$



Usando la ley de los senos para el triángulo, se tiene que

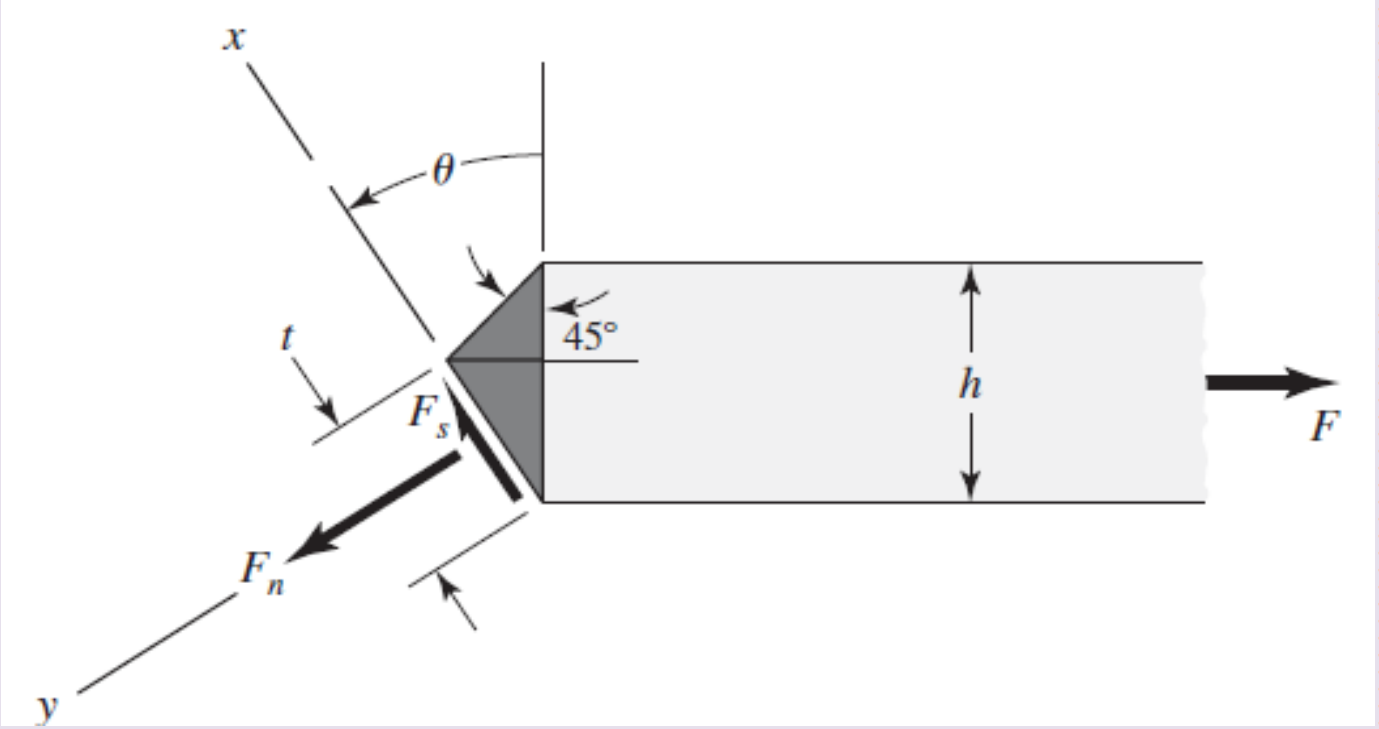
$$\frac{t}{\operatorname{sen} 45^\circ} = \frac{h}{\operatorname{sen}(180^\circ - 45^\circ - \theta)} = \frac{h}{\operatorname{sen}(135^\circ - \theta)} = \frac{\sqrt{2}h}{\cos\theta + \operatorname{sen}\theta}$$

Al despejar la longitud de la garganta t, resulta

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

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

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

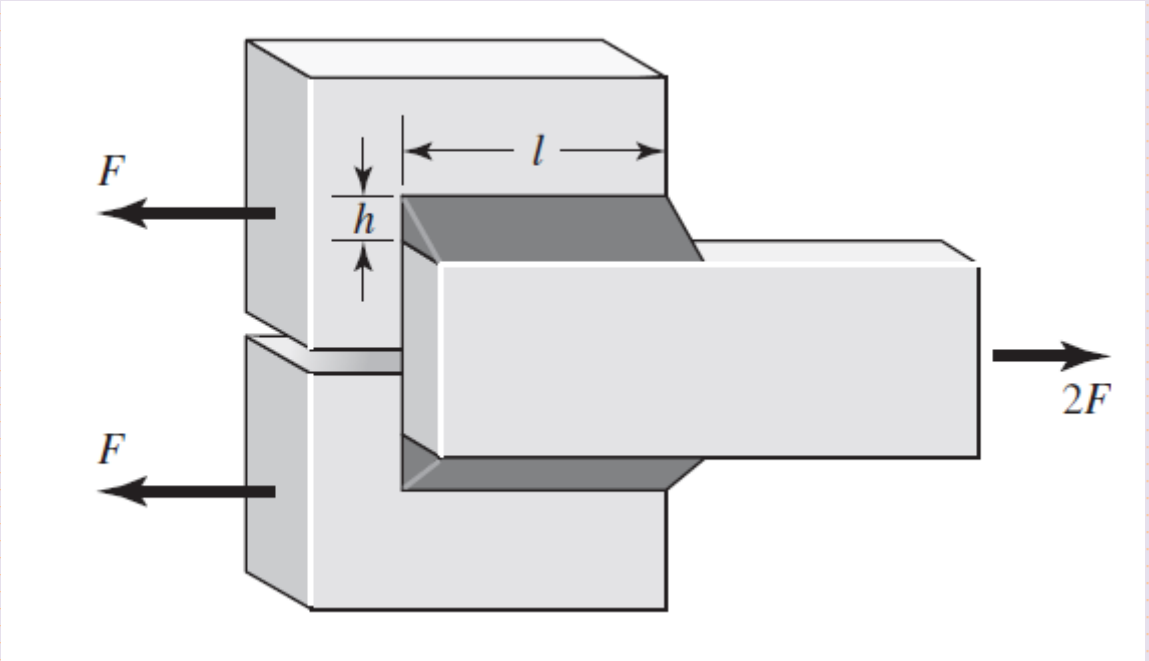


El esfuerzo de von Mises σ′ a un ángulo θ, se calcula mediante

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

El esfuerzo de von Mises máximo ocurre en θ= 62.5° con un valor de σ′= 2.16$F/(hl)$. Los valores correspondientes de τ y σ son τ=1.196$F/(hl)$ y σ= 0.623$F/(hl)$.

El punto estacionario ocurre en θ=67.5° con los valores correspondientes τmáx =1.207$F/(hl)$ y σ= 0.5$F/(hl$).



Soldaduras de filete paralelas.

Para este modelo, la base del análisis o diseño de la soldadura utiliza la siguiente ecuación:

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

la cual supone que la fuerza F completa produce un esfuerzo cortante en el área mínima de la garganta. Observe que esto incrementa el esfuerzo cortante máximo estimado por un factor de 1.414/1.207=1.17. Además, considere las soldaduras de filete paralelas que se muestran en la figura donde, cada soldadura transmite una fuerza F. Sin embargo, en el caso de la figura, el esfuerzo cortante máximo se *localiza* en el área mínima de la garganta y corresponde a la ecuación.

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

Bajo circunstancias de cargas combinadas:

- Se examinan los **esfuerzos cortantes** primarios debidos a **fuerzas externas**.
- Se examinan los **esfuerzos cortantes secundarios** causados por momentos de **torsión y de flexión**.
- Se estima(n) la(s) **resistencia(s)** del (los) **metal(es) base**.
- Se estima la **resistencia del metal de soldadura depositado**.
- Se estima(n) la(s) **carga(s) permisible(s)** del(los) metal(es) base.
- Se estima la **carga permisible** del metal de **aporte depositado**.

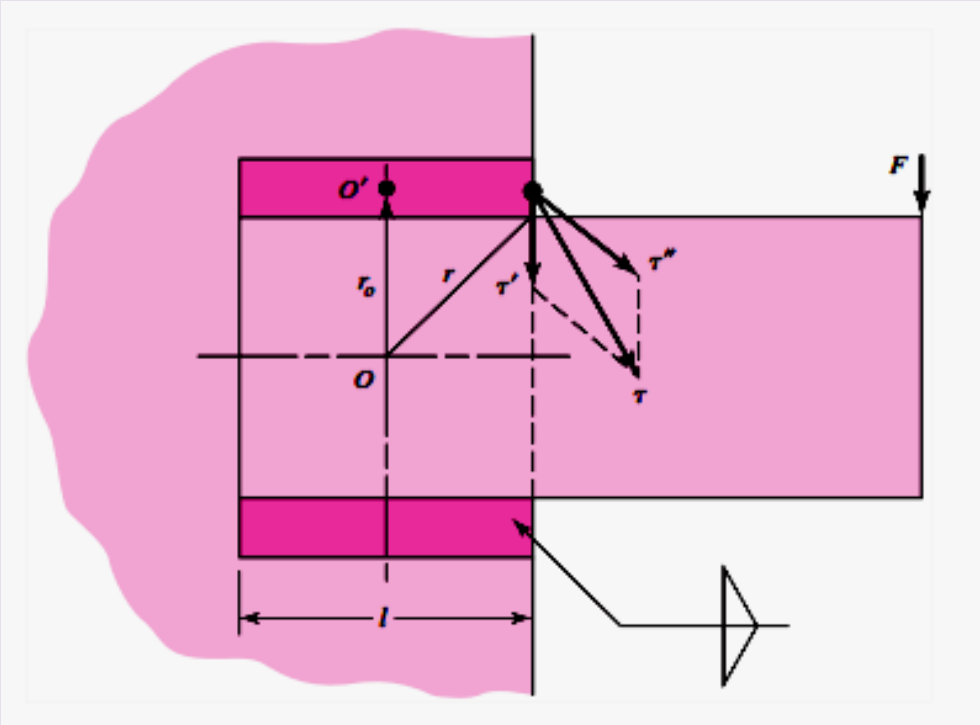
ESFUERZOS EN UNIONES SOLDADAS SUJETAS A TORSIÓN

En la figura se muestra un voladizo de longitud l soldado a una columna mediante dos soldaduras de filete. La reacción en el soporte de un voladizo siempre consiste en una fuerza cortante V y en un momento M

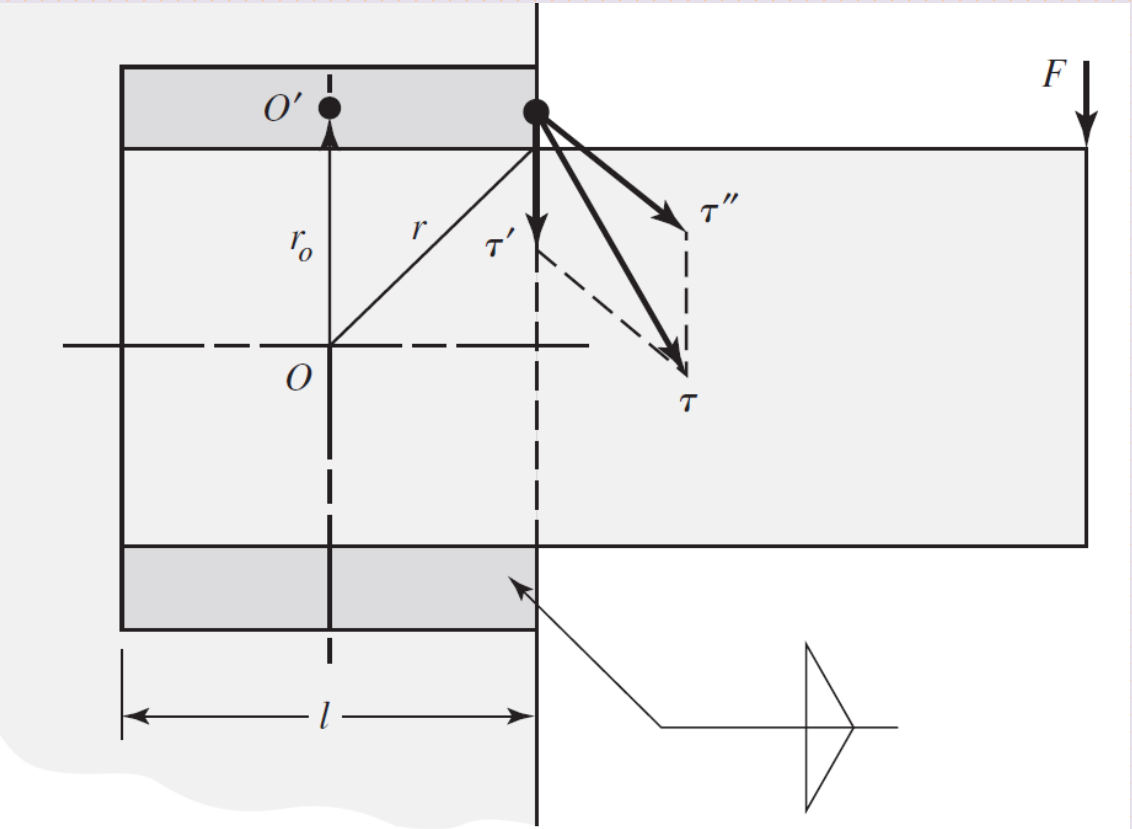
$$\tau' = \frac{V}{A}$$

A es el área de la garganta de todas las soldaduras.

El momento en el soporte produce una torsión de las soldaduras y dicho esfuerzo está dado por la ecuación:



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



Ésta es una *conexión de momento*; una conexión de este tipo produce *torsión* en las soldaduras.

Las fuerzas cortantes mostradas son los esfuerzos resultantes.

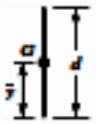
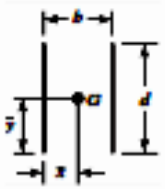
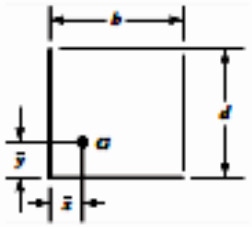
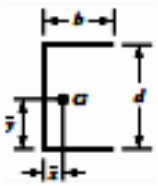
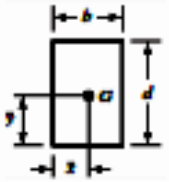
$$\tau' = \frac{V}{A}$$

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

El momento en el soporte produce *un cortante secundario* o *una torsión* de las soldaduras, y dicho esfuerzo está dado por la anterior ecuación

donde r es la distancia desde el centroide del grupo de soldaduras hasta el punto en la soldadura de interés, y J es el segundo momento polar de inercia del área del grupo de soldaduras respecto del centroide del grupo. Cuando se conocen los tamaños de las soldaduras, se resuelven estas ecuaciones y los resultados se combinan para obtener el esfuerzo cortante máximo.

Observe que, por lo general, r es la distancia más alejada del centroide del grupo de soldaduras.

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Momento polar unitario del Área
	$A = 0.70\,hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.41\,hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$	$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{(b+d)^3}{6}$
	$A = 1.414\,\pi hr$		$J_u = 2\pi r^3$

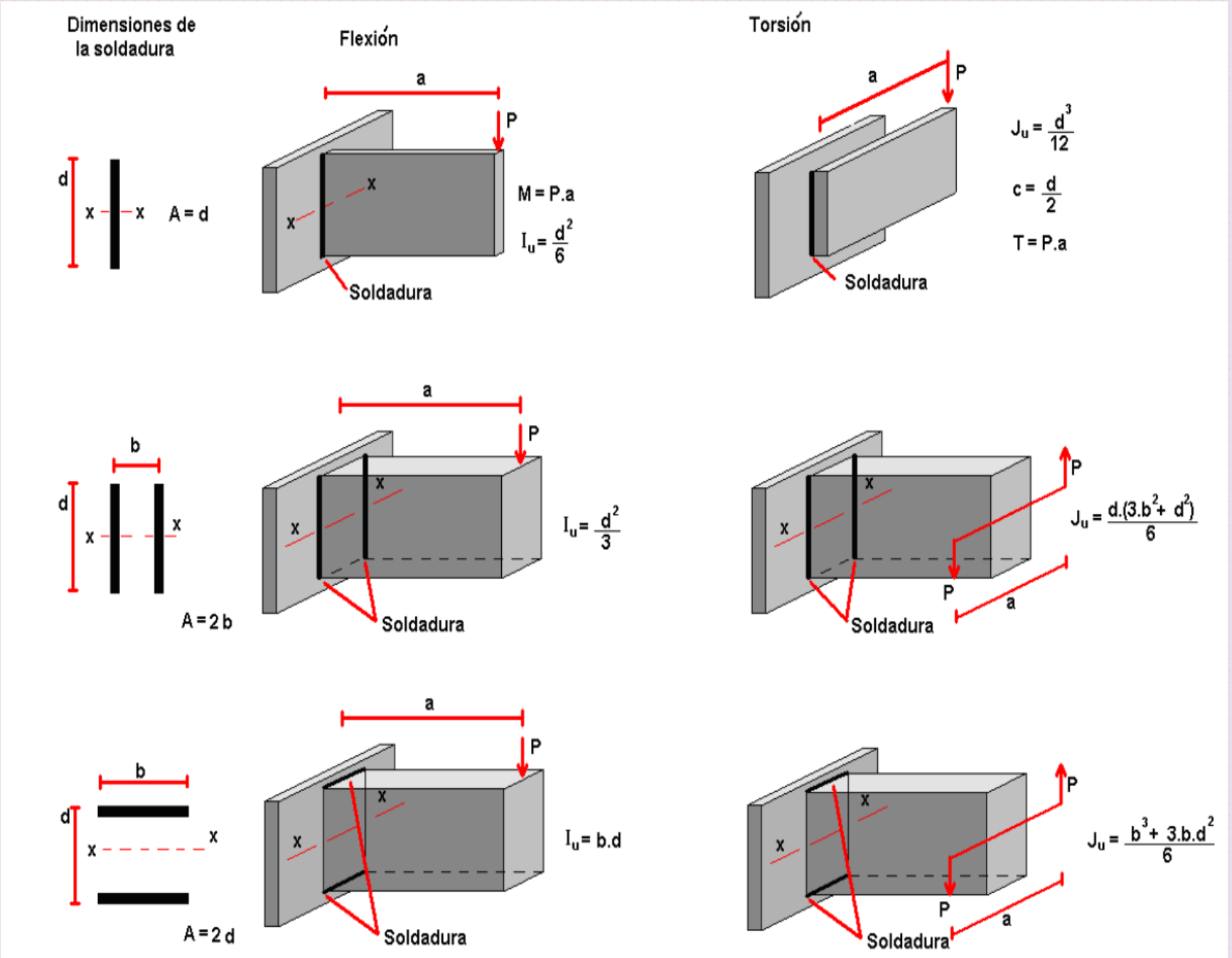
UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS

16:47

Ing. Carlos Barrera



UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

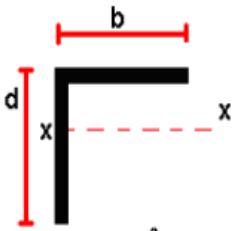
FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS

16:47

Ing. Carlos Barrera

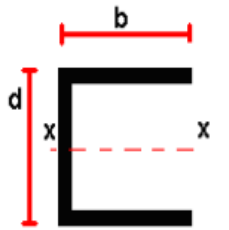
Dimensiones de la soldadura



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

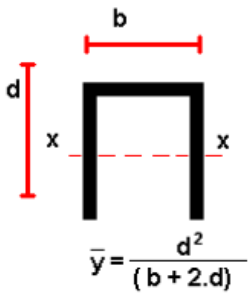
$$\bar{y} = \frac{d^2}{2.(b+d)}$$

$$A = b + d$$



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

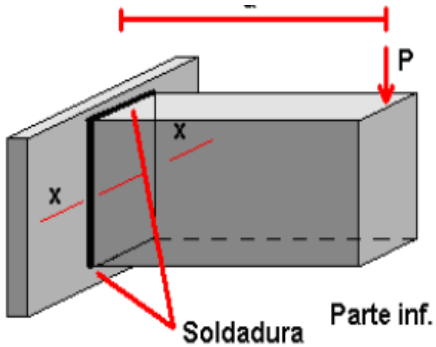
$$A = d + 2.b$$



$$\bar{y} = \frac{d^2}{(b+2.d)}$$

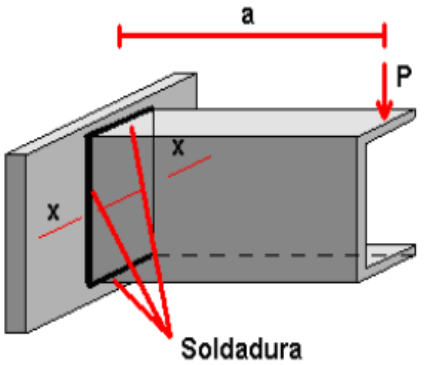
$$A = b + 2.d$$

Flexión

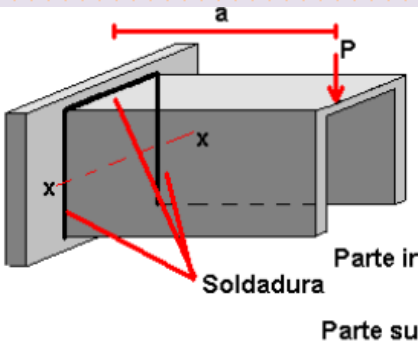


Parte inf. $I_u = \frac{4.b.d + d^2}{6}$

Parte sup. $I_u = \frac{d^2.(4.b + d)}{6.(2.b + d)}$



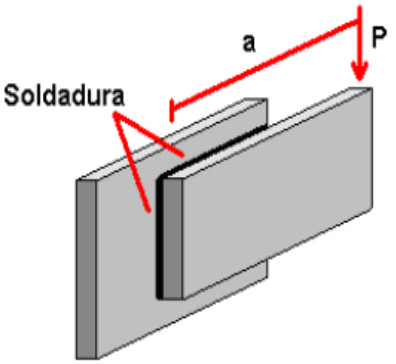
$I_u = b.d + d^2/6$



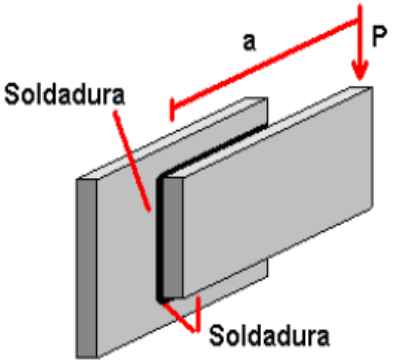
Parte inf. $I_u = \frac{2.b.d + d^2}{3}$

Parte sup. $I_u = \frac{d^2.(2.b + d)}{3.(b + d)}$

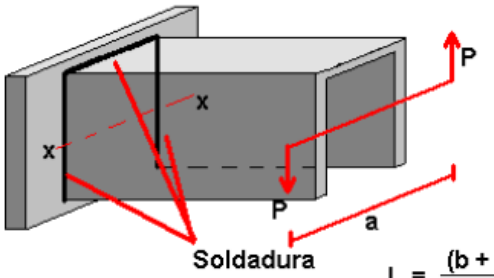
Torsión



$$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6.b^2.d^2}{12.(b+d)}$$



$$J_u = \frac{(2.b+d)^3}{12} - \frac{b^2.(b+d)^2}{(2.b+d)}$$



$$J_u = \frac{(b+2.d)^3}{12} - \frac{d^2.(b+d)^2}{(b+2.d)}$$

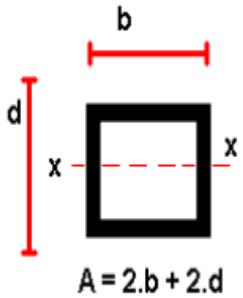
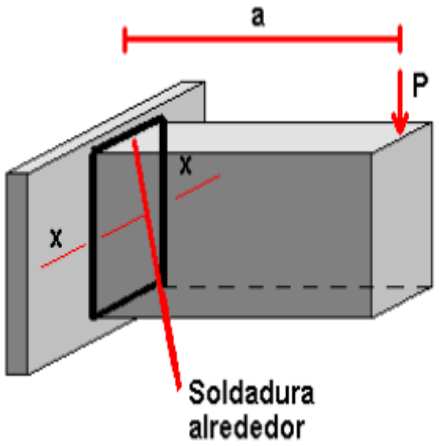
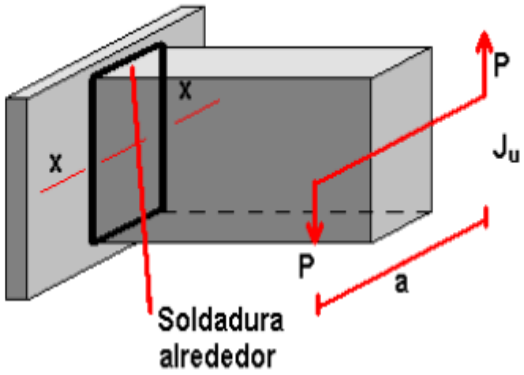
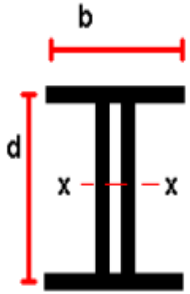
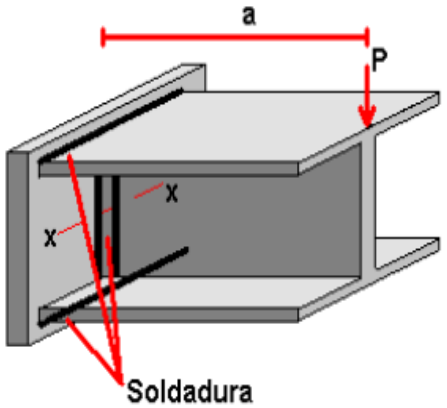
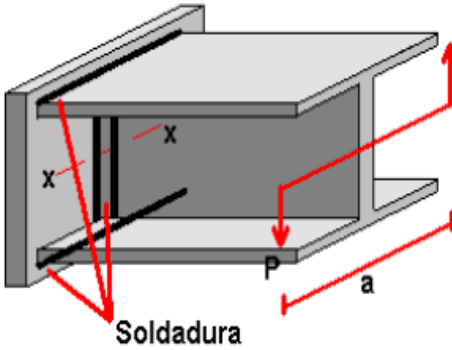
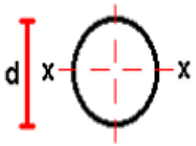
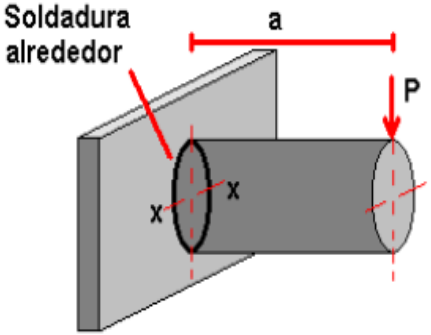
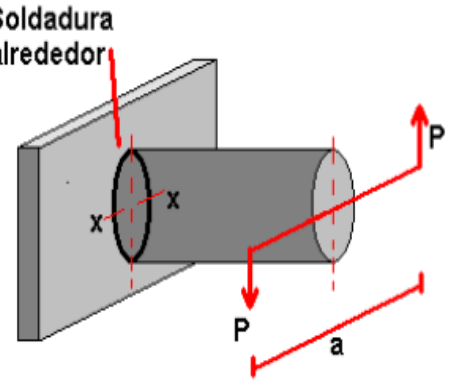
UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

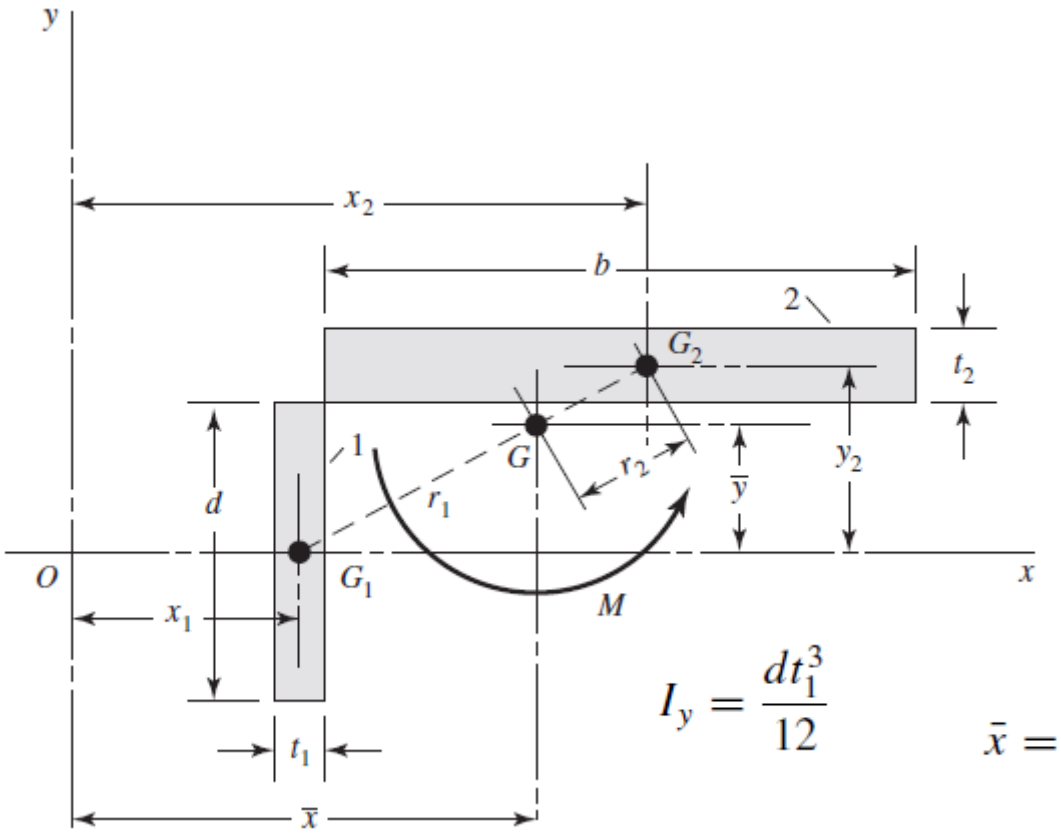
FACULTAD DE INGENIERÍA

Cátedra:
ELEMENTOS DE MÁQUINAS

16:47

Ing. Carlos Barrera

Dimensiones de la soldadura	Flexión	Torsión
 $A = 2.b + 2.d$	 $I_u = b.d + d^2/3$	 $J_u = \frac{(b+d)^3}{6}$
 $A = 2.b + 2.d$	 $I_u = b.d + d^2/3$	 $J_u = \frac{b^3 + 3.b.d^2 + d^3}{6}$
 $A = \pi.b$	 $I_u = \pi.(d^2/4)$	 $J_u = \pi.(d^3/4)$



$$A = A_1 + A_2 = t_1 d + t_2 b$$

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

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

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

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

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

$$r_1 = [(\bar{x} - x_1)^2 + \bar{y}^2]^{1/2} \qquad r_2 = [(y_2 - \bar{y})^2 + (x_2 - \bar{x})^2]^{1/2}$$

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

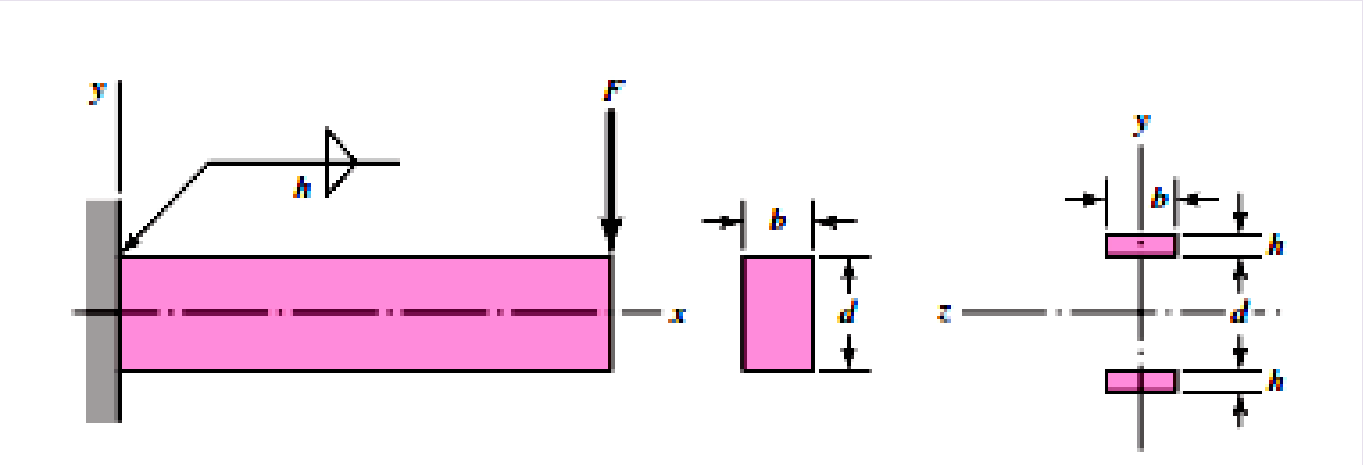
La ventaja de considerar al tamaño de la soldadura como una línea radica en que el valor de J_u es el mismo, sin que importe el tamaño de la soldadura. Como el ancho de la garganta de una soldadura de filete es de $0.707h$, la relación entre J y el valor unitario es $J = 0.707hJ_u$

ESFUERZOS EN UNIONES SOLDADAS SUJETAS A FLEXIÓN

En la figura hay un voladizo soldado a un soporte mediante soldaduras de filete en la parte superior e inferior. El diagrama de cuerpo libre de la viga muestra una reacción de fuerza cortante V y una reacción de momento. La fuerza cortante:

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

El momento M induce una componente de esfuerzo cortante en la garganta de 0,707 τ donde están las soldaduras.



Si se consideran las dos soldaduras de la figura como líneas, se observa que el momento del área unitaria es:

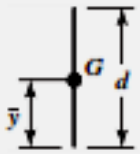
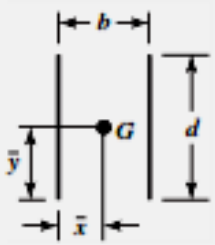
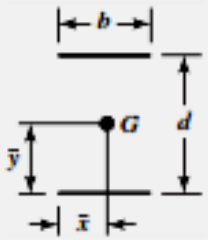
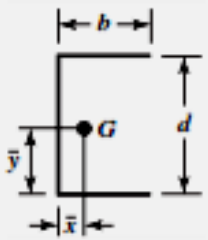
$$I_u = \frac{bd^2}{2}$$

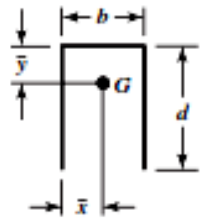
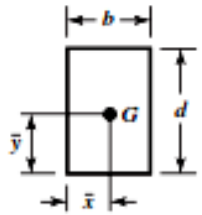
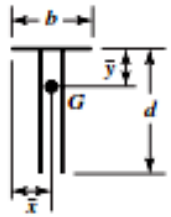
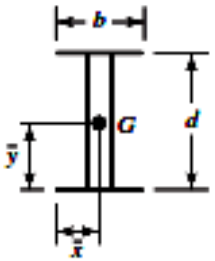
El momento del área I es:

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

El esfuerzo cortante nominal en la garganta es:

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

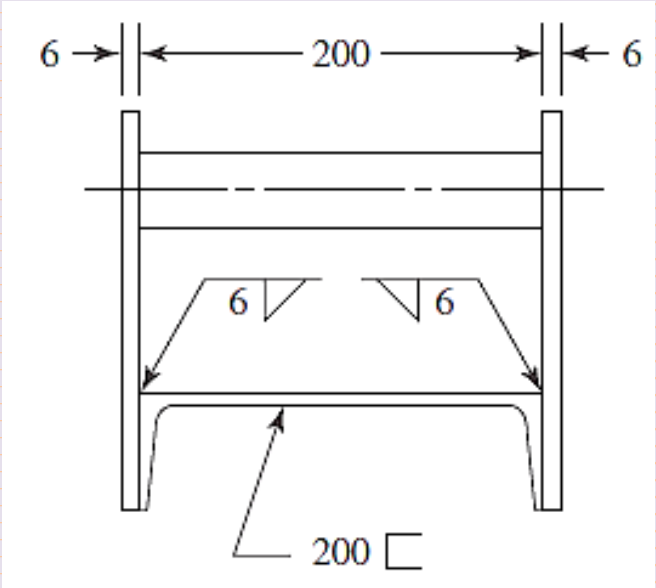
Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Momento polar unitario del Área
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$

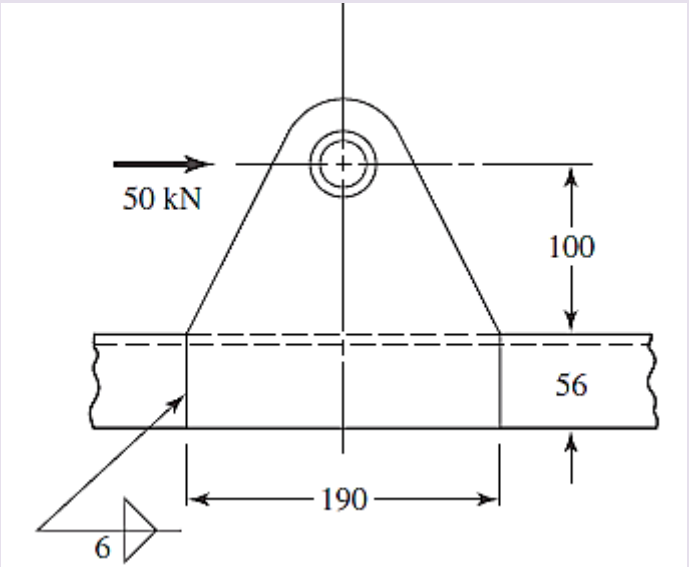
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b+2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b+2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b+d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b+2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b+2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b+d)$
	$A = 1.414\pi hr$		$I_u = \pi r^3$

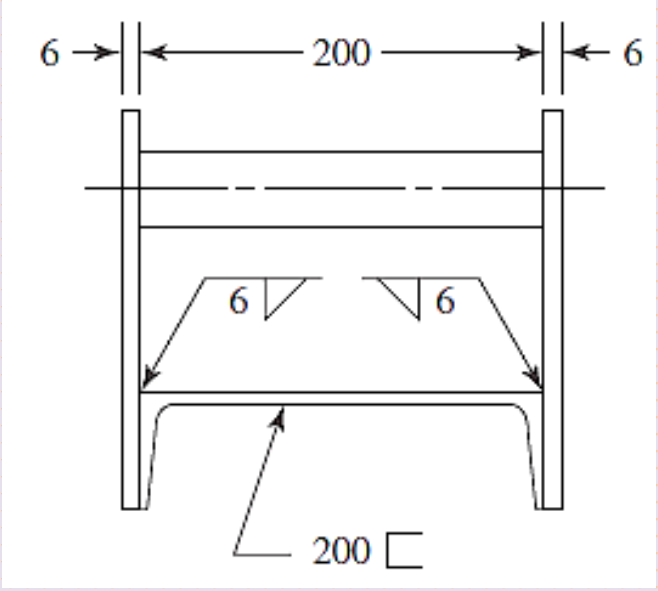
Una carga de 50 kN se transmite de un accesorio soldado a un canal de acero de 200 mm, como se ilustra en la figura. Estime el esfuerzo máximo en la soldadura.

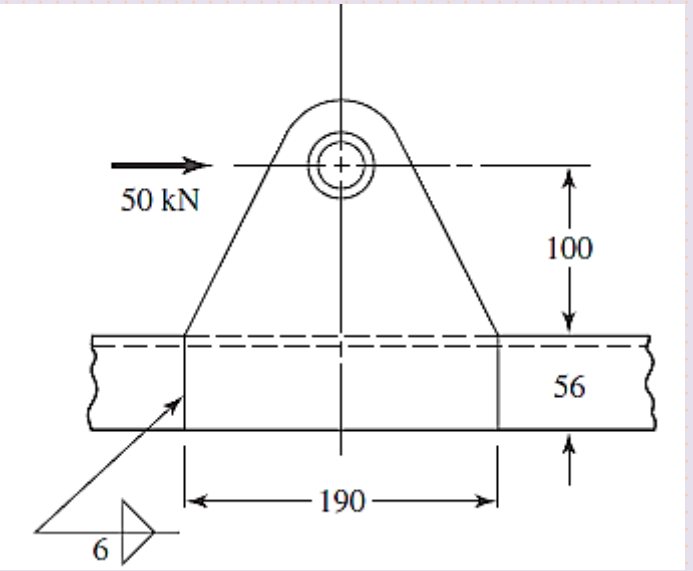
a) Marque con letras los extremos y las esquinas de cada soldadura. Algunas veces conviene marcar cada soldadura de un conjunto mediante un número.

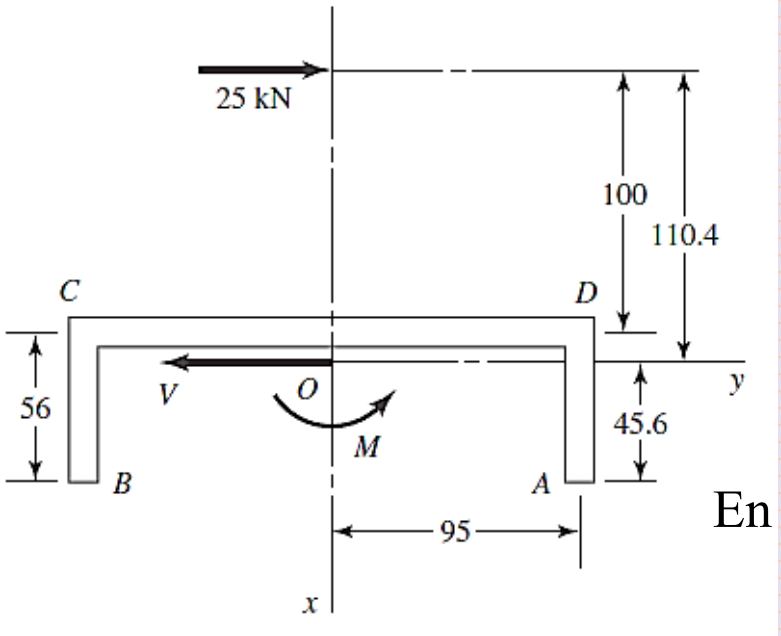
b) Estime el esfuerzo cortante primario. Como se muestra en la fi gura, cada placa está soldada al canal por medio de tres soldaduras de fi lete de 6 mm. En la figura ve que la carga se dividió a la mitad y solo se consideró una placa individual.



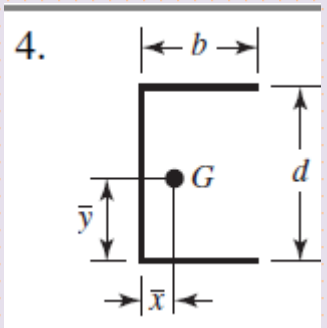








De acuerdo con el caso 4 de la tabla, el área de la garganta es



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

$$A = 0.707(6)[2(56) + 190] = 1\,280 \text{ mm}^2$$

En consecuencia, el esfuerzo cortante primario es

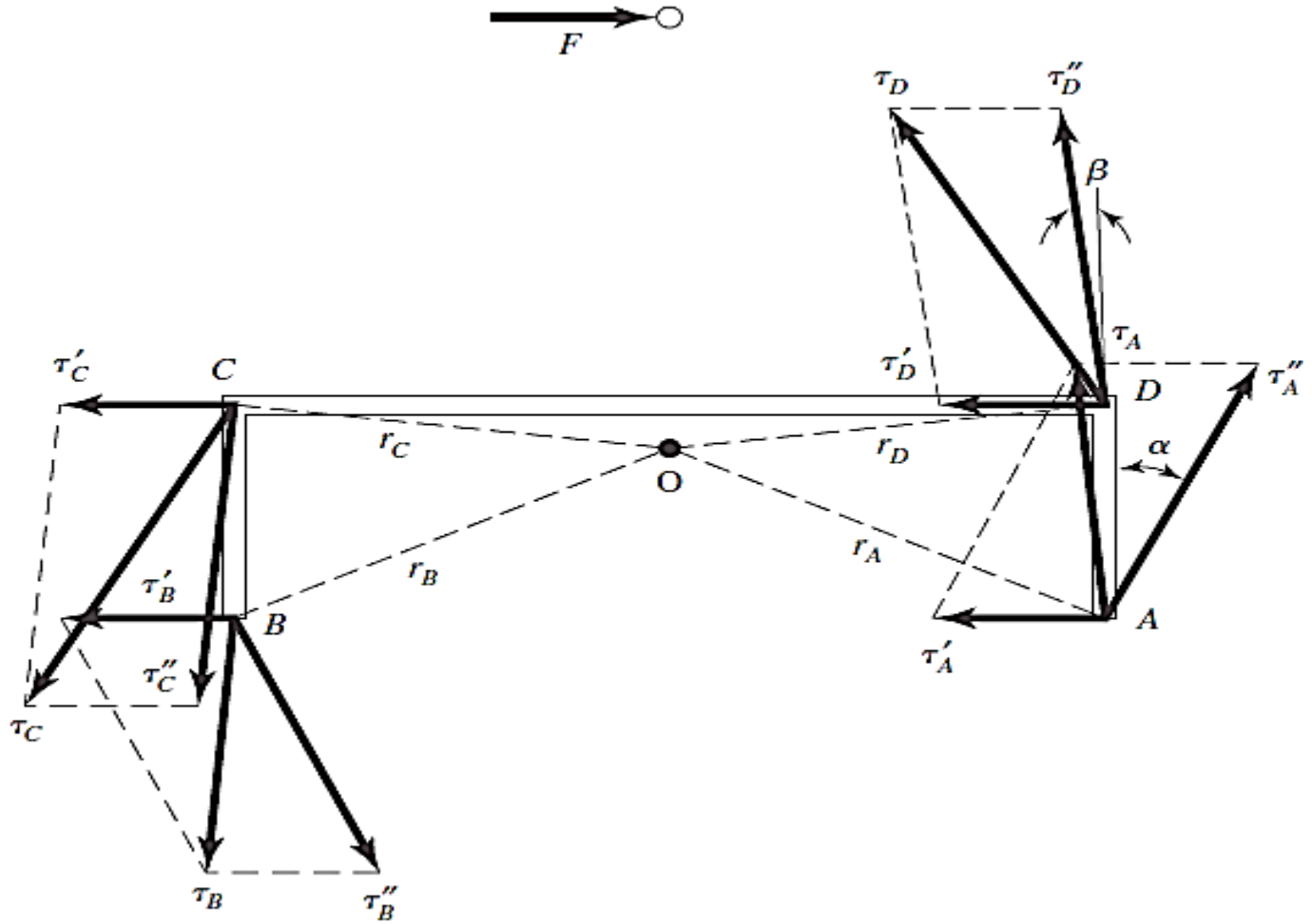
$$\tau' = \frac{V}{A} = \frac{25(10)^3}{1280} = 19.5 \text{ MPa}$$

c) Dibuje el esfuerzo τ', a escala, en cada esquina o extremo marcado. Vea la figura 9-16.

d) Ubique el centroide del patrón de la soldadura. Según el caso 4 de la tabla 9-1, se tiene

$$\bar{x} = \frac{(56)^2}{2(56) + 190} = 10.4 \text{ mm}$$

Lo anterior se muestra como el punto *O* en las figuras 9-15 y 9-16.



e) Encuentre las distancias r_i (vea la figura 9-16):

$$r_A = r_B = [(190/2)^2 + (56 - 10.4)^2]^{1/2} = 105 \text{ mm}$$

$$r_C = r_D = [(190/2)^2 + (10.4)^2]^{1/2} = 95.6 \text{ mm}$$

Estas distancias también se miden a escala, a partir del dibujo.

f) Encuentre J. De nuevo según el caso 4 de la tabla 9-1, se obtiene

$$J = 0.707(6)\left[\frac{8(56)^3 + 6(56)(190)^2 + (190)^3}{12} - \frac{(56)^4}{2(56) + 190}\right]$$

$$= 7.07(10)^6 \text{ mm}^4$$

g) Encuentre M:

$$M = Fl = 25(100 + 10.4) = 2760 \text{ N} \cdot \text{m}$$

h) Estime los esfuerzos cortantes secundarios τ'' en cada extremo o esquina marcada:

$$\tau''_A = \tau''_B = \frac{Mr}{J} = \frac{2760(10)^3(105)}{7.07(10)^6} = 41.0 \text{ MPa}$$

$$\tau''_C = \tau''_D = \frac{2760(10)^3(95.6)}{7.07(10)^6} = 37.3 \text{ MPa}$$

i) Dibuje el esfuerzo τ'', a escala, en cada esquina y extremo. Vea la figura 9-16. Observe que es un diagrama de cuerpo libre de una de las placas laterales, y por lo tanto los esfuerzos τ' y τ'' representan la acción del canal sobre la placa (a través de las soldaduras) necesaria para mantenerla en equilibrio.

j) En cada punto que se indica con letras, combine las dos componentes del esfuerzo como vectores, (puesto que se aplican a la misma área). En el punto A, el ángulo que forma τ_A'' con la vertical, α, también es el ángulo que forma r_A con la horizontal, el cual es $\alpha = \tan^{-1}(45.6/95) = 25.64°$. Este ángulo también se aplica al punto B. Así,

$$\tau_A = \tau_B = \sqrt{(19.5 - 41.0 \text{ sen } 25.64°)^2 + (41.0 \cos 25.64°)^2} = 37.0 \text{ MPa}$$

De manera similar, para C y D, $\beta = \tan^{-1}(10.4/95) = 6.25°$. Por lo tanto,

$$\tau_C = \tau_D = \sqrt{(19.5 + 37.3 \text{ sen } 6.25°)^2 + (37.3 \cos 6.25°)^2} = 43.9 \text{ MPa}$$

k) Identifique el punto con el esfuerzo más alto:

$$\tau_{\text{máx}} = \tau_C = \tau_D = 44 \text{ MPa}$$

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						
τ =	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
	Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal						
†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.

† $f = 0.707h\tau_{perm.}$

Programa B: tamaño mínimo de soldadura de filete, h

Espesor 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 $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
†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.

† Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de $\frac{5}{16}$ pulg por cada $\frac{3}{4}$ pulg de material.

TIPOS DE SOLDADURAS

Soldadura por presión

Es un tipo de soldadura donde la unión entre los metales se produce sin aporte de calor. Es útil en aplicaciones en las que sea fundamental no alterar la estructura o las propiedades de los materiales que se unen. Se puede realizar de las siguientes maneras:

- **Por presión en frío o en caliente**: consiste en limpiar las superficies que hay que unir y ponerlas en contacto, aplicar una presión sobre ellas hasta que se produzca la unión.
- **Por fricción**: Se hace girar el extremo de una de las piezas y después se pone en contacto con la otra. El calor producido por fricción une ambas piezas por deformación plástica.

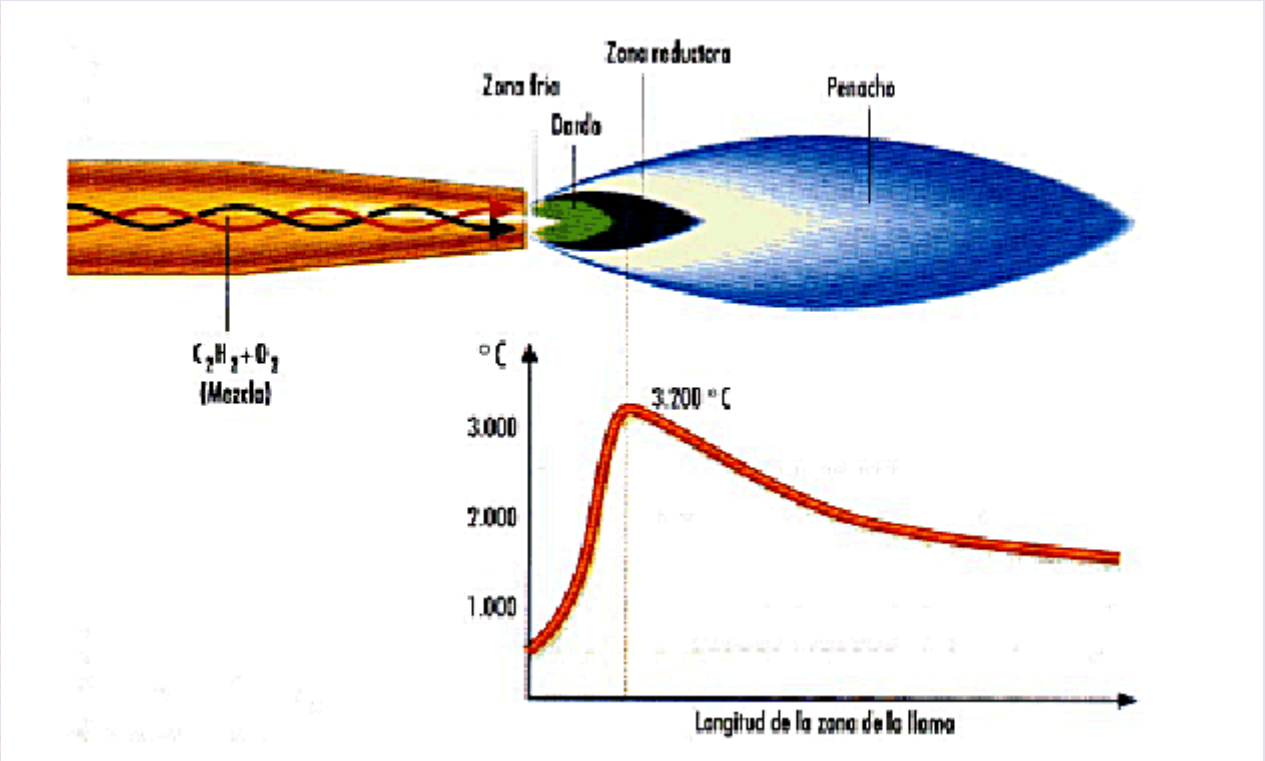
Agrupa todos los procesos de soldadura en los que se aplica presión, sin aporte de material para realizar la unión.

Es una soldadura de buena calidad y uniforme si la ejecución es correcta.

No hay deformaciones ni cambios en la estructura del material.

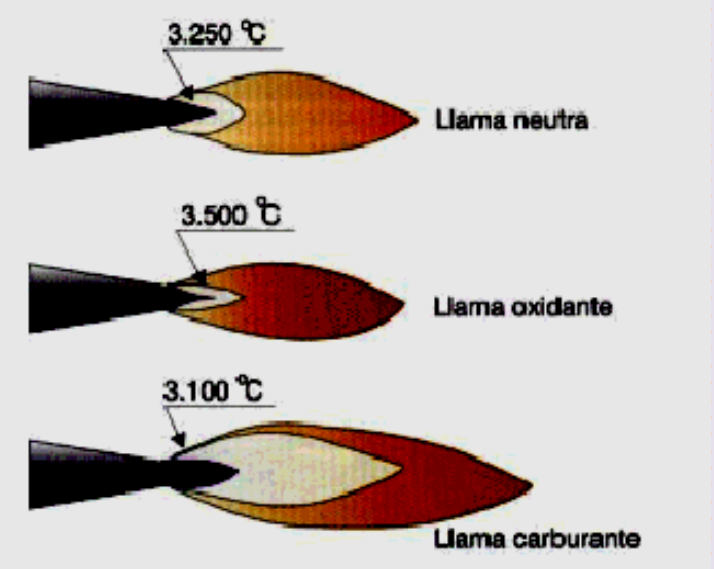
Soldadura oxiacetilénica

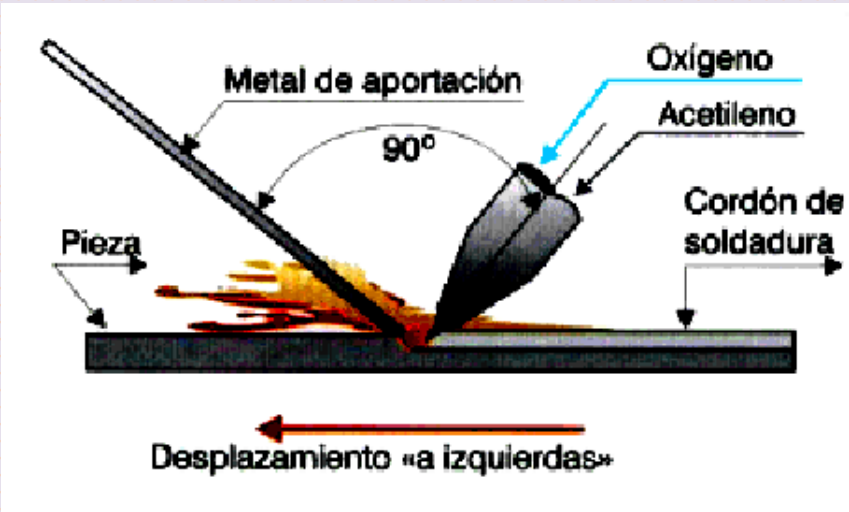
El calor aportado en este tipo de soldadura se debe a la reacción de combustión del acetileno, pues se alcanzan temperaturas del orden de los 3200 ºC

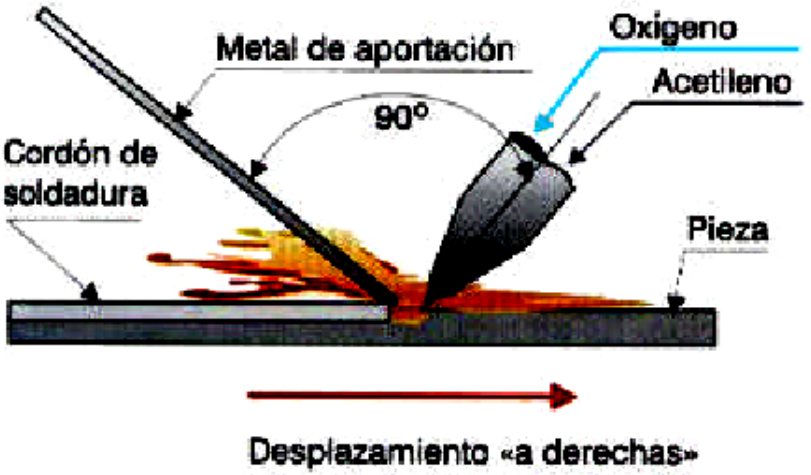


Según la relación oxigeno/acetileno la llama puede ser oxidante si tiene exceso de oxígeno, es una llama corta, azulada y ruidosa. Alcanza las máximas temperaturas.

Reductora si tiene falta de Oxígeno, es una llama larga, amarillenta y alcanza menos temperatura. Neutra o normal que es aquella ideal para soldar acero.





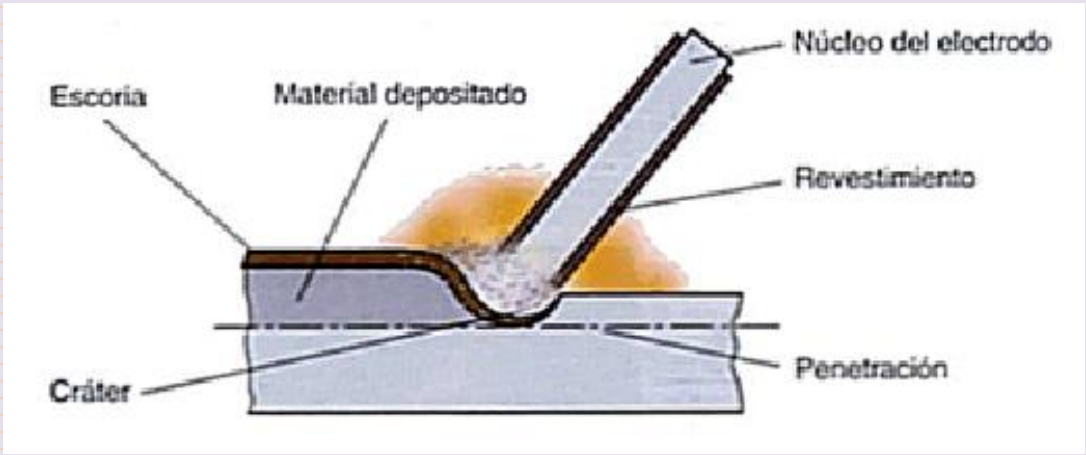


- Es una soldadura que tiene como ventaja que solo se aplica la cantidad requerida.
- El soldador tiene control del calor y la temperatura.
- Suelda materiales ferrosos y no ferrosos.
- El equipo de soldar es de bajo costo, portátil y muy versátil

- Se producen grandes deformaciones y tensiones internas causadas por el gran aporte térmico.
- El proceso es lento, de baja productividad, destinado a pequeños espesores.
- Produce grandes cantidades de escoria, las cuales deben ser removidas.

Soldadura por Arco Eléctrico

Es un sistema de reducido costo, de fácil y rápida utilización y aplicable a toda clase de metales. El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante un calor intenso desarrollado por un arco eléctrico. Los bordes en fusión de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezclan formando al enfriarse un pieza única, resistente y homogénea.



Para que la soldadura presente una penetración eficaz, hay que tener en cuenta la longitud del arco. (distancia entre el extremo del electrodo y la superficie del baño fundido). El operario tiene que ser hábil para mantener el arco a la longitud adecuada. Las temperaturas que se generan son del orden de 3500 ºC

Fuente de poder sencilla y económica. Se puede emplear en cualquier posición.

Es aplicable en la mayoría de los metales y aleaciones de uso industrial.

Es un proceso manual. Alta deposición del metal.

Produce irradiaciones de ondas infrarrojas y ultravioletas que pueden causar trastornos en la persona.

Se realizan fácilmente soldaduras robustas (con un buen proceso de diseño y control)

Prácticamente no es necesaria una preparación previa de los bordes.

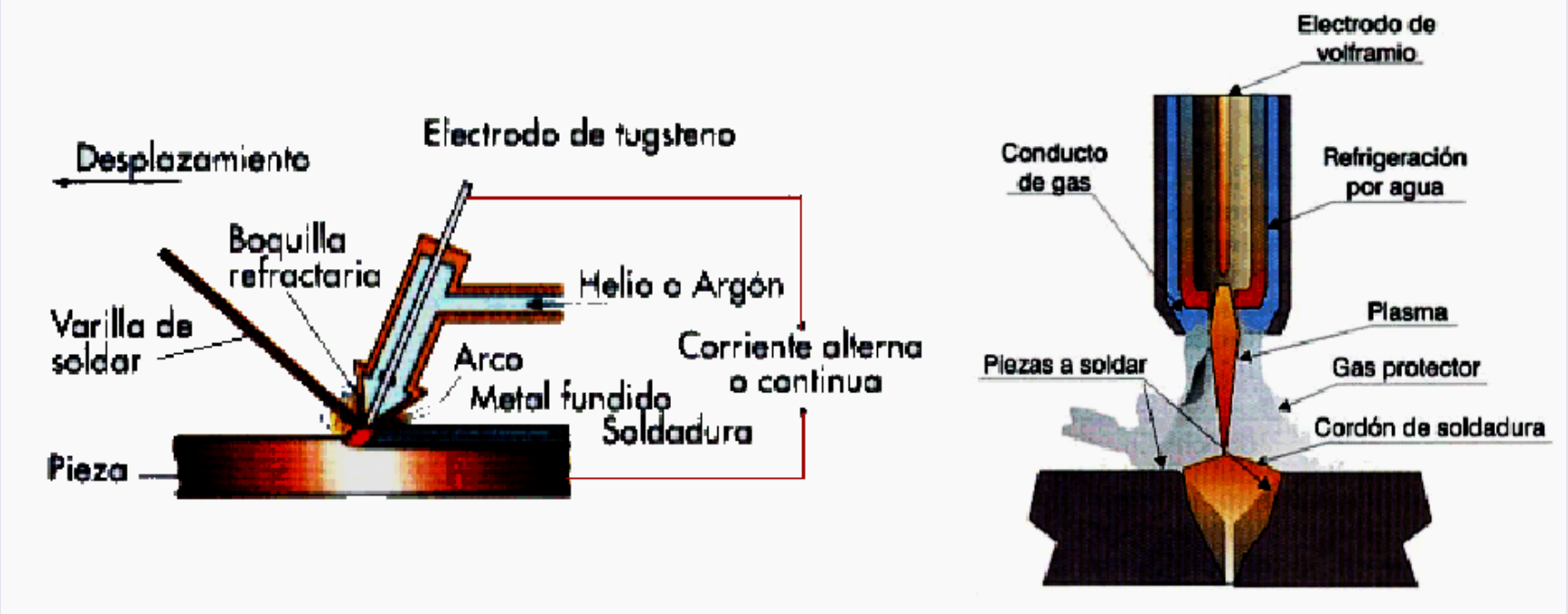
El proceso es adecuado para trabajos de interior o al aire libre.

Distorsión mucho menor. Las soldaduras realizadas son robustas, uniformes, resistentes a la ductilidad y a la corrosión y tienen muy buen valor frente a impacto.

Soldadura por Arco en atmósfera inerte

Este procedimiento se basa en aislar el arco y el metal fundido de la atmósfera, mediante un gas inerte (helio, argón, hidrogeno, etc)

CON ELECTRODO REFRACTARIO (Método TIG)



El arco salta entre el electrodo de Wolframio o Tungsteno(que no se consume) y la pieza, el metal de aporte es una varilla sin revestimiento de composición similar a la del metal base.

La superficie soldada queda limpia, sin escoria ni residuos de fundente.

Permite soldar con facilidad espesores delgados.

El arco es visible y se puede soldar en cualquier posición

Hay menos posibilidad de grietas por acción del hidrogeno en aceros susceptibles a ellas.

Hay una mejor protección de la zona de soldadura por la acción del gas.

El cordón presenta buen acabado.

No produce chispas ni salpicaduras.

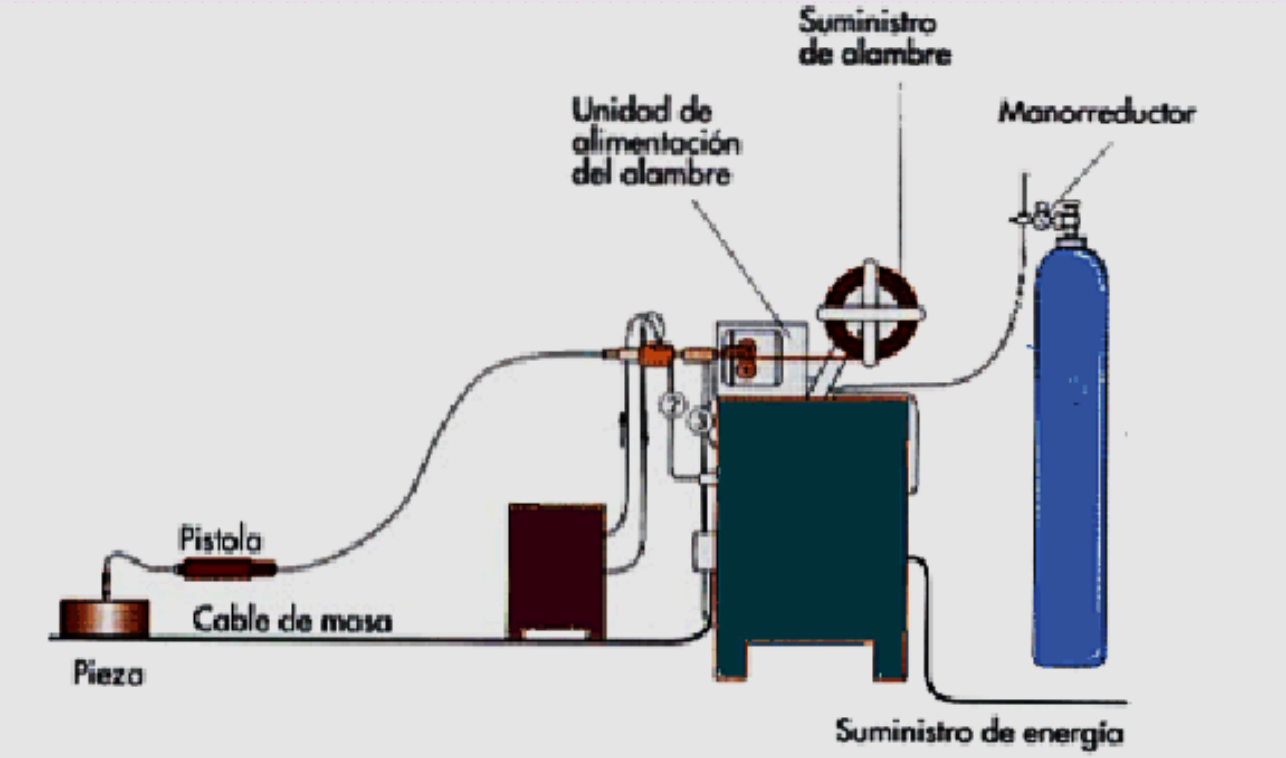
Alto costo del equipo y mano de obra.

Dificultades para trabajar al aire libre.

Requiere una mayor destreza por parte del soldador.

CON ELECTRODO CONSUMIBLE (Método MIG y MAG)

Se sustituye el electrodo refractario de wolframio por un hilo de alambre continuo y sin revestimiento que se hace llegar a la pistola junto con el gas. Según sea el gas así recibe el nombre (MIG= Metal Inert Gas) o (MAG= Metal Activ Gas) si utiliza anhídrido carbónico que es más económico.



VENTAJAS Y LIMITACIONES

- Alimentación continua del material de aporte.
- No deja escoria. Soldadura limpia.
- Altas velocidades de soldadura.
- Mayor penetración que con otros métodos.
- Es posible soldar en toda posición.
- Puede ser utilizado en la mayoría de las aleaciones comerciales.
- El equipo es relativamente más complejo y costoso. Menos Portátil.
- El arco debe ser protegido de las corrientes de aire que pueden desplazar el gas de protección.
- Requiere limpieza del metal de base.

- Diferentes grados de espesores: se pueden realizar las tareas en espesores comprendidos entre 0,7 y los 6mm, sin necesidad de preparar los bordes.
- No emite agentes de contaminación: consigue una reducida emisión de gases contaminantes o tóxicos para la atmósfera.
- Alto costo: así como su manera de operarla es sencilla, el precio del equipo puede ser bastante alto. Lo que quiere decir que si manejas un presupuesto limitado, te será complicado el adquirirla.
- Enfriamiento: su sistema de enfriamiento es más rápido en relación a otros métodos de trabajo.

ALAMBRE ELECTRODO



Igual que los electrodos de arco ordinaria, los electrodos para soldadura MIG se diseñan de acuerdo con el tipo de metal que se va a soldar.

Dependiendo del proceso que se use, los electrodos pueden ser:

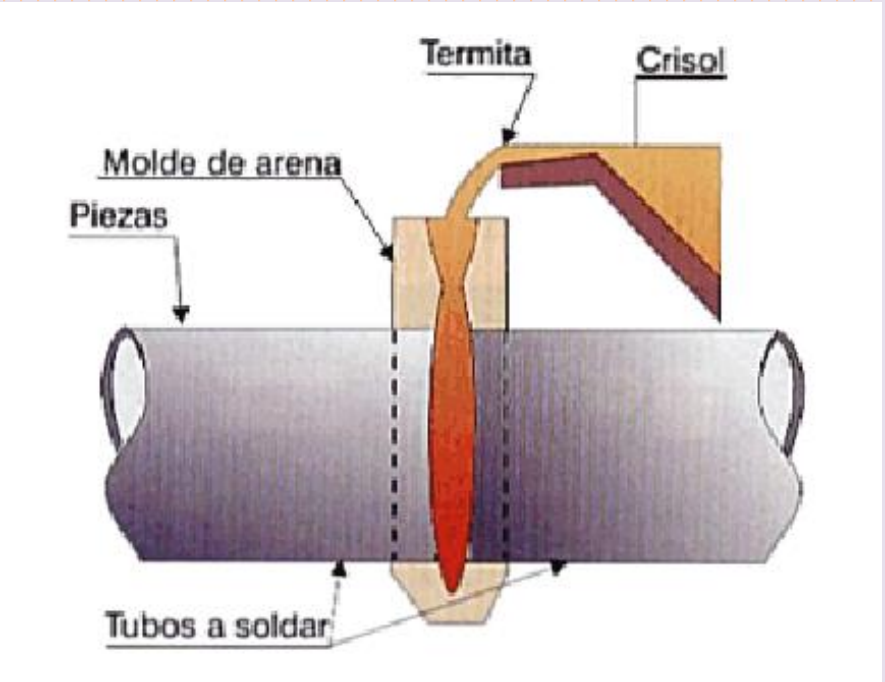
- De alambre desnudo.
- De alambre con fundente.
- De alambre con alma de fundente.

Los alambres de desnudos vienen en los siguientes diámetros: 0.020", 0.030", 0.040", 0.045", 3/64", 1/16", 3/32". Los alambres más pequeños (0.020" a 0.045") son los más usados, es obvio que estos alambres finos tienen una gran influencia en la calidad de la soldadura, ya que cuanto mayor sea el área superficial de alambre, mayor es la posibilidad de contaminación por suciedad u otras substancias extrañas, por lo que aumenta la posibilidad de que se produzcan soldaduras porosas.

Soldadura Aluminotérmica

Utiliza como fuente de calor para fundir los bordes de las piezas a unir y metal de aporte el hierro líquido y sobrecalentado que se obtiene de la reacción química que se produce entre el óxido de hierro y el aluminio de la cual se obtiene la alúmina, hierro y una muy alta temperatura. La alúmina forma una escoria en la parte superior de la unión evitando la oxidación.

Para efectuar la soldadura se realiza un molde de arena alrededor de la zona de soldadura y se vierte el metal fundido en él.

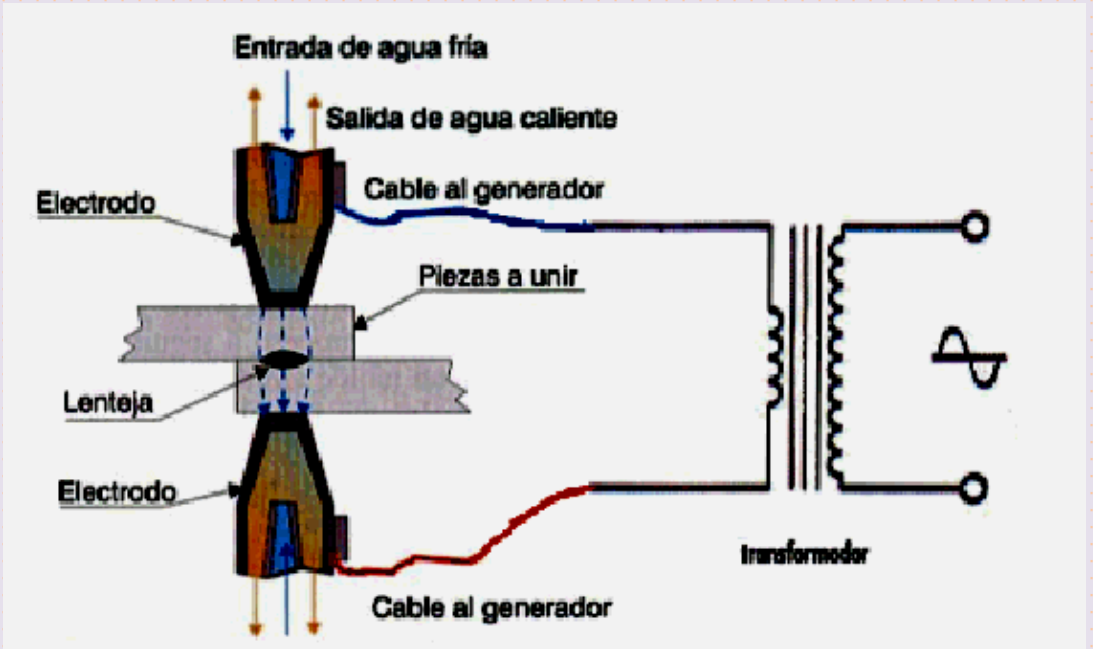


Soldadura por Resistencia Eléctrica

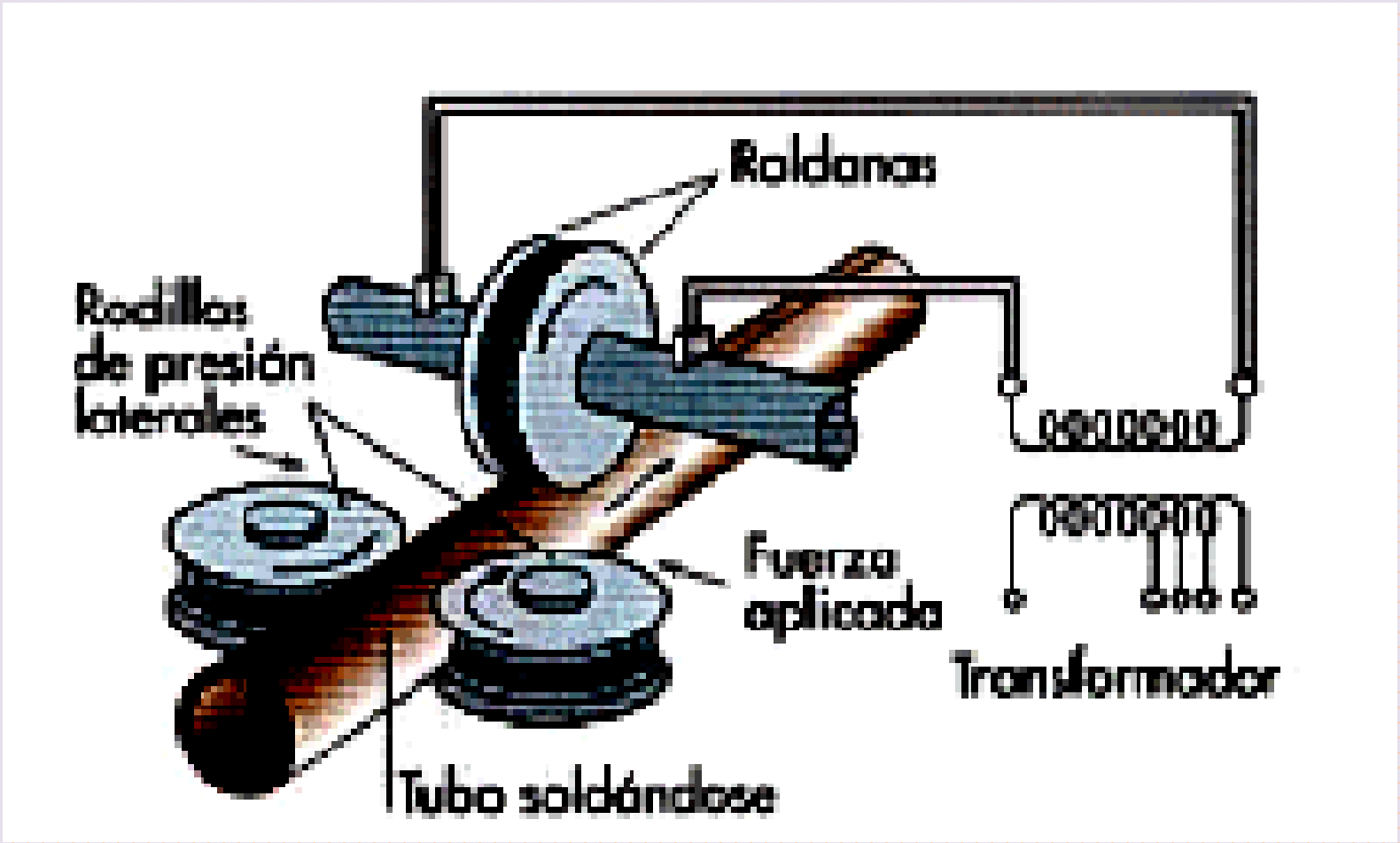
Este tipo de soldadura se basa en el Efecto Joule.

La soldadura por resistencia puede realizarse de las siguientes maneras:

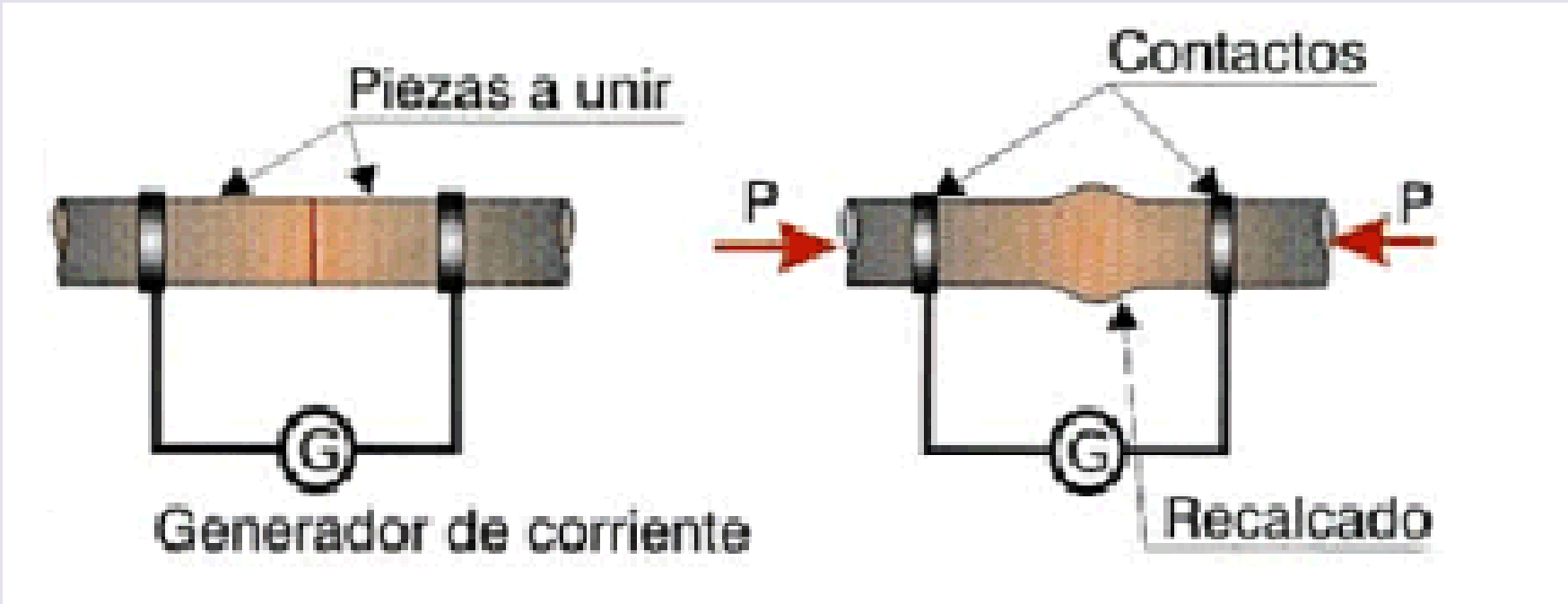
•Por Puntos: Las piezas, generalmente chapas, quedan soldadas por pequeñas zonas aisladas y regularmente espaciadas que se denominan puntos. Las chapas se sujetan por medio de los electrodos y a través de ellos, se hace pasar la corriente eléctrica para que funda los puntos. Cuando se solidifican la pieza queda unida por estos puntos.



Por costura: La soldadura eléctrica se basa en el mismo principio que la soldadura por puntos, pero en este caso las puntas de los electrodos se sustituyen por rodillos, entre los cuales y presionadas por el borde de éstos, pasan las piezas a soldar.



A tope: Las dos piezas que hay que soldar se sujetan entre unas mordazas por las que pasa corriente, las cuales están conectadas a un transformador. Las superficies que se van a unir, a consecuencia de la elevada resistencia al paso de la corriente que circula por las piezas, se calienta hasta la temperatura conveniente para la soldadura. En ese momento se interrumpe la corriente, y se aprietan las dos piezas fuertemente una contra otra.



TIPOS DE RECUBRIMIENTOS EN ELECTRODOS

1. Ácidos: (A)

- El revestimiento está compuesto por óxidos de hierro, manganeso y sílice.
- Se consigue con ellos una buena penetración, especialmente los de espesor grueso.
- Son fáciles de manejar y el rendimiento que se obtiene con ellos es alto. Puede dar fisuras si el metal base no tiene buenas características de soldabilidad.

2. Rutilos medio: (R)

- El revestimiento consta básicamente de óxido de titanio (rutilo).
- El revestimiento de este tipo de electrodos contiene una gran cantidad de rutilo u óxido de titanio en cantidades del orden del 50% de su peso, junto con materiales celulósicos en cantidades inferiores al 15%.
- La escoria es densa y viscosa..
- Presentan una gran facilidad de manejo. Son muy utilizados para soldaduras en talleres en elementos que no sean de gran responsabilidad y en chapas finas.

3. Básicos: (B)

- Son electrodos con revestimiento de tipo grueso que consta, básicamente, de carbonato cálcico.
- Con ellos se puede soldar en cualquier posición y son muy resistentes a la formación de grietas.
- Son adecuados para uniones complejas y de gran responsabilidad: puentes, estructuras resistentes.
- Se sueldan con arco muy corto. Siempre deben estar muy secos. Se consigue una penetración media.

4. Celulósico: (C)

- El revestimiento consta, fundamentalmente, de compuestos orgánicos (celulosa). Se usan especialmente en soldadura vertical descendente. Se utilizan normalmente en soldadura de gasoductos.

Tareas de preparación

1. Corte de los materiales.
2. Biselado por corte térmico o medios mecánicos.
3. Conformado
4. Armado de la junta según diseño (planos).
5. Limpieza (óxidos, suciedad, pintura, etc).
6. Punteado o rigidizado de la estructura.
7. Control dimensional y ensayos no destructivos.

Una buena preparación de junta garantiza:

- ✓ Minimiza la cantidad de aporte.
- ✓ Mayor velocidad de soldadura.
- ✓ Mejor calidad final con menor tiempo y esfuerzo.
- ✓ Menor índice de fallas y reparaciones.
- ✓ Menor cantidad, duración y costo de las tareas post-soldadura.

TAREAS POST-SOLDADURA

- Ensayos no destructivos.
- Minimizar o eliminar:
  - Amolado y limpieza.
  - Reparaciones.
  - Corrección de deformaciones.

UNA BUENA SOLDADURA NO DEBE SER AMOLADA PARA MEJORAR SU VISUAL

BIBLIOGRAFÍA

- Diseño en Ingeniería Mecánica SHIGLEY
- Manufactura, ingeniería y Tecnología KALPAKJIAN, S. SCHMID

- http://www.indura.cl
- http://www.oerlikon.es
- www.conarco.com.ar
- http://www.esab.com.ar
- http://www.lincolnelectric.com.mx
- Norma AWS, Standard Symbols for Welding.