



CONCEPTOS BASICOS DE SOLDADURA Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)

**REALIZADO POR:
MICHELIN TAVERA
RAMON RIVERO**

Contenido

- Introducción
- Procesos de Soldaduras y Aplicaciones
- Electrodo
- Posiciones de soldadura
- Uniones Básicas
- Tipos de Costuras
- Defectos en la Soldadura
- Ensayos No Destructivos
- Homologación de Soldadores y Procesos de Homologación
- Procedimientos de Soldadura

Introducción

La **Soldadura** es el proceso por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin el aporte de otro metal, llamado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a las de las piezas que se han de soldar.

- Originalmente, los metales eran soldados a fuerza de golpes.
- La soldadura eléctrica fue inventada a principio del siglo XIX, en plena revolución industrial.
- Demostró ser un proceso económico y eficiente con lo que su uso se ha ido propagando de forma creciente hasta la actualidad.
- Hoy en día, la soldadura es considerada una ciencia.

Procesos de Soldadura



Procesos de soldadura por Arco

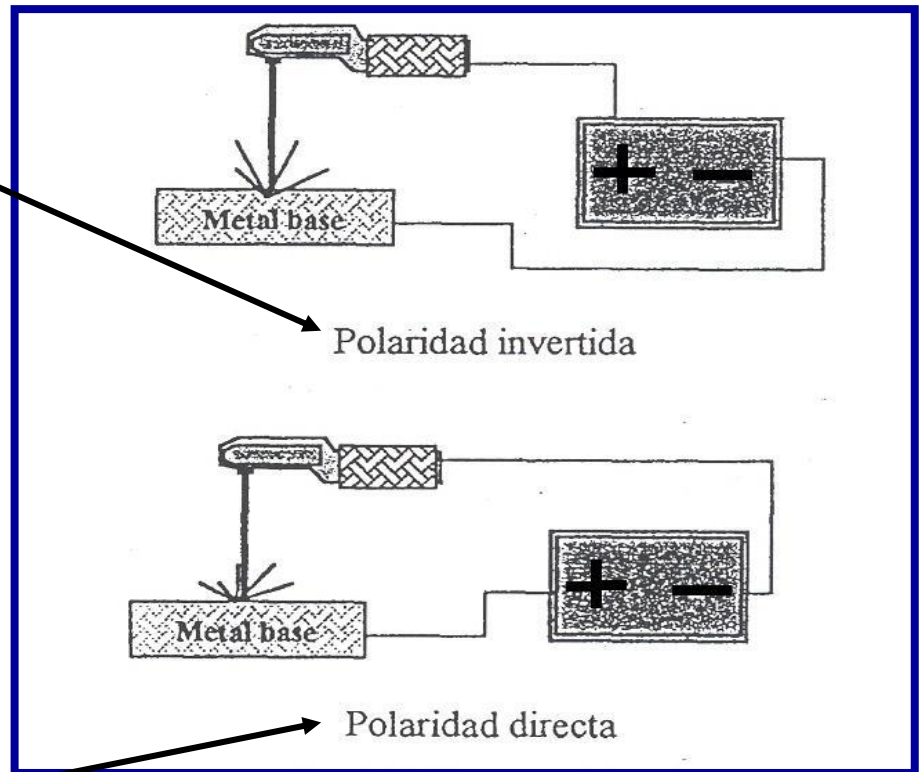
Características de proceso:

- Temperaturas: 5500°C
- Radiación: Infrarroja y Ultravioleta
- Intensidad de corriente: determina la energía para la fusión
- Tipo de Corriente:
 - Alterna: Grandes magnitudes de corriente, inestable
 - Continua: Arcos eléctricos estables, uniones de calidad
- Polaridad de corriente: regula la distribución de calor
 - Directa (electrodo negativo):
 - Materiales de bajo espesor
 - Soldadura fuera de posición
 - Inversa (electrodo positivo):
 - Materiales de alto espesor
 - Maximizar la penetración
- Tipo de electrodo: consumible y no consumible

Polaridad

↑
Mayor
Penetración

*Procesos de
Soldadura*



Procesos de soldadura por Arco

Influencia de factores:

- Longitud de arco: Distancia entre la punta del electrodo y el material base:



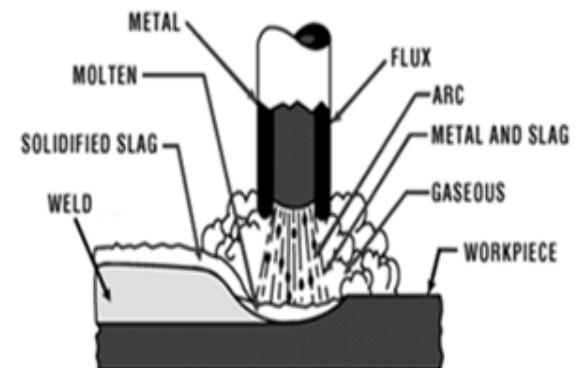
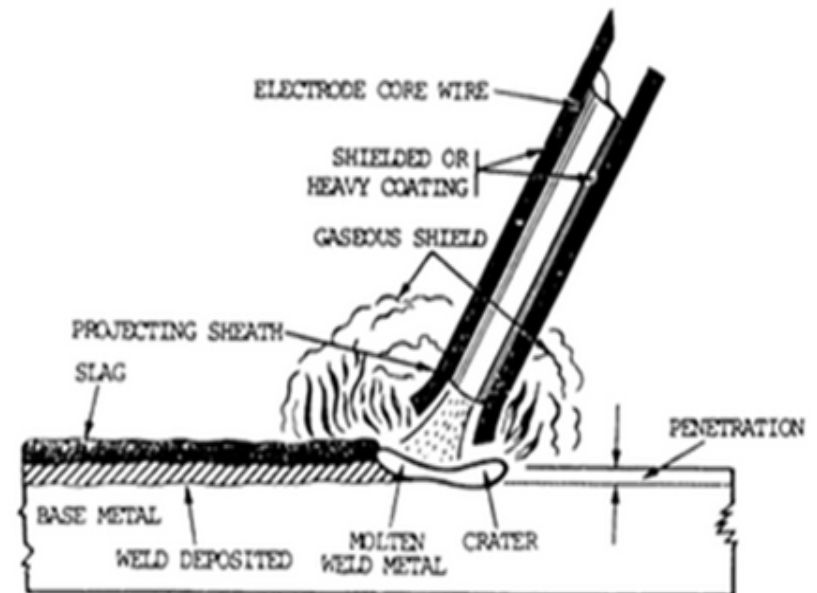
- Penetración: profundidad de la zona fundida, depende de la polaridad e intensidad de corriente, depende de los parámetros del arco (polaridad e intensidad de corriente)
- Número de pasadas: una o múltiples pasadas en función del material a depositar.

Equipos utilizados:

- Transformador, Transformador-Rectificador y Generador.

Proceso SMAW

- Shielded Metal Arc Welding.
- Arco eléctrico entre la pieza a soldar y un electrodo metálico recubierto.
- Electrodo: Varilla metálica.
- La protección se obtiene por la descomposición del revestimiento en forma de gases y escoria líquida.
- Funciones de los revestimientos:
 - Formadores de escoria
 - Estabilizadores de las características del arco
 - Desoxidantes
 - Aglomerantes
 - Elementos aleantes



SMAW

- Tipos de electrodos:
- **Electrodos Ácidos:** Contienen una adecuada proporción de productos desoxidantes. Destinado para soldar aceros normales de construcción. Se encuentra en desuso, ha ido paulatinamente siendo sustituido por los rutilos y básicos.
- **Electrodos Básicos:** Su recubrimiento está formado por óxido de calcio. Es un electrodo de alta densidad con una carga de rotura de hasta 50 kg/mm². Se emplea en trabajos de gran responsabilidad.
- **Electrodos Celulósicos :** En su revestimiento figura la celulosa. Se emplean con frecuencia en la soldadura de tuberías.
- **Electrodos de Rutilo:** En su revestimiento figura el bióxido de titanio o rutilo. Sirven para soldar todo tipo de posiciones difíciles.

SMAW

- REVESTIMIENTO DE LOS ELECTRODOS DE ACEROS ALEADOS
- Los revestimientos más comunes para los aceros aleados (de baja, media o alta aleación) son los de tipo básico y de tipo rutilo, siendo más frecuentes los primeros.
- CONSERVACIÓN Y MANIPULACIÓN DE LOS ELECTRODOS
- El revestimiento del electrodo es muy frágil, si se emplean electrodos con revestimiento agrietado o desprendido, la protección del baño de fusión no será perfecta, además disminuirá la estabilidad del arco, por tanto se deben transportar y almacenar en recipientes suficientemente resistentes evitando cualquier golpe en su manipulación. No se deben utilizar los electrodos que presenten algún defecto en su revestimiento.
- Nunca se deberá transportar un número de electrodos mayor que el que se considere va a ser necesario para una tarea determinada.

SMAW

- No exponer los electrodos a ambientes excesivamente húmedos ni depositarlos sobre superficies con grasa, polvo, pintura o suciedad.
- Los revestimientos de los electrodos son higroscópicos (absorben y retienen la humedad con gran facilidad). Si se utiliza un electrodo húmedo se pueden provocar poros, además de grietas en frío. Para disminuir los problemas de la humedad. Los electrodos revestidos deben ser embalados, almacenados y manejados en las condiciones adecuadas. Los electrodos deben almacenarse en locales limpios y dotados de una regulación de temperatura y humedad adecuadas.
- Los electrodos básicos (de bajo contenido en hidrógeno), que por unas causas u otras hayan permanecido expuestos a la humedad ambiental durante algún tiempo, deben ser sometidos a un proceso de secado en estufa. Para seleccionar la temperatura y tiempo de secado se deberán

SMAW

- seguir las recomendaciones del fabricante del electrodo, dado que los límites de temperatura y tiempo pueden variar de un fabricante a otro incluso para los electrodos de la misma clasificación. Un calentamiento excesivo puede dañar el revestimiento. En el trabajo deben mantenerse estufas cercanas al sitio de la soldadura con temperaturas uniformes de 65 a 150°C (temperatura de mantenimiento).
- CEBADO DEL ARCO
- El arco se establece golpeando ligeramente el extremo del electrodo sobre la pieza en las proximidades del lugar donde el soldeo vaya a comenzar, a continuación se retira lo suficiente de forma rápida para producir un arco de la longitud adecuada. Otra técnica de establecer el arco es mediante un movimiento de raspado similar al que se aplica para encender una cerilla. Cuando el electrodo toca la pieza, se

SMAW

- manifiesta una tendencia a mantenerse juntos, lo cual se evita por medio del golpeteo y del raspado. Cuando el electrodo se pega es necesario apartarlo rápidamente, de otra forma se sobrecalentará y los intentos para retirarle de la pieza solo conseguirá doblarle, siendo preciso entonces, para su retirada el empleo de martillo y cortafrío.
- El establecimiento del arco con electrodos de bajo hidrógeno requiere una técnica especial para evitar la porosidad de la soldadura donde el arco se inicia. La técnica consiste en establecer el arco a una distancia de unos pocos diámetros del electrodo por delante del lugar donde vaya a comenzar el soldeo. A continuación el arco se mueve hacia atrás y el soldeo se comienza de forma normal. El soldeo continúa sobre la zona en la cual el arco fue establecido, refundiendo cualquier pequeño glóbulo de metal de soldadura que pudiese haberse producido

SMAW

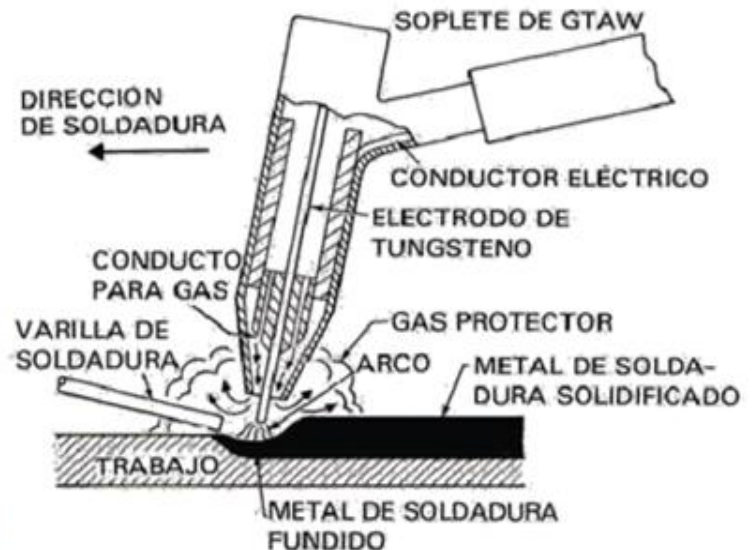
- cuando se estableció el arco.
- En cualquier caso, es imprescindible establecer el arco dentro de la zona de soldeo y por delante de ella, nunca fuera de los bordes de la unión, se evita de esta forma la formación de pequeñas grietas en la zona de cebado.
- Nunca se debe interrumpir el arco de forma brusca, ya que pueden producirse grietas y poros en el cráter del cordón.

Proceso SMAW

- Desventajas:
 - Baja producción, se debe reemplazar los electrodos limitando el tiempo de arco eléctrico.
 - Proceso lento, por la baja deposición de material y necesidad de limpiar la escoria.
 - Requiere gran habilidad del soldador
 - No es aplicable a metales de bajo punto de fusión, ni a metales de alta oxidación.
 - No es aplicable a espesores menor de 2mm, para espesores mayores a 38mm no resulta productivo.
- Ventajas:
 - El equipo de soldadura es económico
 - Es ampliamente utilizado en la fabricación y en los trabajos de mantenimiento
 - Utilizado en espesores de 3 a 19 mm
 - Es portátil: equipo ligero y fácil de transportar

GTAW (TIG)

- Gas Tungsten Arc Welding.
- Proceso más utilizado: Calidad en la soldadura y bajo costo.
- Arco eléctrico entre un electrodo de tungsteno no consumible y el material base.
- Equipo:
 - Soplete
 - Electrodo
 - Fuente de Poder
 - Sistema de alimentación de gas
- Electrodo más utilizados:
 - EWP: Tungsteno puro
 - EWTh: Tungsteno con 1% o 2%



GTAW (TIG)

- Gases de Protección: Helio y Argón

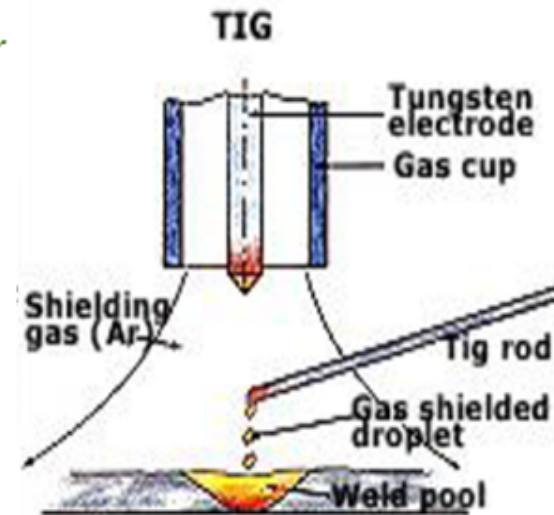
Se utiliza Argón por su uniformidad y buena protección, por su menor costo y mayor disponibilidad.

- Ventajas

- Buena calidad, no defectos.
- Soldaduras económicas a altas velocidades.
- Bajos costos de la fuente de potencia.
- Permite controlar las variables de soldadura.
- Válido para la mayoría de metales y aleaciones.
- Control independiente de la fuente de calor y metal de aporte.

- Desventajas

- Resulta costoso para espesores mayores a 10 mm.
- Se requiere mayor destreza al soldar que en otros procesos.



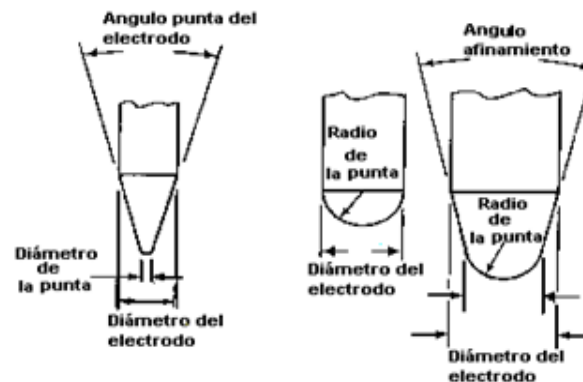
GTAW (TIG)

- Metales y Gases para GTAW

Metal	Gas
Aluminio	Argón
Latón y sus aleaciones	Helio o argón
Cobre y sus aleaciones de menos de 3 mm (1/8 in)	Argón
Cobre y sus aleaciones de más de 3 mm (1/8 in)	Helio
Acero al bajo carbono	Argón
Acero inoxidable	Argón

- Es muy importante la forma del extremo del electrodo no consumible, si no es la correcta, existe el riesgo de que el arco eléctrico sea inestable. En la figura siguiente se muestran los diferentes acabados teniendo como mayor importancia el usado para aceros, donde la punta tendrá un afilado de 1,5 a 2,0 veces el diámetro del electrodo.

- CCEN CA o CCEP



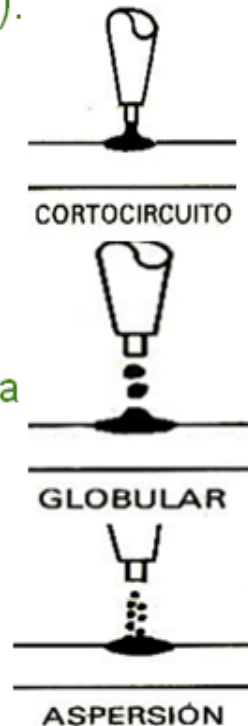
- Los electrodos para soldeo con corriente continua deben de tener punta. Es importante que el amolado se efectúe correctamente, éste debe hacerse en la dirección longitudinal del electrodo. La longitud correcta está comprendida entre 1,5 y 2,0 veces el diámetro del electrodo y de tener el extremo puntiagudo debe ser eliminado con la piedra de amolar.
- En el soldeo con corriente alterna el extremo de la punta debe estar ligeramente redondeado. La punta se redondea por si sola si el electrodo es cuidadosamente sobrecargado, haciéndose innecesario amolarla.
- Con la finalidad de obtener uniones sin defectos, es muy importante que el metal de aporte se mantenga libre de contaminaciones ya sea en forma de humedad, polvo o suciedad. Debe por tanto, mantenerse

GTAW

- en su paquete hasta el momento de ser empleado. Durante el soldeo es importante que la parte caliente de la varilla esté siempre lo suficientemente cerca del baño de fusión como para que lo cubra el gas de protección.
- CEBADO DEL ARCO
- El método más sencillo de cebado de arco (cebado por raspado) es raspando el electrodo, muy cuidadosamente, contra el metal base. Sin embargo, el riesgo de inclusiones de wolframio en el metal es alto, para evitar esto el arco puede ser cebado en una placa adicional de cobre, conocida como pieza de arranque. Otra desventaja del cebado por raspado es la facilidad con que puede dañarse el electrodo. Una vez cebado el arco, retirar el electrodo hasta que quede a unos 3 mm de la pieza.

GMAW (MIG/MAG)

- Gas Metal Arc Welding.
- Arco eléctrico mantenido entre un alambre sólido (electrodo continuo) y la pieza de trabajo.
- Soldadura protegida por un gas inerte (MIG) o activo (MAG).
- Tres tipos de transferencia:
 - Cortocircuito: se establece cuando el metal en la junta de alambre hace contacto con la soldadura fundida. Arco Corto
 - Spray: diminutas gotas de metal fundido son arrancadas de la punta del alambre y proyectadas por la fuerza electromagnética hacia la soldadura fundida. Arco Largo
 - Transferencia globular: cuando las gotas del metal fundido son lo suficientemente grandes para caer por la influencia de la fuerza de la gravedad.



GMAW(MIG/MAG)

- Gases de protección:

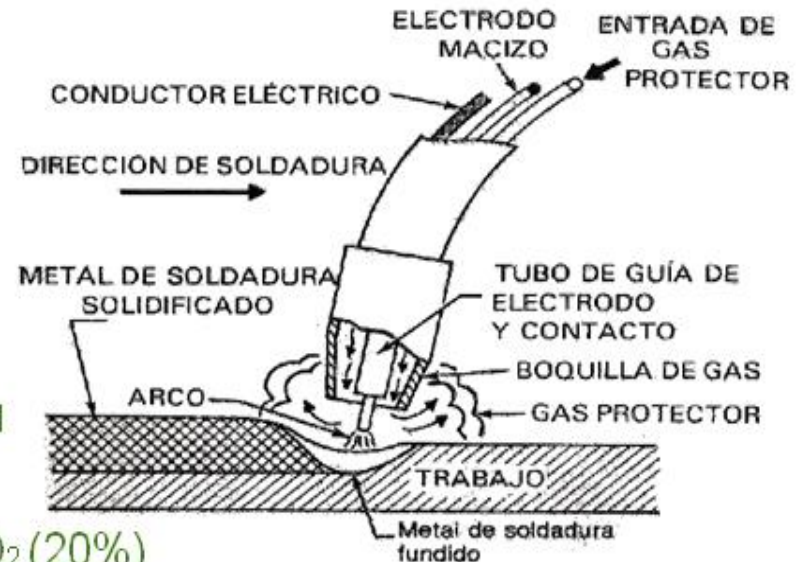
- Soldadura MIG: Argón y Helio

Es más utilizado el Argón por:

- Arco más uniforme y silencioso
- Menor penetración
- Menor costo y mayor disponibilidad
- Buena protección

- Soldadura MAG: Ar (80%) + CO₂ (20%)

- En la soldadura MAG se consigue penetraciones más profundas y reduce el riesgo de mordeduras y faltas de fusión.
- El principal inconveniente es que produce arcos relativamente energéticos provocando un gran número de proyecciones.

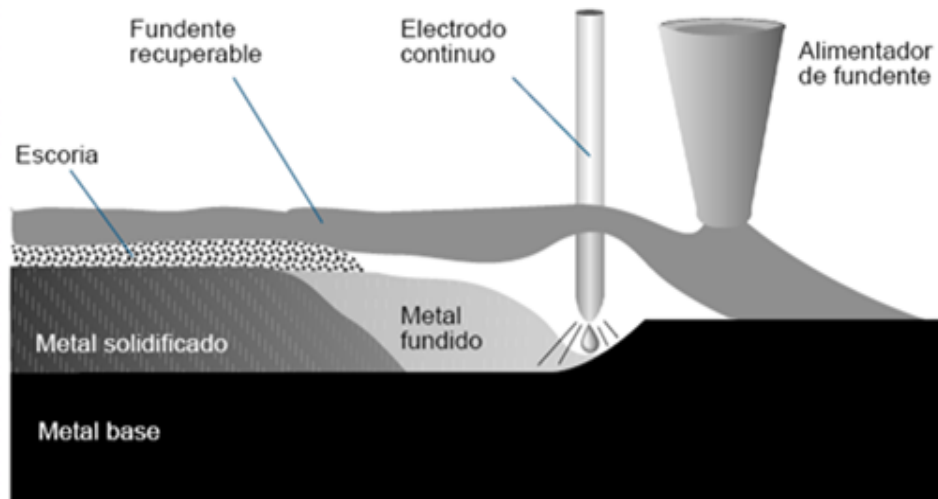


GMAW(MIG/MAG)

- Potencia requerida relativamente elevada y alta penetración.
- Electrodo enrollado en bobinas, generalmente recubierto de cobre.
- Composición del hilo macizo similar a la del metal base.

Otros procesos de soldadura por arco

- Soldadura por Arco Sumergido(SAW): Proceso de soldadura que usa un arco entre un electrodo de metal desnudo y la concurrencia del metal base. El arco y el metal fundido están protegidos por una capa de fundente granular sobre las piezas que se van a trabajar. Este proceso se usa sin presión y con metal de aporte proveniente del electrodo y algunas veces de una fuente suplementaria.

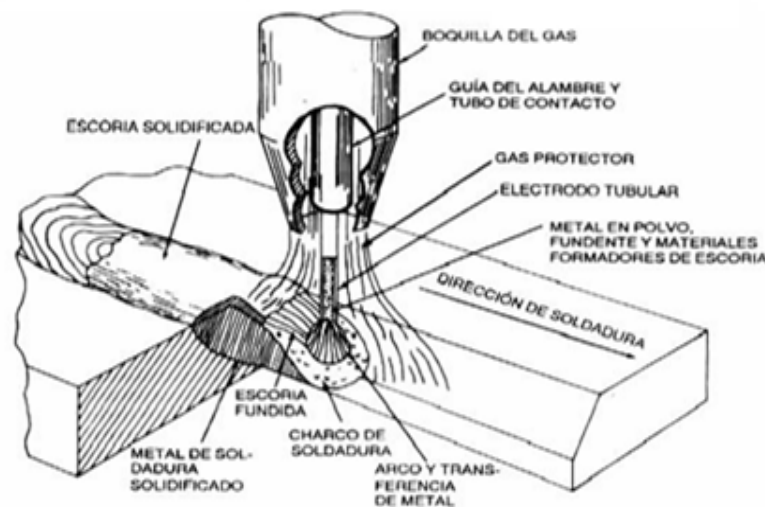


Otros procesos de soldadura por arco

- Soldadura por arco con núcleo fundente (FCAW):

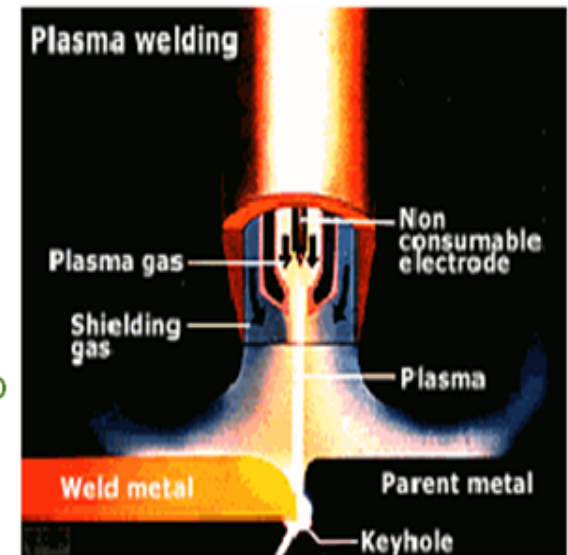
Se genera un arco eléctrico entre un electrodo continuo de metal de aporte y la piletta soldada. Es usado con la protección de un fundente contenido dentro del electrodo tubular, con o sin protección adicional de un gas externamente suministrado, y sin la aplicación de presión. El material del núcleo del electrodo provee una escoria que protege la solidificación del metal de soldadura.

El FCAW es un proceso semiautomático, no obstante con una máquina apropiada puede automatizarse.



Otros procesos de soldadura por arco

- Soldadura de Arco de Plasma: Es una evolución del proceso TIG pero las temperaturas son más elevadas ya que el estado plasmático se alcanza cuando un gas es calentado hasta conseguir su ionización, separando así el elemento en iones y electrones. El proceso está compuesto por un gas envolviendo el electrodo de Tungsteno y formando el núcleo del arco de plasma y el escudo de gas que provee protección a la soldadura fundida.

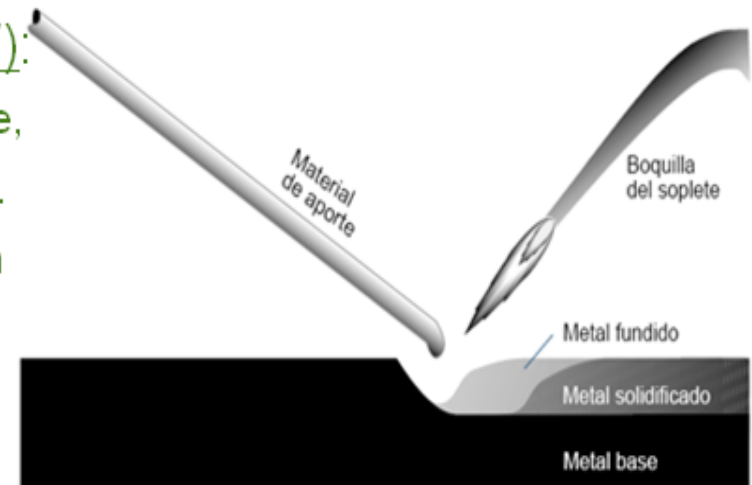


Otros procesos de soldadura

- Soldadura por Resistencia (RW): La coalescencia de las superficies a empalmar se produce por la aplicación de presión con el calor obtenido de la resistencia de las piezas de trabajo, al flujo de la corriente de la soldadura en un circuito del cual forman parte las piezas de trabajo. No requiere metal de aporte.

Clases: por puntos, por resaltes, por costura, a tope.

- Soldadura con Gas Oxidcombustible (OFW): La coalescencia de las piezas de trabajo se produce, calentándolas con una llama de gas oxidcombustible. Este proceso se usa con o sin aplicación de presión y con o sin material de aporte.



Otros procesos de soldadura

- Soldadura blanda y fuerte

La unión se realiza a través de un metal de aportación en estado líquido y con distintas características físico-químicas que el material base.

Características:

- El metal base no se funde
- Se utilizan fundentes para proteger y mejorar el mojado de los metales base
- El calor se suministra mediante resistencia, horno, inducción o soplete
- Se produce una unión sin deformación
- Las tensiones residuales, cuando se producen, son muy pequeñas
- El metal de aportación debe mojar el metal base y distribuirse por capilaridad

Otros procesos de soldadura

- Soldadura por fricción

La unión se logra por el calor que se genera al girar las piezas a unir y a partir de la presión ejercida éstas quedan unidas.



- Soldadura por explosión

Consiste en la unión de dos piezas metálicas por la fuerza y presión que genera una explosión en las proximidades de las piezas a unir.



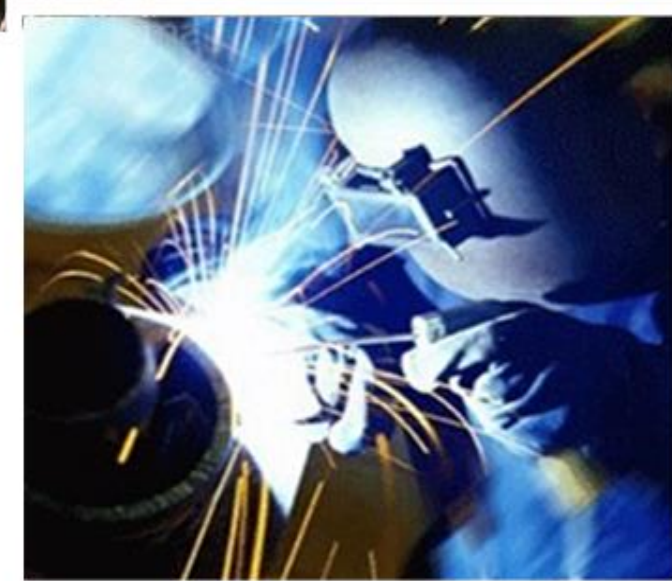
Procesos y Aplicaciones

- **SMAW**: Se aplica en aceros al carbono, Inoxidables, aleados, fundiciones, metales no férreos como el aluminio, cobre, níquel y sus aleaciones. No es aplicable a metales de bajo punto de fusión como el plomo, estaño, cinc y sus aleaciones, ni en metales de alta sensibilidad a la oxidación como el titanio, circonio, tántalo o niobio. Es un proceso idóneo para soldaduras de tuberías junto con GTAW.
- **GTAW**: Puede ser utilizado para todos los materiales, incluidos el aluminio, magnesio y los sensibles a la oxidación. Es un proceso idóneo para la pasada de raíz en tuberías combinado con SMAW.
- **GMAW**: Para soldadura de cualquier tipo de material. Su aplicación al aire libre es limitada dado que es un proceso sensible al viento.
- **FCAW**: Se utiliza para el soldeo de aceros al carbono, aceros de baja aleación, aceros inoxidables y fundiciones. También se suele utilizar para recargues.

Procesos y Aplicaciones

- **SAW:** gran rango de aplicaciones. Utilizado en el soldeo de grandes conjuntos soldados de alta tasa de deposición, alta calidad de las soldaduras. Depósitos a presión, en construcción naval, en edificación, fabricación de tubería, en fabricaciones ferroviarias, así como en cualquier aplicación que requiera de soldaduras largas. Es utilizado para acero al carbono, aceros de baja aleación y aceros inoxidables. También se pueden utilizar en el soldeo de aceros de alta resistencia, de alto contenido en carbono y aleaciones de níquel.
- **OFW:** Pueden soldarse la mayoría de los metales y aleaciones férricas y no férricas, con la excepción de los metales refractarios (Volframio, molibdeno y tantalio y los aditivos (titanio, circonio).

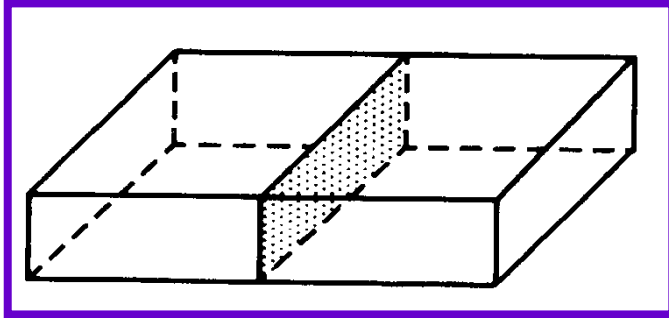
Procesos de Soldadura



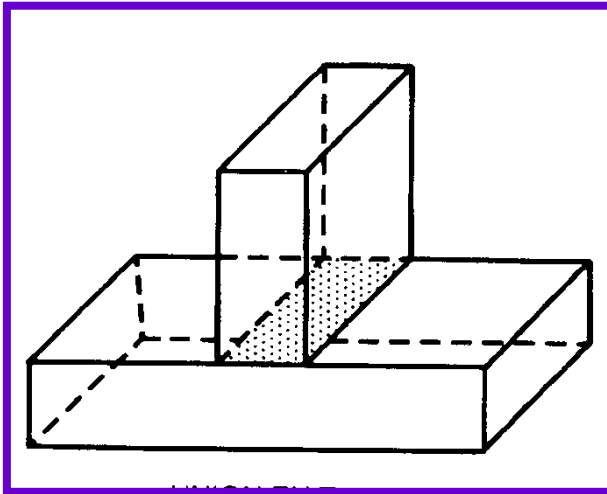
Términos y definiciones de Soldadura según AWS

***ANSI/AWS 3.0 "Términos y Definiciones
Estándar de Soldadura" (Standard Welding
Terms and Definitions)***

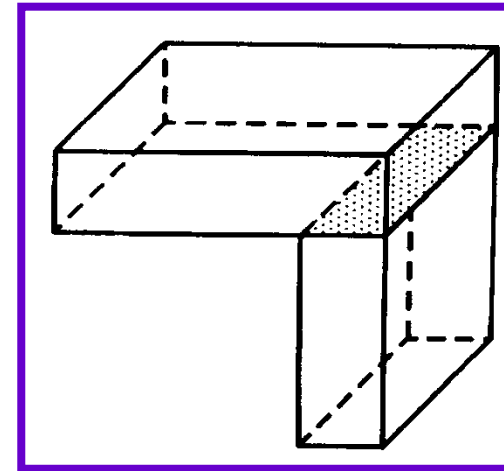
Tipos básicos de Junta



- *Junta a tope (butt joint)*

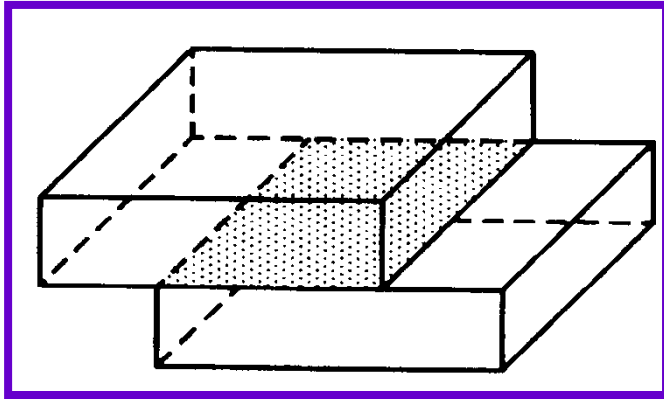


Junta en esquina



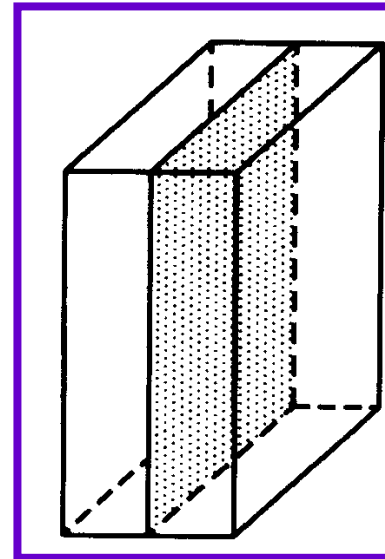
Junta en "T"

Tipos básicos de Junta



Junta de traslape

Junta de borde o de orilla



Tipos de Soldadura

- 1.- *Soldadura de Ranura (groove): pueden ser dobles o sencillas*
- 2.- *Soldadura de Filete (fillet).*
- 3.- *Soldadura de Tapón (plug).*
- 4.- *Soldadura de Botón (slot).*
- 5.- *Soldadura de Pernos (stud).*
- 6.- *Soldadura de Puntos o Proyección (spot or projection).*

Tipos de Soldadura

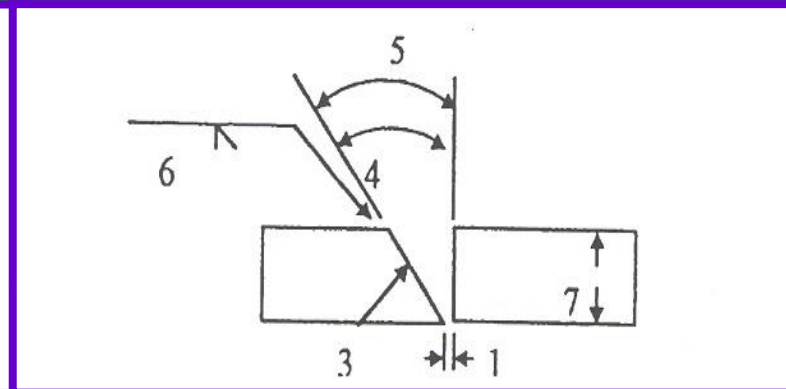
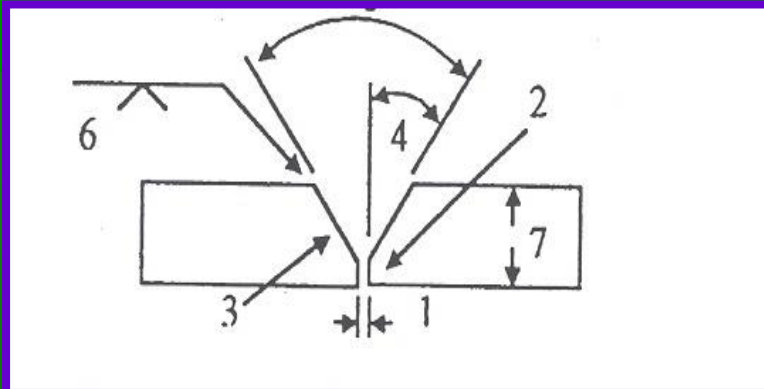
- 7.- Soldadura de Respaldo (backing weld).*
- 8.- Soldadura en el Respaldo Pernos (back weld).*
- 9.- Soldadura de Costura (seam).*
- 10.- Soldadura de Recubrimiento (surfacing).*
- 11.- Soldadura de Borde o Reborde (flange).*

Tipos de Soldadura

Según la geometría de los bordes de componentes de la junta, la soldadura de ranura puede ser:

- *A escuadra o cuadrada (square), de bordes rectos*
- *De Bisel (bevel)*
- *En "V" (V – groove weld)*
- *En "Y" (J – groove weld)*
- *En "U" (U – groove weld)*
- *Abocinado o acampanado en bisel (flare – bevel – groove weld)*
- *Abocinado o acampanado en "V" (flare – V groove weld)*

Partes de una Junta



■ 1.- Abertura de la raíz

2.- Cara de la raíz

3.- Cara de la ranura

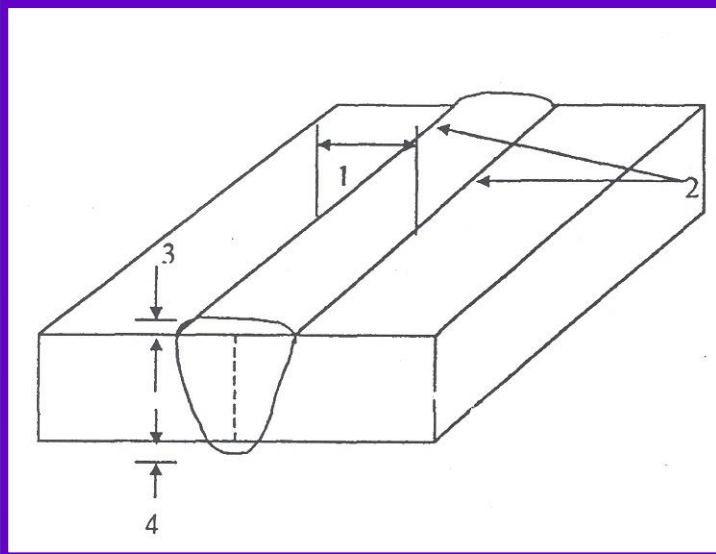
4.- Ángulo del bisel

■ 5.- Ángulo de la ranura

6.- Tamaño de la Soldadura de ranura indicado en el símbolo de soldar

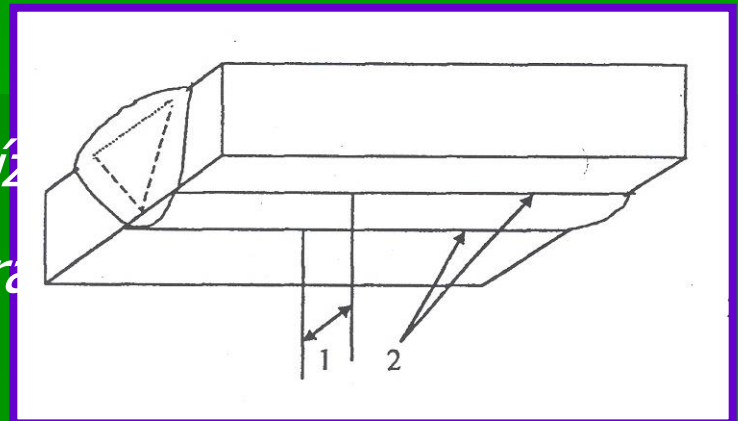
7.- Espesor de la placa

Partes de las Juntas Soldadas



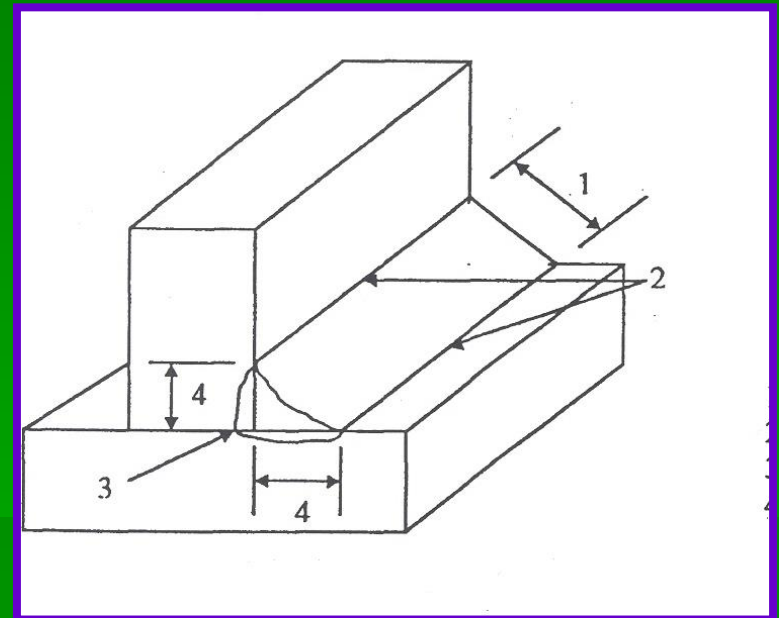
- 1.- *Cara de la soldadura*
- 2.- *Pie de la soldadura*
- 3.- *Refuerzo de la cara*
- 4.- *Refuerzo de la raíz*

- 1.- *Superficie de la raíz*
- 2.- *Raíz de la soldadura*



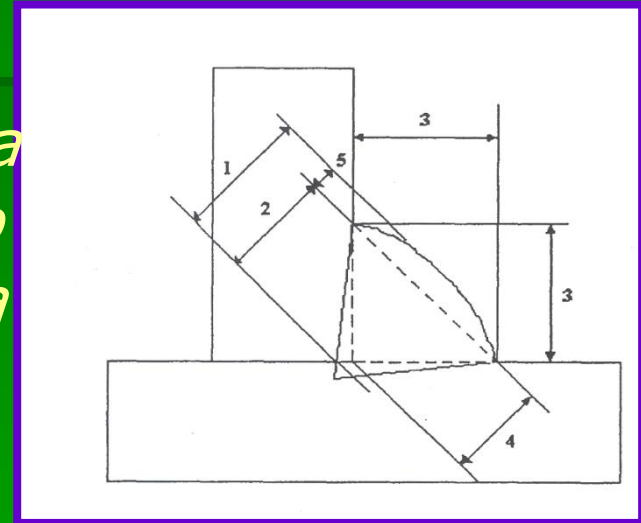
Partes de las Juntas Soldadas

- 1.- *Cara de la soldadura*
- 2.- *Pie de la soldadura*
- 3.- *Refuerzo de la cara*
- 4.- *Refuerzo de la raíz*



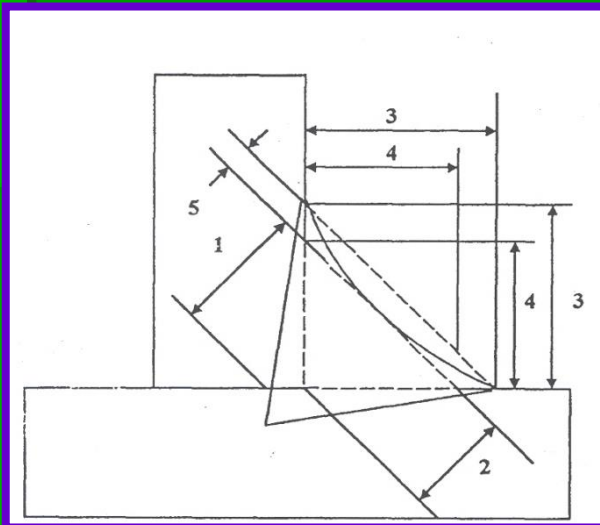
Soldadura de Filete

- 1.- Garganta real
- 2.- Garganta efectiva
- 3.- Pierna y tamaño
- 4.- Garganta teórica
- 5.- Convexidad



Convexo

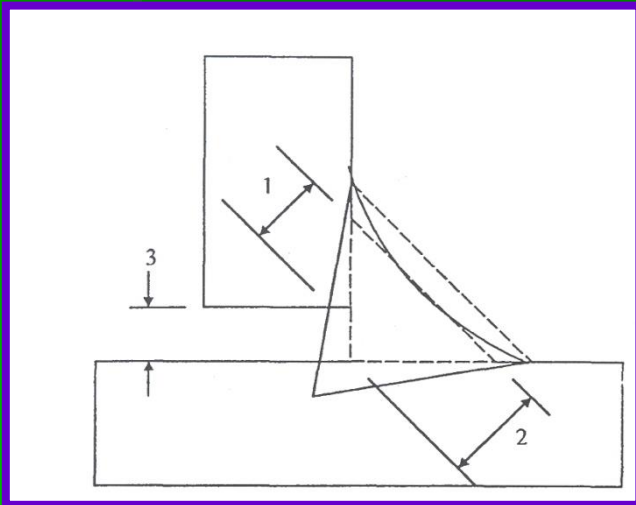
- 1.- Garganta real y garganta efectiva
- 2.- Garganta teórica
- 3.- Pierna
- 4.- Tamaño
- 5.- Concavidad



Cóncavo

Soldadura de Filete

Con abertura de raíz

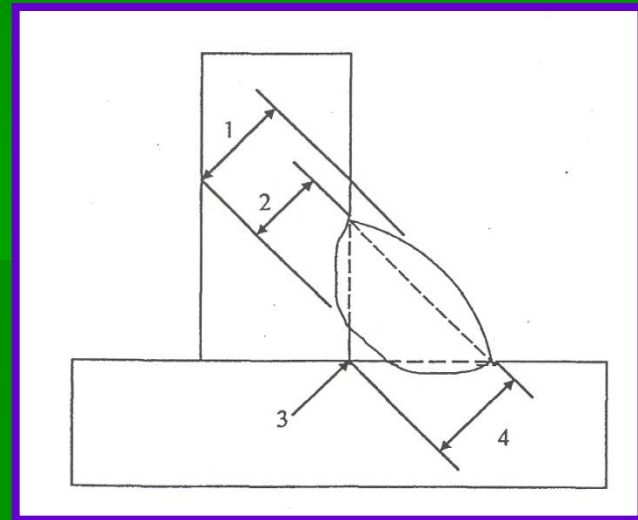


- 1.- *Garganta real*
- 2.- *Garganta efectiva*
- 3.- *Fusión incompleta*
- 4.- *Garganta teórica*

1.- *Garganta real y garganta efectiva*

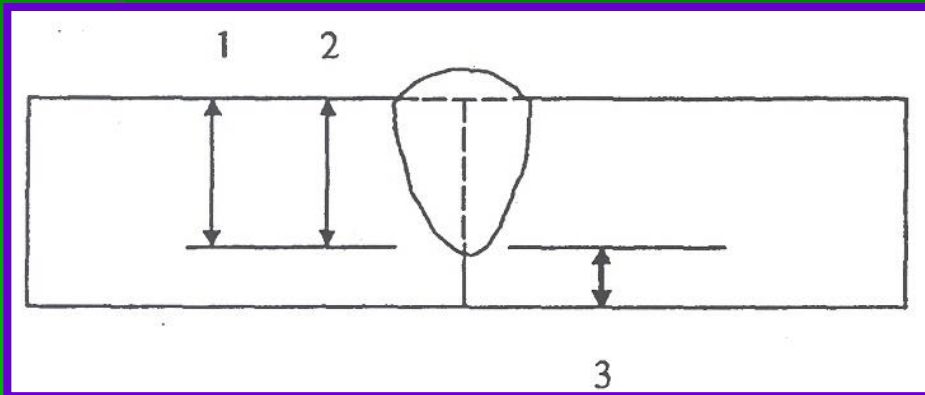
2.- *Garganta teórica*

3.- *Abertura de raíz*

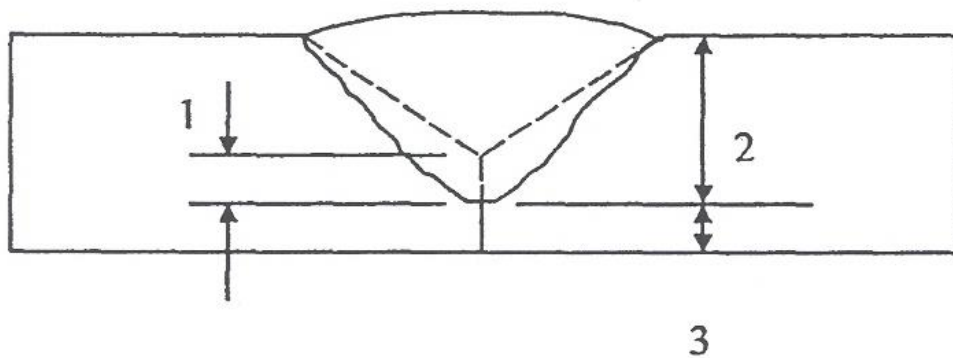


Con fusión incompleta

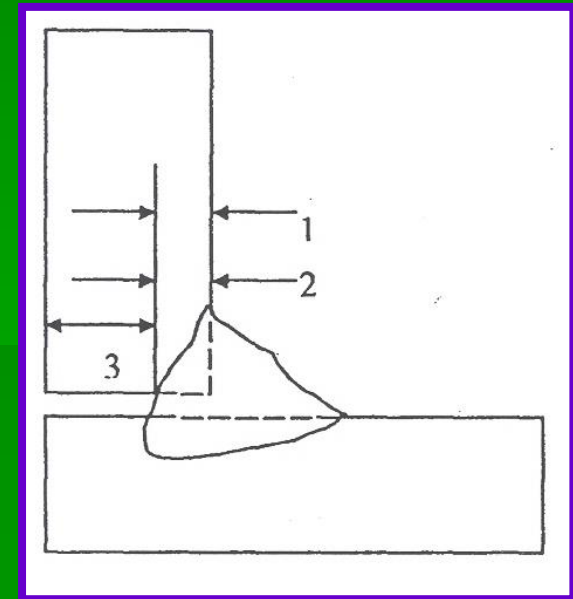
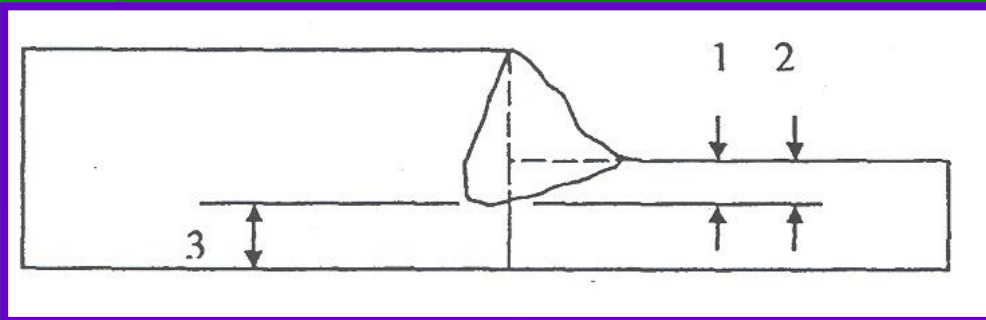
Penetración en la Junta y en la Raíz y penetración incompleta en la Junta



- 1.- Penetración de la raíz
- 2.- Penetración de la junta, tamaño de la soldadura de ranura (garganta efectiva)
- 3.- Penetración incompleta en la junta



Penetración en la Junta y en la Raíz y penetración incompleta en la Junta



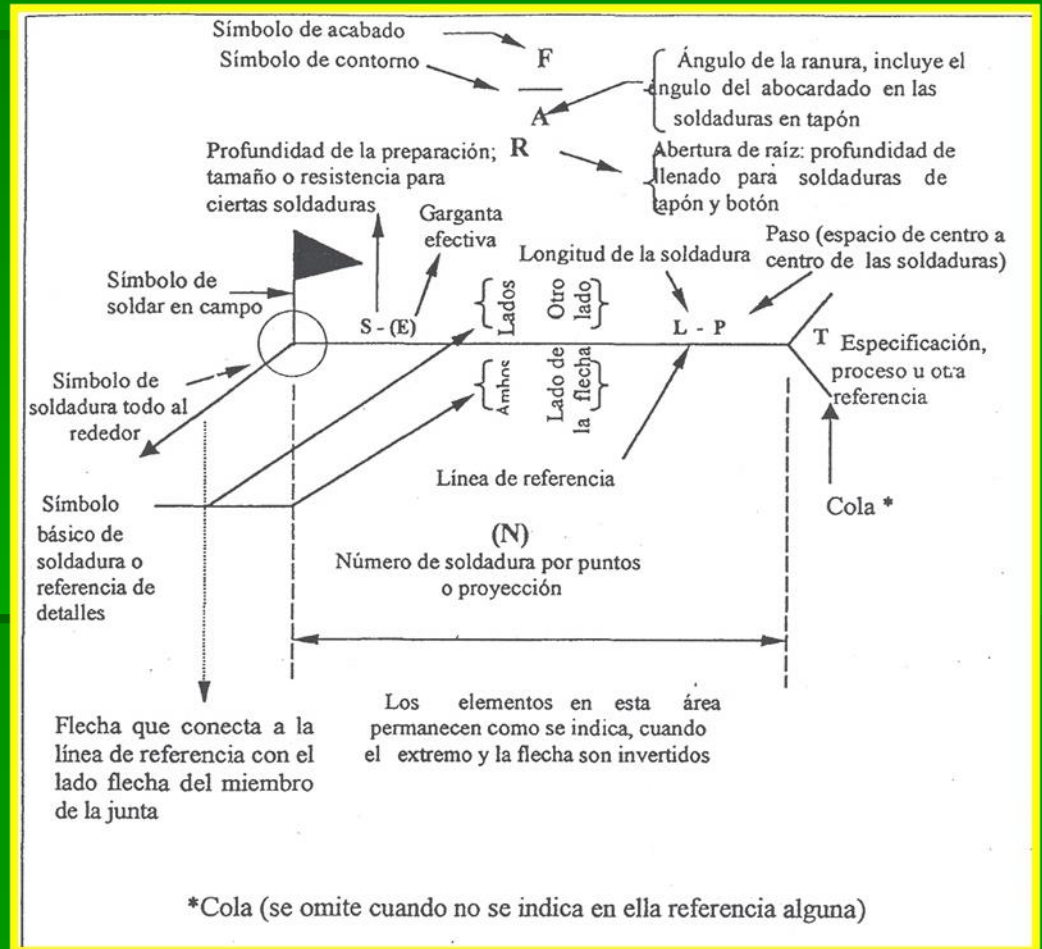
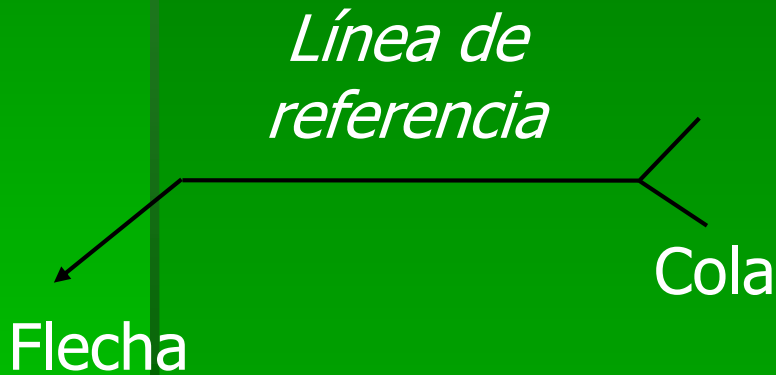
- 1.- *Penetración de la raíz*
- 2.- *Penetración de la junta, tamaño de la soldadura de ranura (garganta efectiva)*
- 3.- *Penetración incompleta en la junta*

Símbolos de Soldadura y Ensayos no Destructivos

ANSI/AWS A2.4, "Símbolos Estándar para Soldadura, Soldadura Fuerte y Exámenes no Destructivos"

- *Símbolo de Soldar (welding symbol): es una representación gráfica de una soldadura y está constituido por, línea de referencia, flecha, símbolo básico de soldadura, dimensiones y otros datos, símbolos suplementarios, símbolo de acabado, cola y especificación del proyecto o de otras referencias.*
- *Símbolo de Soldadura (weld symbol): es un carácter gráfico que indica el tipo de soldadura y forma parte del símbolo de soldar.*

Símbolo de Soldar y sus elementos

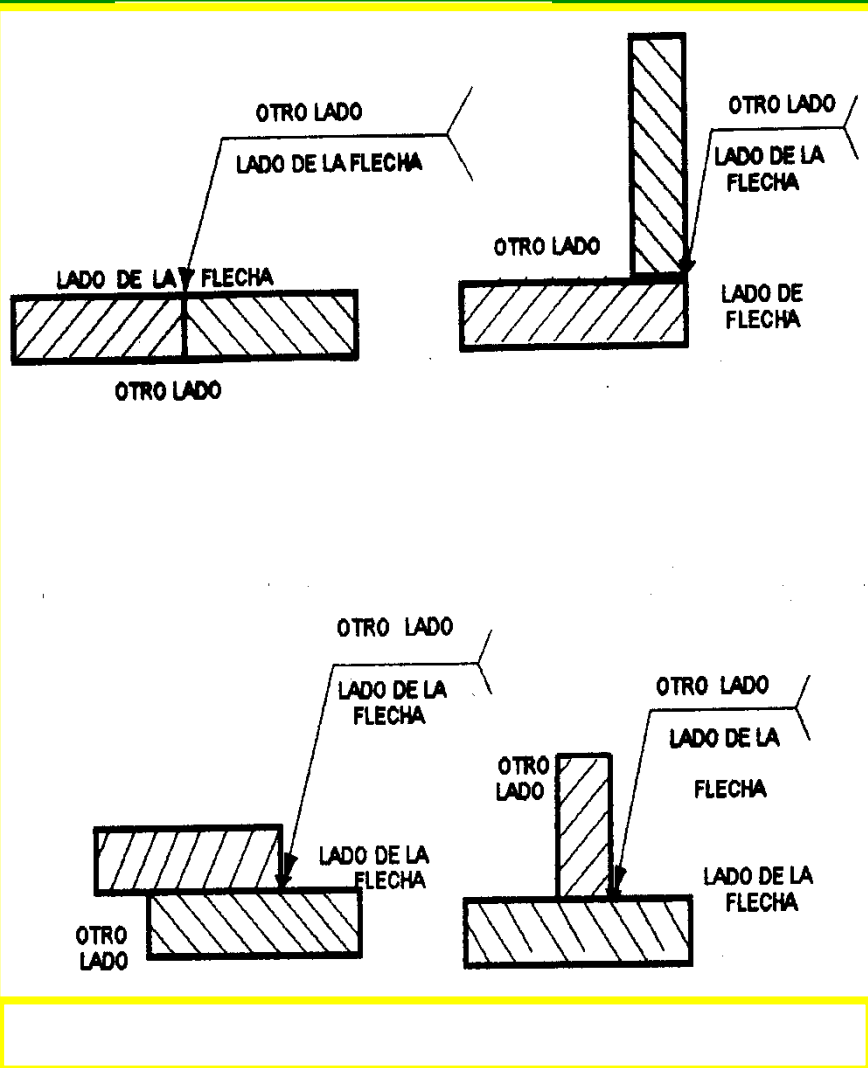


Símbolos Básicos de Soldadura

Cuadrada	Inclinada o de empalme	V	Bisel	U	J	Abocinado en V	Abocinado en bisel

Filete	Tapón o botón	Pernos	Puntos o Proyección	Costura	De o en el respaldo	Recubrimiento	Borde o pestaña

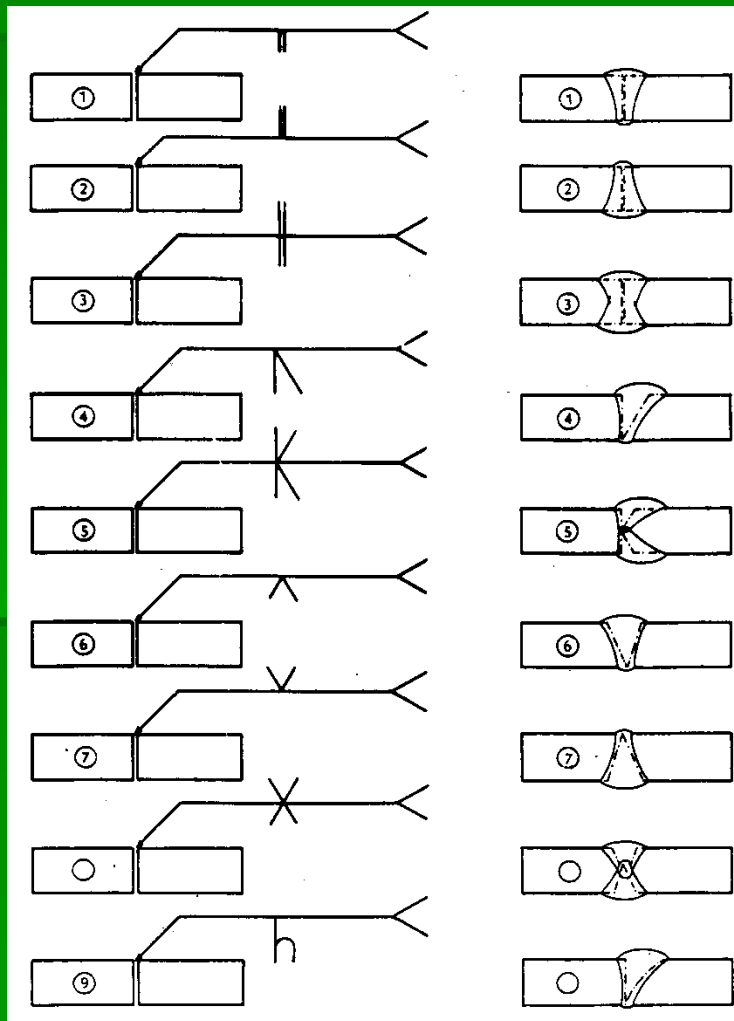
Ubicación del Símbolo Básico



Quando se ubica sobre la línea de referencia indica que la soldadura se debe realizar del lado contrario al indicado por la flecha, si se ubica debajo de la línea de referencia indica que la soldadura se debe realizar del lado que indica la flecha y, si la junta debe ser soldada por los dos lados, la información requerida se coloca a ambos lados de la línea de referencia

Ejemplos de Simbología en Juntas a Tope

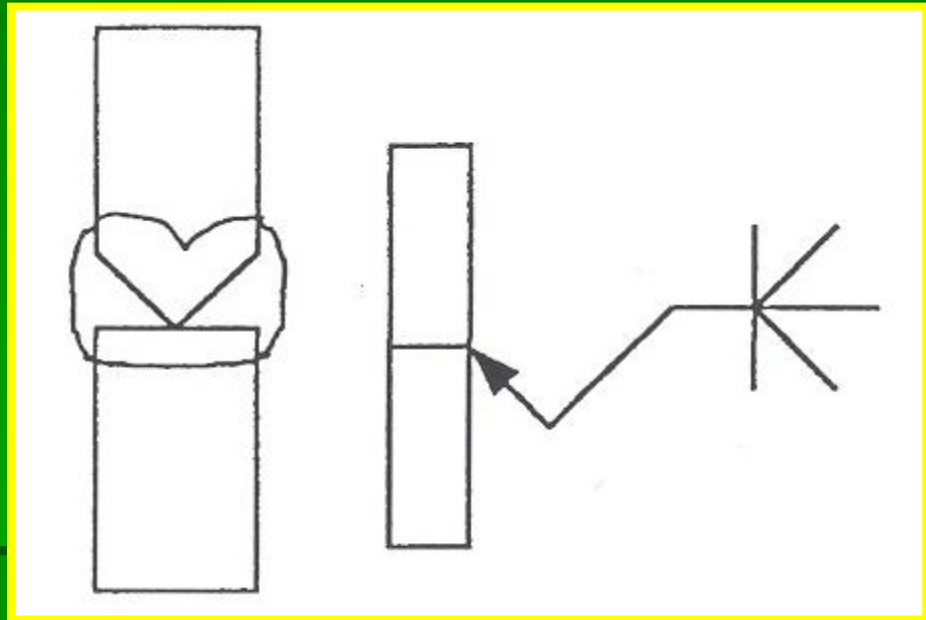
Simbología



Soldadura deseada

Flecha quebrada o con quiebre

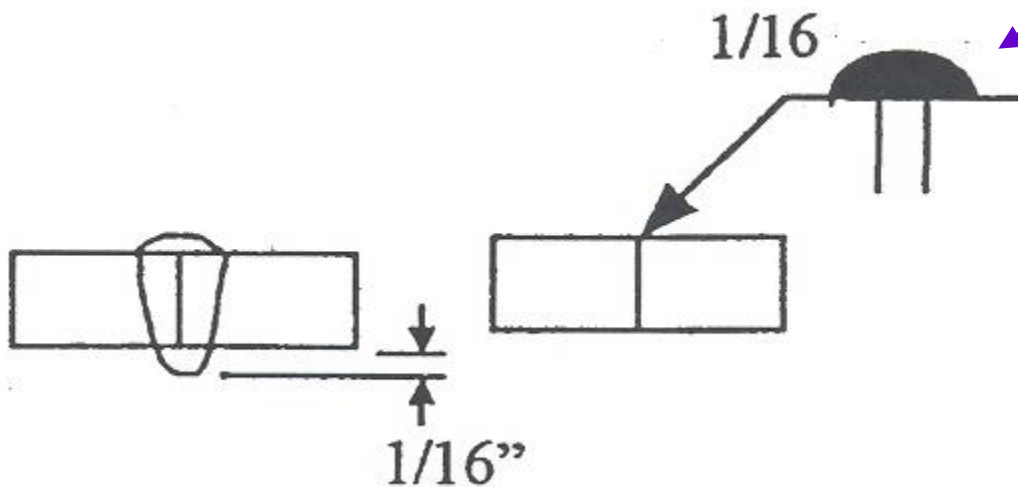
Se utiliza cuando solo uno de los miembros de la junta va a ser preparado, el quiebre de la flecha debe apuntar hacia este lado



Penetración Completa (melt-thru symbol)

- *La altura del refuerzo debe indicarse a la izquierda del símbolo de penetración completa*

- *El símbolo de penetración completa se coloca del lado opuesto al símbolo de soldadura*

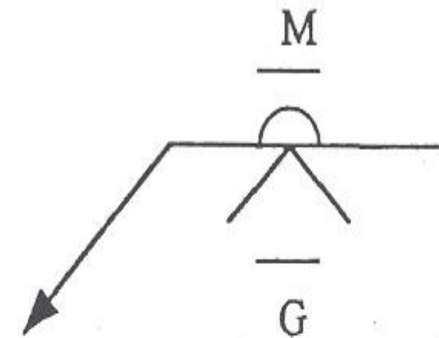


Métodos de Acabado

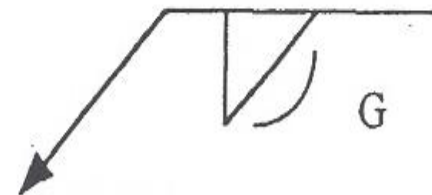
Deben especificarse los símbolos de contorno y métodos de acabado correspondientes.

- C – Desbaste (Chipping)
- G – Esmerilado (Grinding)
- M – Maquinado (Machining)
- R – Laminada (Rolling)
- H – Martillado (Hammering)

Se refieren al método empleado, no al grado de este.



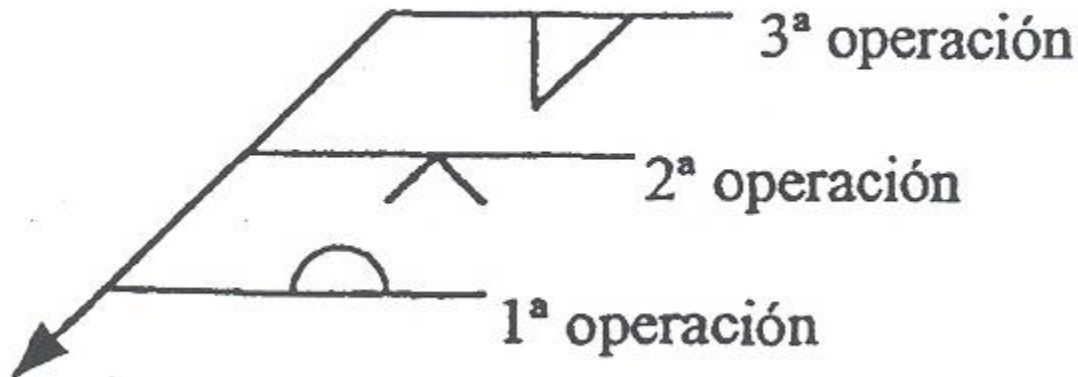
Símbolos de perfil enrasado por medio de esmerilado por el lado flecha, y maquinado por el otro lado de la flecha, en la soldadura de respaldo



Símbolo de contorno convexo por medio de esmerilado en una soldadura de filete

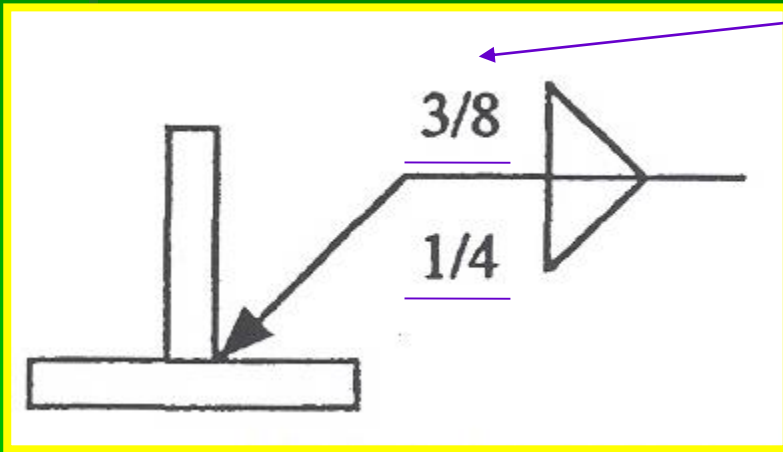
Línea de Referencia Múltiple

Para indicar secuencia de operaciones:



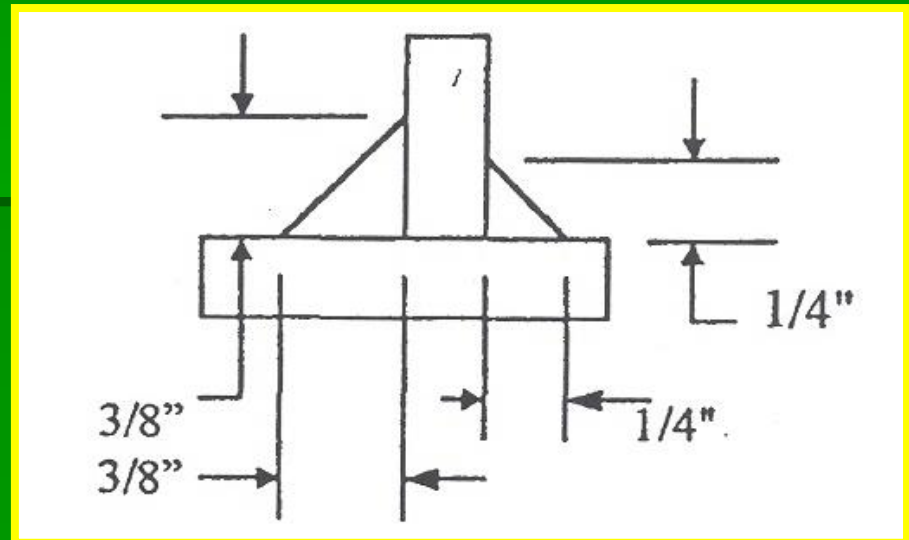
Dimensiones de Soldaduras de Filete

Símbolo



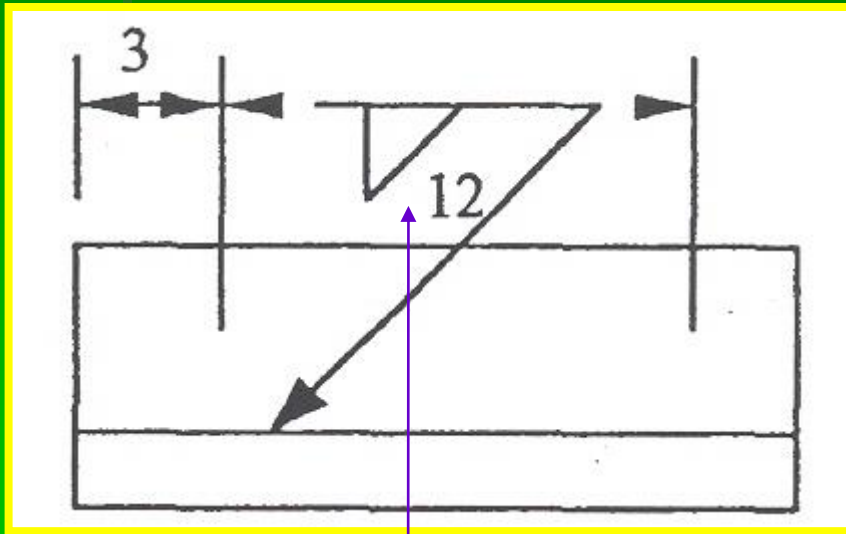
Se indican del lado izquierdo del símbolo de soldadura

Soldadura deseada

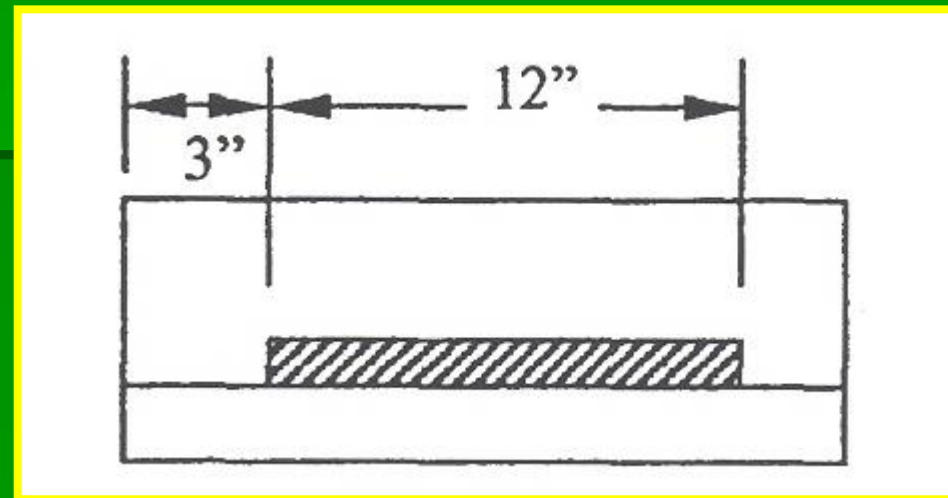


Dimensiones de Soldaduras de Filete

Símbolo



Soldadura deseada

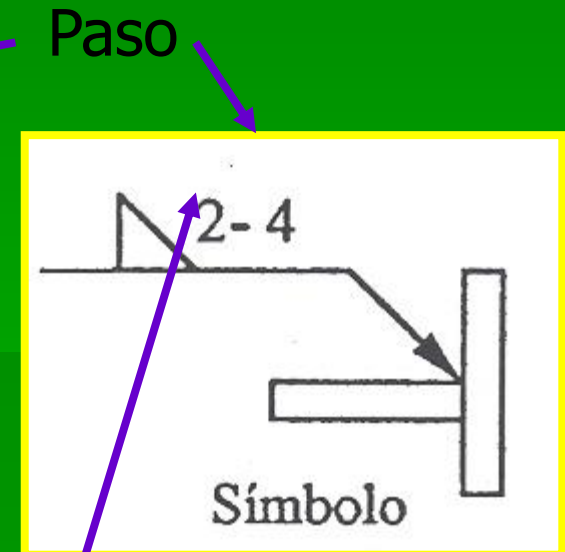
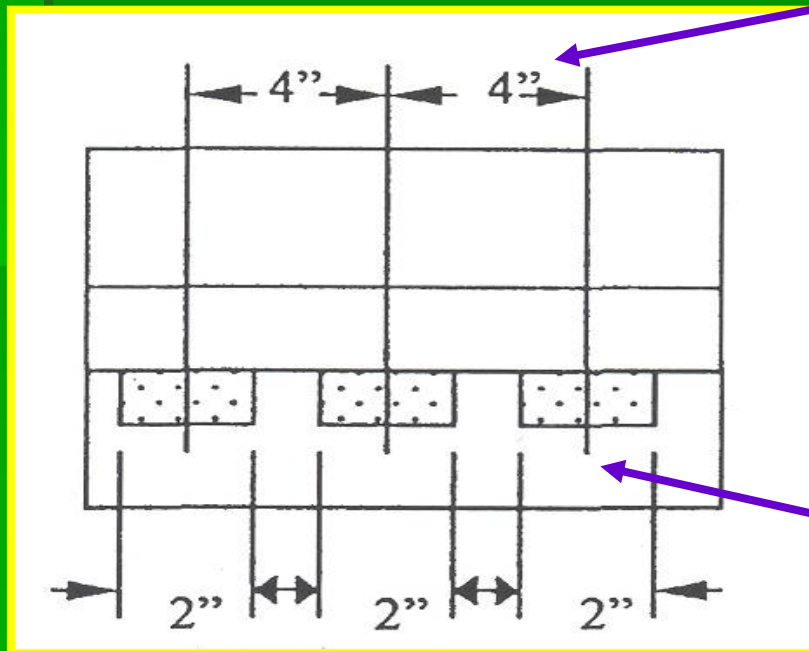


Si la soldadura debe tener una longitud específica, se indica del lado derecho del símbolo de soldadura

Dimensiones de Soldaduras de Filete

Soldaduras en filete intermitentes

Deben indicarse las dimensiones a la derecha del símbolo de soldadura



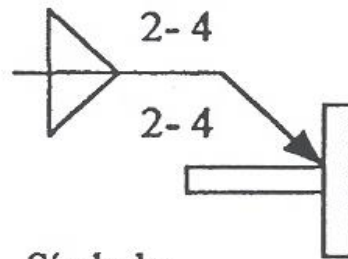
Dimensiones de Soldaduras de Filete

Soldadura de

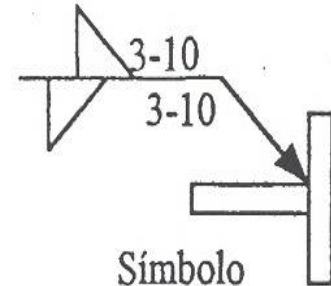
Filete

Intermitente en

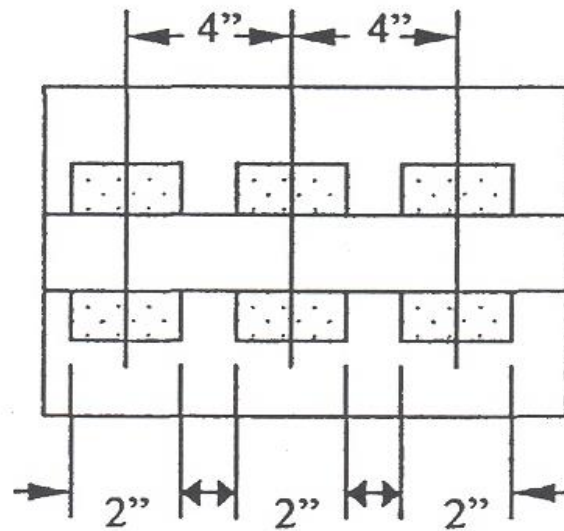
Cadena



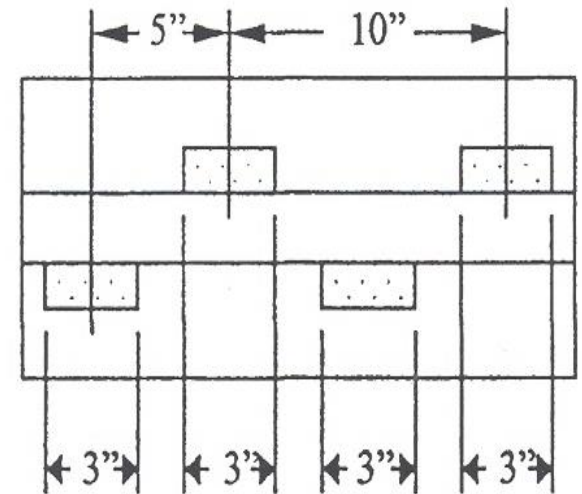
Símbolo



Símbolo



Soldaduras deseada



Soldaduras deseada

Soldadura de

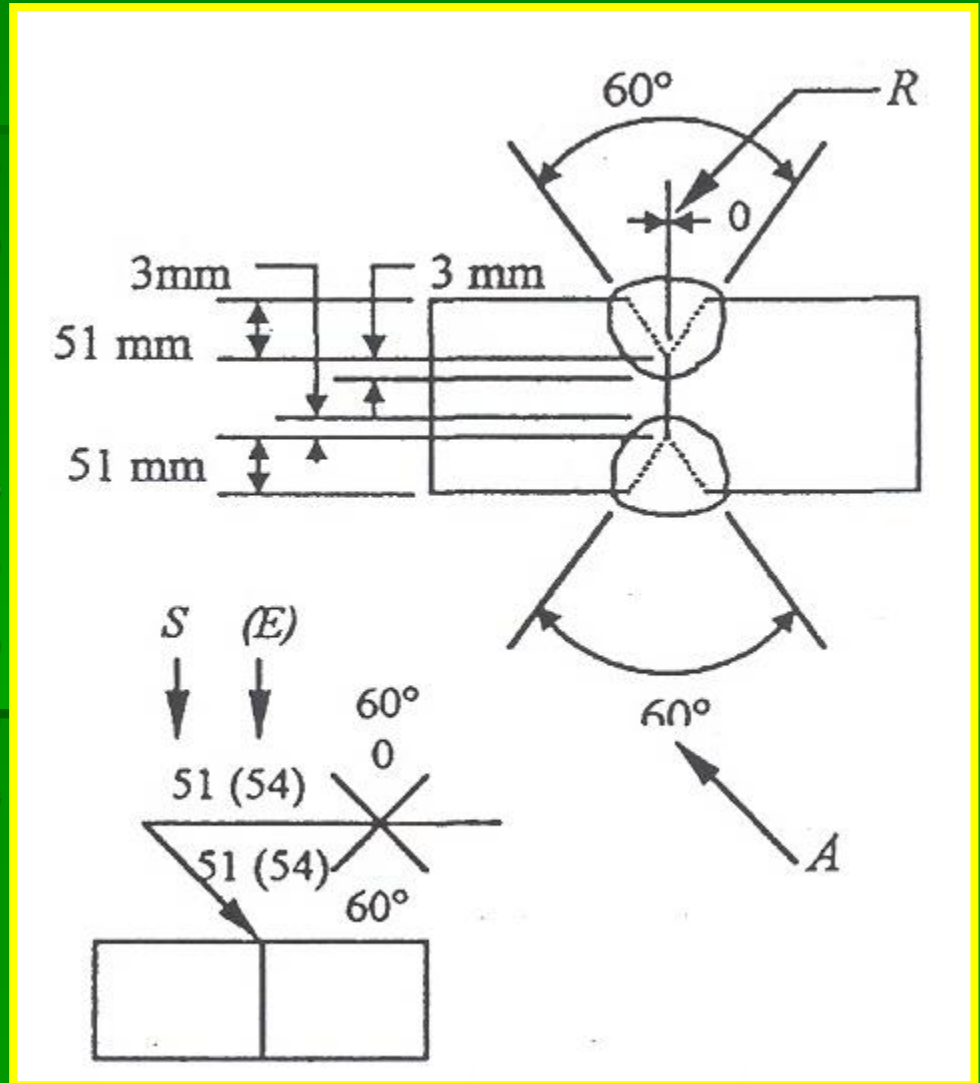
Filete

Intermitente

Alternadas

Soldaduras de Ranura

- **S:** Profundidad de la preparación, se debe colocar del lado izquierdo del símbolo de soldadura.
- **E:** Tamaño de la soldadura o garganta efectiva, se debe colocar después de “S” también del lado izquierdo del símbolo de soldadura y encerrado entre paréntesis.
- **R:** Abertura de raíz.
- **A:** Ángulo de la ranura.

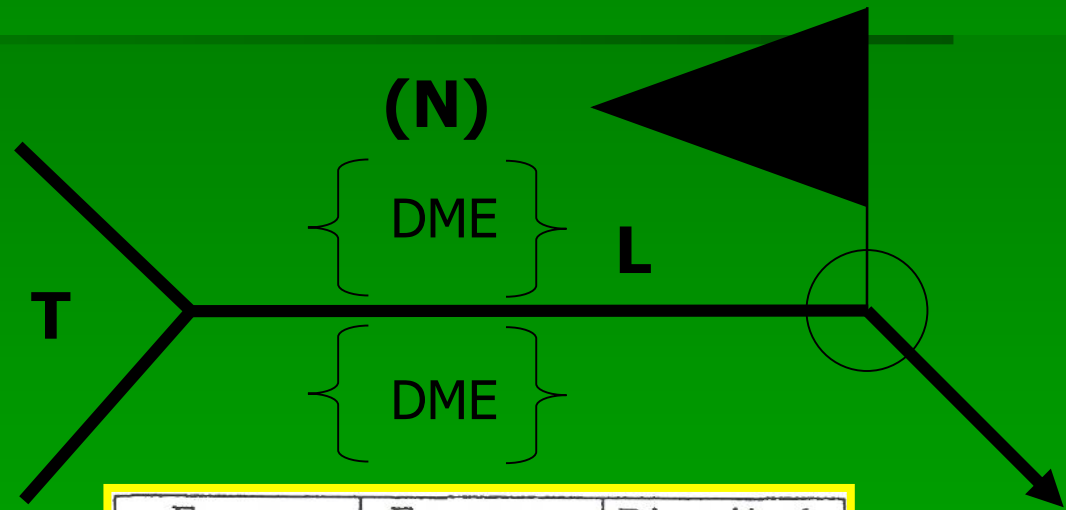


Símbolos para Exámenes no

Destructivos

- Constar de:

- Línea de referencia
- Flecha
- Designación del método de examen. DME
- Extensión y número de los exámenes. L y N
- Símbolos suplementarios
- Cola: Especificaciones u otras referencias. T

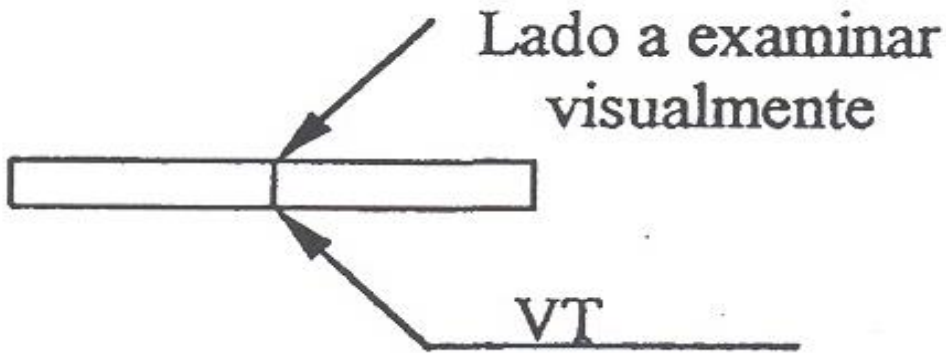


Examen todo alrededor	Examen en campo	Dirección de la Radiación

Designación del Método de Examen

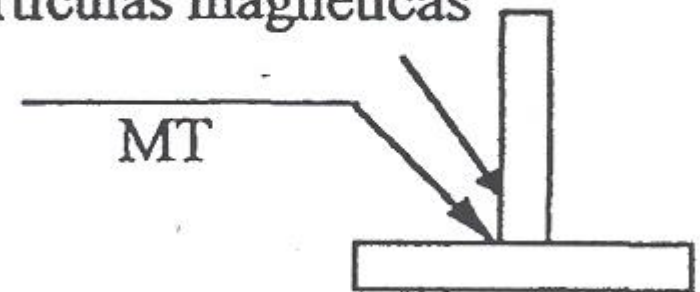
<i>Método de Exámen</i>	<i>Símbolo</i>
Emisión Acústica	AET
Electromagnético (Eddy)	ET
Fuga (Leak testing)	LT
Líquidos Penetrantes	PT
Partículas Magnéticas	MT
Comprobación (Proof)	PRT
Radiografía Neutrónica	NRT
Radiografía	RT
Térmico / Infrarrojo	TIR
Ultrasonido	UT
Visual	VT

Aplicación de Símbolos para END

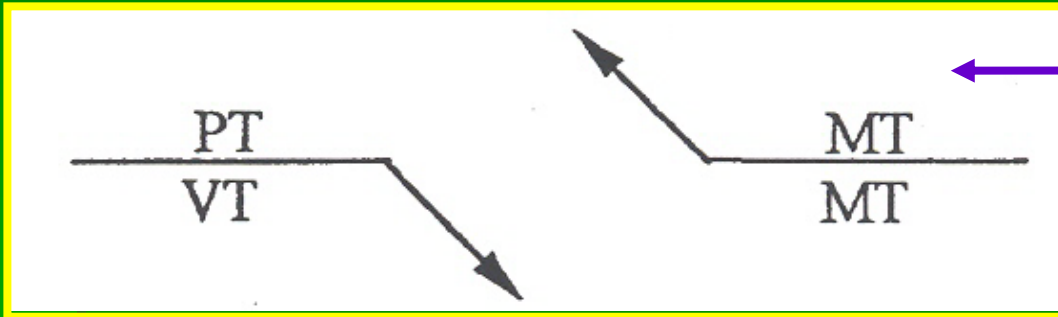


Similar al tratamiento de los símbolos de soldadura

Lado a examinar con partículas magnéticas

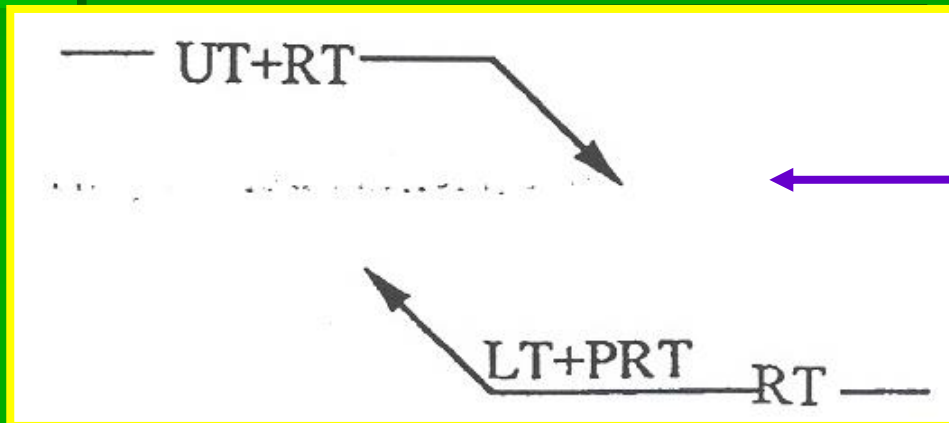
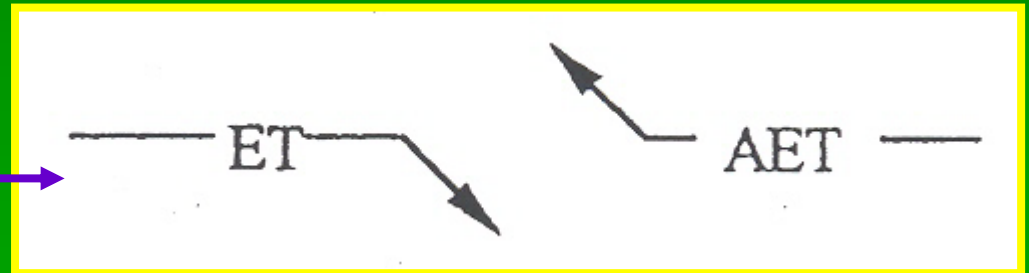


Aplicación de Símbolos para END



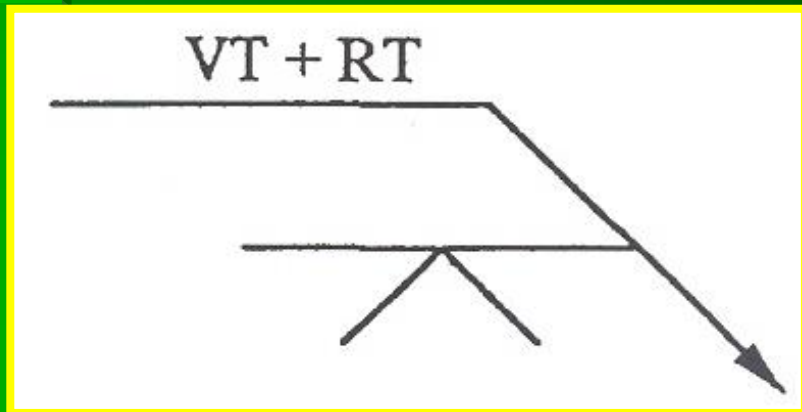
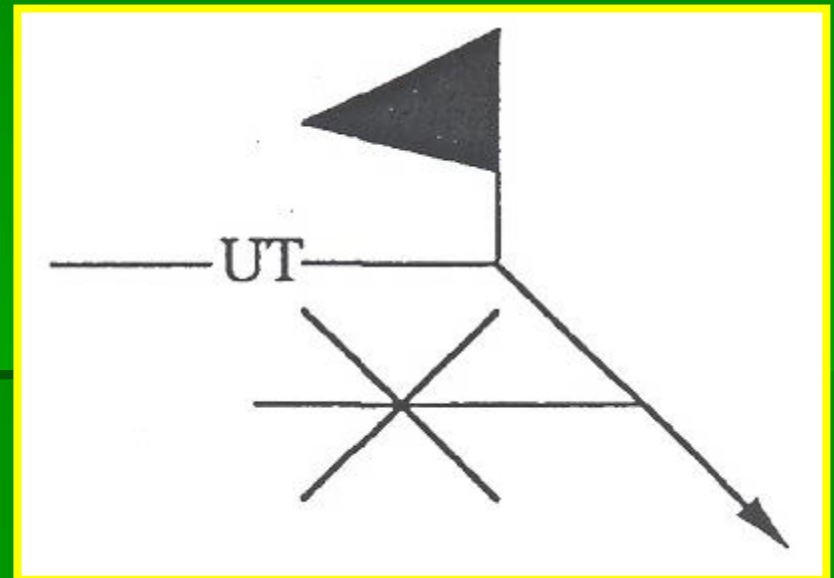
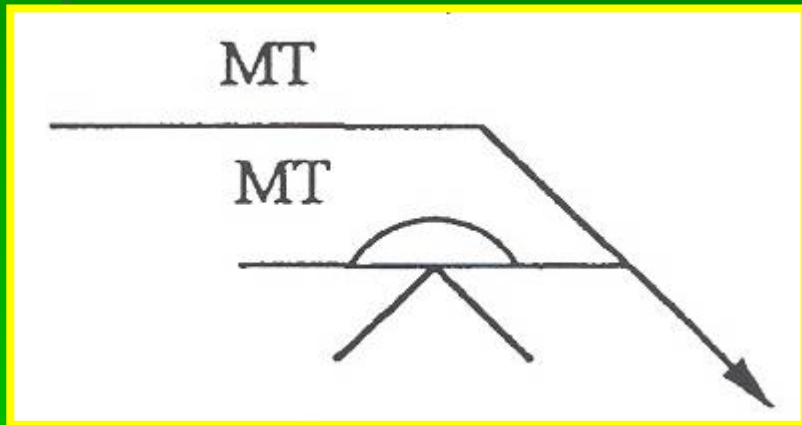
Exámenes por ambos lados

No hay preferencia del lado a examinar



Combinación de exámenes

Combinación de Símbolos de Exámenes no Destructivos y de Soldar



Códigos, Normas y Especificaciones.

- *Son documentos que regulan las actividades Industriales.*

- *Código (Code):* *Conjunto de requisitos y condiciones, generalmente aplicables a uno o más procesos, que regulan de manera integral el diseño, materiales, fabricación construcción, montaje, instalación, inspección pruebas, reparación, operación y mantenimiento de instalaciones, equipos, estructuras y componentes específicos.*

- *Normas (Standards):* *El término “norma”, tal y como es empleado por la AWS, la ASTM, la ASME y el ANSI, se aplica de manera indistinta a especificaciones, códigos, métodos, practicas recomendadas, definiciones de términos, clasificaciones y símbolos gráficos que han sido aprobados por un comité patrocinador (vigilante) de cierta sociedad técnica y adoptados por ésta.*

Códigos, Normas y Especificaciones.

- Especificación: es una norma que describe de forma clara los requisitos esenciales y técnicos para un material, producto, sistema o servicio. También indica los procedimientos, métodos, clasificaciones o equipos a emplear para determinar si los requisitos especificados para el producto han sido cumplidos o no.



Aplicabilidad de las Normas y Claves para su Interpretación.



El usuario debería conocer:

- a) El alcance.**
- b) Uso previo.**
- c) Campo de aplicación.**
- d) Reconocer los aspectos no cubiertos por el documento, como por ejemplo las condiciones especiales bajo las cuales éste será usado.**
- e) Los requisitos mínimos de una norma particular pueden no ser suficientes para satisfacer las necesidades especiales de cada usuario por ello resulta indispensable recurrir a requisitos adicionales para obtener las características de calidad deseada.**
- f) Cuando el uso de alguna norma específica es obligatorio, es esencial conocer la edición particular del documento que debe ser empleado.**

Aplicabilidad de las Normas y Claves para su Interpretación.

- *Hay algunas palabras clave que se emplean en las normas relacionadas con bienes soldados, y a fin de asegurar su interpretación correcta, es conveniente precisar su significado e intención:*
 - *Shall y Will (debe de), indican requisitos obligatorios.*
 - *Should (podría, debiera), denota que el requisito o aspecto al que se refiere no es obligatorio, pero se recomienda como una buena practica.*
 - *May (puede), indica que la aplicación es de carácter opcional*

Algunas Normas Sobre Equipos y Estructuras Soldadas.

Código/Especificación/Norma	Título
Código ANSI/ASMB BPV (ASME BPV CODE)	Calderas y Recipientes a Presión.
Código ANSI/ASME B31	Tuberías Sujetas a Presión.
Código ANSI/AWS D1.1	Soldadura Estructural-Acero.
Código ANSI/AWS D1.2	Soldadura Estructural-Aluminio.
Código ANSI/AWS D1.3	Soldadura Estructural-Lamina de Acero (Espesores Delgados, Menores de 1/8").
Código ANSI/AWS D1.4	Soldadura Estructural-Acero de Refuerzo (Varillas para Concreto Reforzado) .
Código ANSI/AWS D1.5	Soldadura de Puente.
Código ANSI/AWS D1.6	Soldadura Estructural-Acero Inoxidable.
Especificaciones ANSI/AWS D15.1	Soldadura de Ferrocarriles, Carros y Locomotoras.
Especificaciones ANSI/AWS D14.1	Soldadura de Grúas Industriales y Otros Equipos de Manejo de Materiales.
Especificaciones ANSI/AWS D3.6	Soldadura de Subacuática.
Especificaciones ANSI/AWS D18.1	Soldadura de Sistema de Tubería de Acero Inoxidable Austenítico para Aplicaciones Sanitarias (Higiénicas).

Algunas Normas Sobre Equipos y Estructuras Soldadas.

Código/Especificación/Norma	Título
Especificaciones ANSI/AWS B2.1	Calificación de Procedimientos y Habilidad de Soldadura.
Norma API 1104	Soldadura de Líneas de Tubería e Instalaciones Relacionadas.
Práctica Recomendada API 1107	Prácticas de Soldadura de Mantenimiento para Líneas de Tubería.
Práctica Recomendada API 1111	Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Líneas de Tubería para Hidrocarburos en Plataformas Marinas.
Especificación API 5L	Tuberías en Línea.
Norma API 620	Diseño, Construcción de Tanques Grandes de Almacenamiento A baja Presión, Soldados.
Norma API 650	Tanques de Acero Soldado para Almacenar Petróleo.
Práctica Recomendada API 2A-WSD	Planeación, Diseño y Construcción de Plataformas Marinas Fijas. Diseño con Esfuerzos de Trabajo.
Práctica Recomendada API 2A-LRFD	Planeación, Diseño y Construcción de Plataformas Marinas Fijas. Diseño con Factores de Carga y Resistencia.
ISO 13920	Tolerancias para Construcciones Soldadas; Longitudes, Ángulos, Posición y Forma.
ISO 5817	Juntas Soldadas por Arco de Acero. Guía Sobre Nivel de Calidad para Imperfecciones.
ISO 3183-1, 3183-2, 3183.3 y 3183-3/COR	Industria de Petróleo y Gas Natural – Tubo de Acero para Líneas de Tubería – Condiciones Técnicas de Entrega, Tubos de Requisitos Clases A, B y C (Norma en Tres Partes).

Código ANSI/ASME para Calderas y Recipientes a Presión (ASME BPVC).

- I. *Calderas de Potencia.*
- II. *Especificaciones de Materiales.*
 - - *Parte A: Materiales Ferrosos.*
 - - *Parte B: Materiales No Ferrosos.*
 - - *Parte C: Varillas, Electrodo y Metales de Aporte para soldadura.*
 - - *Parte D: Propiedades.*
- III. *Subsección NCA: Requisitos Generales para las Divisiones 1 y 2.*
 - III. *División 1.*
 - *Subsección NB – Componentes Clase 1.*
 - *Subsección NC – Componentes Clase 2.*
 - *Subsección ND – Componentes Clase 3.*
 - *Subsección NE – Componentes Clase MC.*
 - *Subsección NF – Soportes.*
 - *Subsección NG – Estructura de Soporte del Núcleo.*
 - *Subsección NH – Componentes Clase 1 en Servicio a Temperaturas Elevadas.*
 - *Apendices.*

Código ANSI/ASME para Calderas y Recipientes a Presión (ASME BPVC).

- III. *División 2.*
 - - *Código para Recipientes y Contenedores de Concreto del Reactor.*
- IV. *Calderas de Calefacción.*
- V. *Exámenes No Destructivos.*
- VI. *Reglas Recomendadas para el Cuidado y Operación de Calderas de Calefacción.*
- VII. *Reglas Recomendadas para el Cuidado de Calderas de Potencia.*
- VIII. *Recipientes a Presión.*
 - *División 1.*
 - *División 2. Reglas Alternativas.*
 - *División 3. Reglas Alternativas para la Construcción de Recipientes a Alta Presión.*

Código ANSI/ASME para Calderas y Recipientes a Presión (ASME BPVC).

- IX. *Calificación de Soldadura y Soldadura Fuerte.*
- X. *Recipientes a Presión de Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio.*
- XI. *Reglas para la Inspección Durante Servicio de Componentes de Plantas de Energía Nuclear.*



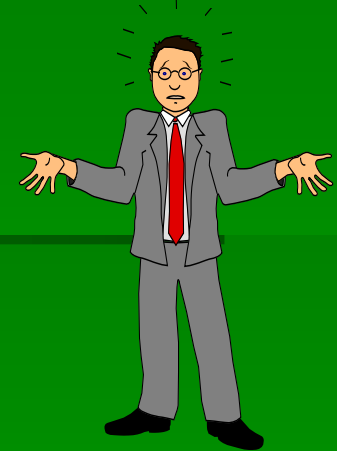
Código ANSI/ASME B31 para Tuberías Sujetas a Presión.

- Sección B31.1, *Tubería para potencia. Esta sección incluye la tubería externa de las calderas que es definida por la sección I del Código ASME BPV.*
- Sección B31.2, *Tubería para Gas Combustible. Esta sección se discontinuó como Norma Nacional Americana en febrero de 1988, las aplicaciones que eran objeto de esta sección actualmente están cubiertas por la sección B31.4.*
- Sección B31.3, *Tuberías para Plantas Químicas y Refinerías de Petróleo.*
- Sección B31.4, *Sistemas de Transportación Líquida para Hidrocarburos, Gas Líquido de Petróleo, Amoniacó Anhidro y Alcoholes.*
- Sección B31.5, *Tubería de Refrigeración.*

Código ANSI/ASME B31 para Tuberías Sujetas a Presión.

- Sección B31.8, *Sistema de Tubería de Transmisión y Distribución de Gas.*
- Sección B31.9, *Tubería de Servicios en Edificios.*
- Sección B31.11 *Sistemas de Tubería para Transportación de Lechadas o Lechos Fluidos.*
- Sección B31G, *Manual para Determinar la Resistencia Remanente de Líneas de Tubería Corroída. Suplemento al Código ASME B31.*

Código ANSI/ASME B31 para Tuberías Sujetas a Presión.



- *Es importante destacar:*
- *Todas las secciones del Código para Tuberías a Presión requieren de la calificación de los procedimientos y la habilidad de soldadores y operadores de equipo para soldar a ser usados en construcción.*
- *Algunas secciones requieren que estas calificaciones sean realizadas de acuerdo con la Sección IX del Código ASME BPV, mientras que en otras es opcional. Algunas secciones requieren o permiten, como alternativa, realizar estas calificaciones de acuerdo con API 1104.*

Código ANSI/AWS D1.1 de Soldadura Estructural – Acero.



Nota: *Este Código cubre los requisitos aplicables a estructuras de acero al carbono y de baja aleación.*

Código para Soldadura de Puentes **ANSI/ASHTO/AWS D1.5.**

- Las secciones de este documento se listan a continuación:
 1. *Provisiones Generales.*
 2. *Diseño de Conexiones Soldadas.*
 3. *Mano de Obra.*
 4. *Técnica.*
 5. *Calificación.*
 6. *Inspección.*
 7. *Soldadura de Pernos.*
 8. *Estructuras Estáticamente Cargadas (Sin aplicaciones dentro de este código).*
 9. *Puentes de Acero Soldados.*
 10. *Estructuras Tubulares (Sin aplicaciones dentro de este código).*
 11. *Reforzamiento y Reparación de Estructuras Existentes (Sin aplicaciones dentro de este código).*
 12. *Plan de Control de Fractura (Fracture Control Plan-RCP) para Miembros no Redundantes.*
 13. *Anexos- Información No Obligatoria y Obligatoria.*



Norma API 1104 para Líneas de Tubería e Instalaciones Relacionadas.

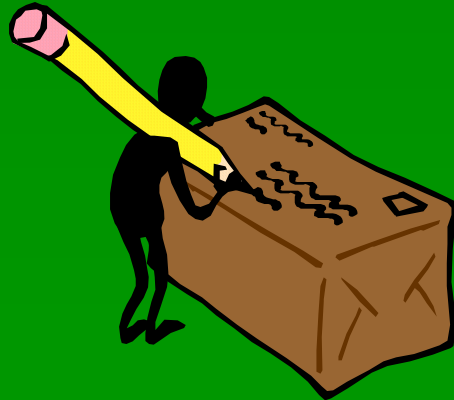
- Esta norma aplica a la soldadura por arco, por oxígeno y combustible de tubería empleada en la compresión, bombeo y transmisión de petróleo crudo, productos del petróleo y gases combustibles, y también para los sistemas de distribución cuando esto aplique.

- A continuación se citan las secciones que forman parte de esta norma:

- Sección 1. Generalidades.
- Sección 2. Calificación de Procedimientos de Soldadura para Soldaduras con Metal de Aporte.
- Sección 3. Calificación de Soldadores.
- Sección 4. Diseño y Preparación de una Junta para Soldaduras de Producción.
- Sección 5. Inspección y Pruebas de Soldadura de Producción.

Norma API 1104 para Líneas de Tubería e Instalaciones Relacionadas.

- *Sección 6. Estándares de Aceptación para Pruebas no Destructivas.*
- *Sección 7. Reparación y Remoción de Defectos.*
- *Sección 8. Procedimientos para Pruebas no Destructivas.*
- *Sección 9. Soldadura Automática.*
- *Sección 10. Soldadura Automática sin Adiciones de Metal de Aporte.*
- *Apéndice. Estándares Alternativos de Aceptación para Soldadura.*



Especificación API 5L para Tubería de Línea.

El contenido de esta especificación se presenta a continuación:

1. Alcance.
 2. Referencias.
 3. Definiciones.
 4. Información a ser Suministrada por el Comprador.
 5. Materiales y procesos de Manufactura.
 6. Requisitos para los Materiales.
 7. Dimensiones, Pesos, Longitudes, Defectos y Acabados en los Extremos.
 8. Coples.
 9. Inspecciones y Pruebas.
 10. Marcado.
 11. Recubrimiento y Protección.
 12. Documentos.
- Apéndice A. Especificaciones para Uniones Soldadas de dos Segmentos de Tubo.
 - Apéndice B. Reparación de Defectos por Medio de Soldadura.
 - Apéndice C. Procedimiento de Soldadura de Reparación.
 - Apéndice D. Tabla de Elongaciones.
 - Apéndice E. Dimensiones, Pesos y Presiones de Prueba. Equivalentes Métricos.
 - Apéndice F. Requisitos Suplementarios.
 - Apéndice G. Dimensiones del Dispositivo de Prueba de Doblado Guiado.
 - Apéndice H. Inspección del Comprador, Apéndice 1- Instrucciones de Marcado para Licenciarios API.
 - Apéndice J. Conversiones de Unidades Métricas (SI) y Procedimientos de Redondeo.

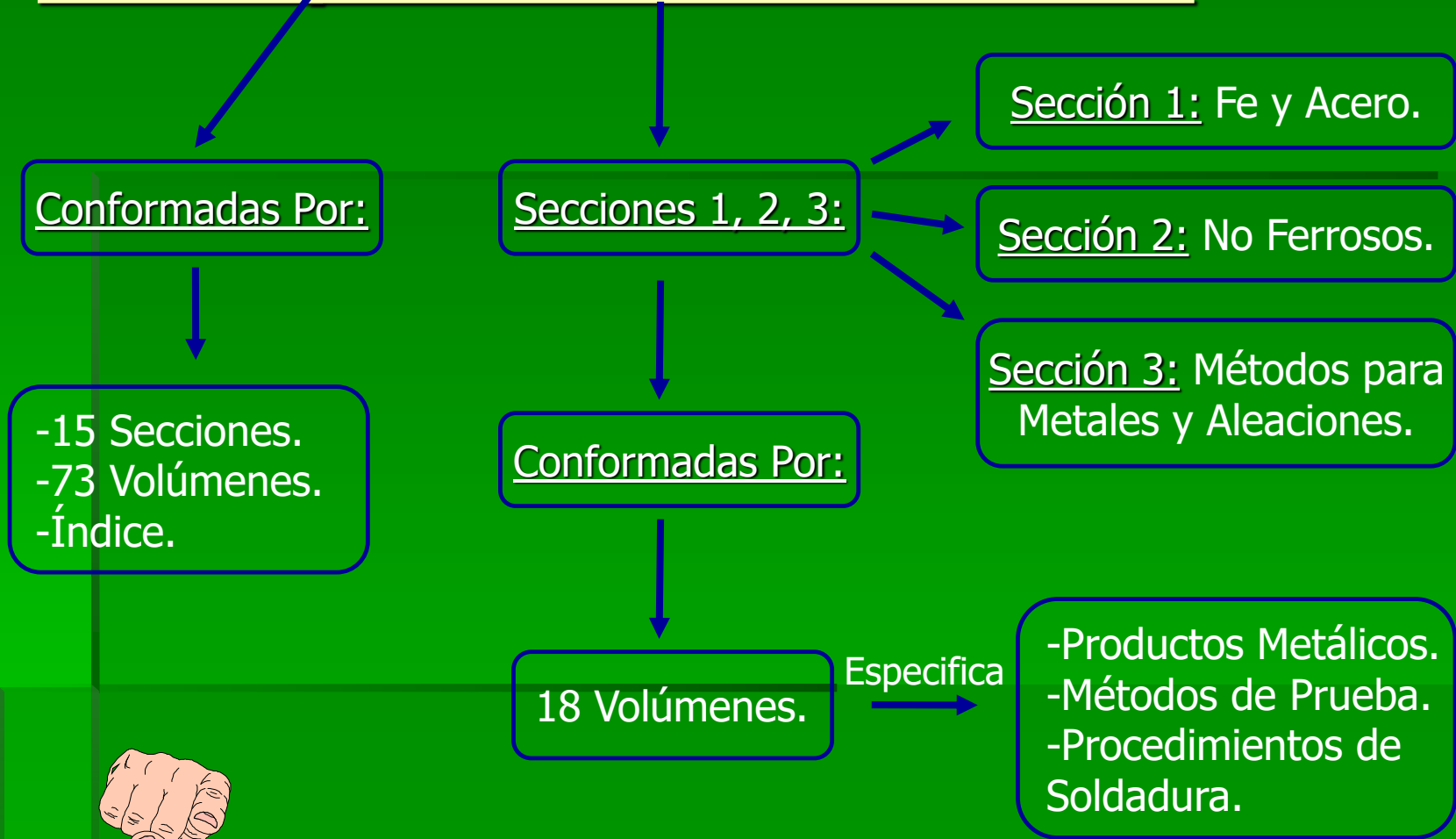
Especificación API 5L para Tubería de Línea.



Es importante recordar que:

- *El propósito de esta especificación es proporcionar estándares para tubos adecuados para usarse en la conducción de gas, agua y petróleo, en la industria petrolera de gas natural.*
- *Es aplicable a tubos para líneas, soldados y sin costura.*

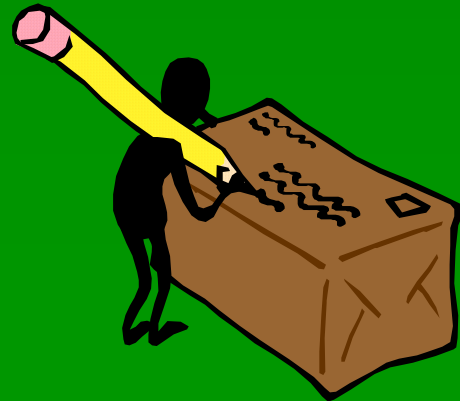
Las Especificaciones ASTM.



Nota: *Esta Asociación publica un Libro Anual de Normas ASTM que incorpora las normas nuevas y revisadas.*

Las Especificaciones ASTM.

- *En términos generales, la estructura, contenido y requisitos de este tipo de normas son los siguientes:*
- *Alcance.*
- *Documentos Aplicables o Referidos.*
- *Descripción de Términos.*
- *Pertenencia de Materiales (Appurtenant Materials).*
- *Requisitos Generales de Entrega.*
- *Información de Compra.*
- *Requisitos Suplementarios.*



Especificaciones AWS para Materiales Combustibles de Soldadura.

La Sociedad Americana de Soldadura publica, una cantidad numerosa de normas, sobre usos y calidad de materiales, productos, pruebas, operaciones y procesos de soldadura, las especificaciones de varillas, electrodos y metales de aporte de soldadura. Incluye requisitos obligatorios y opcionales.

Las designaciones alfanuméricas de la AWS para especificaciones de metales de aporte consta de una letra "A" seguida de un 5, un punto y uno o dos dígitos adicionales, por ejemplo:

AWS A5.1 *Especificación para Electrodos de Acero al*
 { *Carbono para soldadura por Arco*
 { *Metálico Protegido.*

Especificaciones AWS para Materiales Combustibles de Soldadura.

- Cuando ASME adopta estas especificaciones, ya sea de manera completa y fiel o con revisiones, le antepone las letras “SF” a la asignación AWS, por ejemplo:

ASME SFA 5.1

Es similar, si no idéntica, a la AWS A 5.1 (de la misma edición).

- En términos generales, actualmente, las especificaciones AWS para metales de aporte tienen el siguiente formato:
 - Alcance.
 - Parte A. Requisitos generales.
 - Parte B. Pruebas, Procedimientos y Requisitos.
 - Parte C. Manufactura, Empaque e Identificación.
 - Apéndice.

Procesos de Soldadura



Electrodos Revestidos:

- E: Prefijo que indica electrodo revestido : EXXXXX-XX
- E__xx ó E__XX: indica mínima resistencia a tracción (psi)
 - E60XX: 60.000 psi mínimo esfuerzo de tracción.
 - E110XX: 110.000 psi mínimo esfuerzo de tracción.
- EXX_X : Posición de soldadura
 - EXX1X: todas las posiciones
 - EXX2X: plana y horizontal
 - EXX4X: toda posición
- EXXX_ : Tabla:
- Los dos últimos dígitos:
composición aproximada

	ULTIMA	E-XX10	E-XX11	E-XX12	E-XX13	E-XX14	E-XX15	E-XX16	E-XX17	E-XX18
Tipo de corriente		CDPI e+ Polaridad invertida	CA o CD e+ Polaridad invertida	CA o CD Polaridad Directa e-	CA o CD e+ - Ambas Polaridades	CA o CD e+ Polaridad invertida	CD e+ Polaridad invertida	CA o CD e+ Polaridad invertida	CD e+ Polaridad invertida	CA o CD e+ Polaridad invertida
Tipo de revestimiento		b Orgánico	Orgánico	Rutilo	Rutilo	Rutilo	Bajo Hidrógeno	Bajo Hidrógeno	Bajo Hidrógeno	Bajo Hidrógeno
Tipo de arco		Fuerte	Fuerte	Mediano	Suave	Suave	Mediano	Mediano	Suave	Mediano
Penetración		c Profunda	Profunda	Mediana	Ligera	Ligera	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana

SELECCION DEL ELECTRODO ADECUADO

- Para escoger el electrodo adecuado es necesario analizar las condiciones de trabajo en particular y luego determinar el tipo y diámetro de electrodo que más se adapte a estas condiciones. Este análisis es relativamente simple, si el operador se habitúa a considerar los siguientes factores:
 - 1. Naturaleza del metal base.
 - 2. Dimensiones de la sección a soldar.
 - 3. Tipo de corriente que entrega su máquina soldadora.
 - 4. En qué posición o posiciones se soldará.
 - 5. Tipo de unión y facilidad de fijación de la pieza.
 - 6. Si el depósito debe poseer alguna característica especial, como son: resistencia a la corrosión, gran resistencia a la tracción, ductilidad, etc.
 - 7. Si la soldadura debe cumplir condiciones de alguna norma o especificaciones especiales.
- Después de considerar cuidadosamente los factores antes indicados, el usuario no debe tener dificultad en
- elegir un electrodo INDURA, el cual le dará un arco estable, depósitos parejos, escoria fácil de remover y un
- mínimo de salpicaduras, que son las condiciones esenciales para obtener un trabajo óptimo.

ALMACENAMIENTO DE ELECTRODOS

- Todos los revestimientos de electrodos contienen H₂O. Algunos tipos como los celulósicos requieren un contenido mínimo de humedad para trabajar correctamente (4% para un AWS E-6010). En otros casos, como en los de bajo hidrógeno, se requieren niveles bajísimos de humedad; 0.4% para la serie 70 (Ej. 7018), 0.2% para la serie 80 (Ej. E- 8018); 0.15% para las series 90, 100, 110 y 120 (Ej. 9018, 11018, 11018 y 12018).
- Este tema es de particular importancia cuando se trata de soldar aceros de baja aleación y alta resistencia, aceros templados y revenidos o aceros al carbono-manganeso en espesores gruesos.
- La humedad del revestimiento aumenta el contenido de hidrógeno en el metal de soldadura y de la zona afectada térmicamente (ZAT). Este fenómeno puede originar fisuras en aceros que presentan una estructura frágil en la ZAT, como los mencionados anteriormente. Para evitar que esto ocurra se debe emplear electrodos que aporten la mínima cantidad de hidrógeno (electrodos bajo hidrógeno, Ej. 7018), y además un procedimiento de soldadura adecuado para el material base y tipo de unión (precalentamiento y/o post-calentamiento segoen sea el caso).
- De todo lo anterior se puede deducir fácilmente la importancia que tiene el buen almacenamiento de los electrodos. De ello depende que los porcentajes de humedad se mantengan dentro de los límites requeridos y así el electrodo conserve las características necesarias para producir soldaduras sanas y libres de defectos.
- Como la selección de almacenamiento y reacondicionamiento son diferentes para los diversos tipos de electrodos, hemos agrupado aquellos cuyas características son semejantes, a fin de facilitar la observación de estas medidas.

ALMACENAMIENTO DE ELECTRODOS

- **Previamente definiremos los siguientes conceptos:**
- **A. Condiciones de Almacenamiento:**
- Son aquellas que se deben observar al almacenar en cajas cerradas. En Tabla I se dan las recomendaciones para el acondicionamiento de depósitos destinados al almacenamiento de electrodos.
- **B. Condiciones de Manutención:**
- Son las condiciones que se deben observar una vez que los electrodos se encuentran fuera de sus cajas. En Tabla I se indican estas condiciones.
- **C. Reacondicionamiento o resecado:**
- Aquellos electrodos que han absorbido humedad más allá de los límites recomendados por la norma requieren ser reacondicionados, a fin de devolver a los electrodos sus características. En los electrodos sus características. En Tabla II se indican las recomendaciones para el reacondicionamiento de electrodos. La operación de resecado no es tan simple como parece.

ALMACENAMIENTO DE ELECTRODOS

- Debe realizarse en hornos con circulación de aire. En el momento de introducir los electrodos en el horno, la temperatura del mismo no debe superar los 100 y las operaciones de calentamiento y enfriamiento deben efectuarse a una velocidad de alrededor de 200 , para evitar la fisuración y/o fragilización del revestimiento.
- Por último queremos entregar a nuestros clientes algunas recomendaciones sobre el uso de electrodos bajo hidrógeno. Estos se encuentran indicadas en Tabla III y son una guía para el uso, que surge de la experiencia y de los resultados de distintas investigaciones.

Tabla I.- Condiciones de almacenamiento y mantención de electrodos

Tabla I.- Condiciones de almacenamiento y mantención de electrodos

Electrodo		Acondicionamiento del depósito (en cajas cerradas)	Mantención electrodos (en cajas abiertas)
Clase	Tipo		
EXX10 EXX11	Celulósico Celulósico	Temperatura ambiente	No recomendado
EXX12 EXX13 EXX14 EXX24	De rutilo (Fe) De rutilo (Fe)	Temperatura 15 ^o C más alta que la temperatura ambiente, pero menor de 50 ^o C, o humedad relativa ambiente menor a 50%	10 ^o C a 20 ^o C sobre la temperatura ambiente.
EXX15 EXX16 EXX18 EXX48 Inox. E 70/E 130	Básico Básico Básico (Fe) Básico (Fe) De rutilo o básico Básico	Temperatura 15 ^o C más alta que la temperatura ambiente, pero menor de 60 ^o C , o humedad relativa ambiente menor a 50%	30 ^o C a 140 ^o C sobre la temperatura ambiente.

Tabla II .- Recomendaciones para el resecado de Electroodos

Tabla II .- Recomendaciones para el resecado de electrodos

Electrodo Tipo y Clase	Aplicación	Resecado
Celulósico (EXX10 - EXX11)	Todas	No requiere si han estado bien acondicionados. Por lo general no pueden resecarse sin deteriorar sus características operativas.
De rutilo (EXX12 - EXX13) (EXX14 - EXX24) Inoxidables Austenéticos	Todas	No requiere si han estado bien acondicionados. Caso contrario resecar 30 a 120 minutos a 100 - 150 °C . Asociar la menor temperatura con el mayor tiempo. Durante el resecado ensayar en soldadura para comprobar características operativas y evitar sobresecaado
Básicos de bajo contenido de hidrógeno (EXX15-EXX16) (EXX18-EXX28) (EXX48). Incluyen baja aleación (AWS A5.5) Inoxidables martensíticos y ferríticos (E4XXX).	Donde se requiere bajo contenido de hidrógeno en el metal depositado.	Cuando el electrodo permaneció más de 2 h sin protección especial, resecar 60 a 120min. a 250-400 °C. No exceder los 400 °C y si se seca a 250 °C hacerlo durante 120 minutos.
	Aplicaciones críticas (aceros de alto contenido de carbono, aceros de baja aleación, aceros de más de 60 kg/mm2 de resistencia)	Siempre antes de usar se resecan 60 a 120min. a 300-400 °C . No exceder los 400 °C y si se seca a 300 °C hacerlo durante 120min. Luego conservar en estufa hasta el momento de soldar.

Tabla II .- Recomendaciones para el resecado de Electroodos

Tabla II .- Recomendaciones para el uso de electrodos de bajo hidrógeno

<p>Para soldadura normal de bajo contenido de hidrógeno, con control razonable de nivel de hidrógeno y precauciones rutinarias de calor aportado y precalentamiento.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Electroodos en envases no herméticos o dañados y electrodos que han sido expuestos a atmósfera normal por más de 2 h deben ser resecados antes de usarlos. 2.- Electroodos en envases no herméticos pueden usarse sin resecar para la soldadura de aceros de menos de 50kg/mm² de resistencia en situaciones de bajo embridamiento o cuando la experiencia muestra que no ocurren fisuras. 3.- Los electrodos deben mantenerse en termos de 30°C a 140°C sobre la temperatura ambiente.
<p>Para soldadura crítica de bajo contenido de hidrógeno, con extremo control de nivel de hidrógeno, en estructuras importantes y materiales de alto carbono o baja aleación con resistencia mínima mayor de 50hk/mm²</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Siempre deben resecarse los electrodos antes de usar. 2.-Los electrodos deben mantenerse en termos de 30 a 140°C sobre temperatura ambiente. 3.-Los electrodos resecados expuestos por más de 1h
<p>Para soldadura general, donde se usan los electrodos por sus buenas propiedades mecánicas o calidad radiográfica, pero no se requiere un nivel bajo de hidrógeno en el metal depositado.</p>	<p>Siempre antes de usar se resecan 60 a 120min. a 300-400°C . No exceder los 400°C y si se seca a 300°C hacerlo durante 120min. Luego conservar en estufa hasta el momento de soldar.</p>

Electrodos Revestidos:

Ejemplo: E7018

<u>E</u>	<u>70</u>	<u>1</u>	<u>8</u>
Electrodo revestido	70.000psi mínimo esfuerzo de tracción	Todas las posiciones	AC o DC (+) / revestimiento bajo hidrógeno

Electrodo revestido de acero inoxidable:

Ejemplo: E316L-16

<u>E</u>	<u>316</u>	<u>L</u>	<u>-16</u>
Electrodo revestido	Composición química del metal depositado 316 (tabla)	Bajo % carbono	AC o DC (+)

Alambres Sólidos

Alambres resistentes a la corrosión

Alambres para electrodos de soldadura (MIG) o varilla de soldadura (TIG)

Ej.: ER502

ER

502

Alambre (Electrodo
o varilla)

Composición nominal del metal
depositado 5% Cr – 1/2% Mo

Alambres de acero al carbono

Ej.: ER70S-2

ER

70

S

2

Alambre (Electrodo)
o varilla

70.00psi mínimo
esfuerzo de tracción

Sólido

Composición
química

Alambre fundente

- E: Prefijo que indica electrodo
- X: El siguiente dígito (letra), indica la proporción de manganeso presente.
 - L: low (bajo)
 - M: medium (medio)
 - H: high (alto)
- XX: Contenido aproximado de carbono por cien.
 - EXX12X: 0.12% carbono
 - EX8: 0.08% carbono

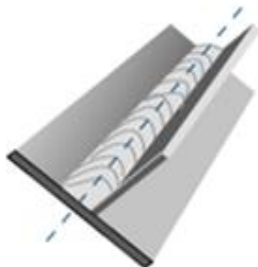
CLASIFICACION AWS

DESIGNACION DE ELECTRODOS SEGUN NORMA AWS: 5.5-96 DE ACUERDO A SU MAYOR PORCENTAJE DE ELEMENTOS DE ALEACION

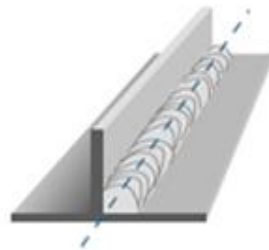
Noemero del sufijo para electrodos segun AWS.	% de Aleación					
	(Mo)	(Cr)	(Ni)	(Mn)	(Va)	(Cu)
A1	0.5	-	-	-	-	-
B1	0.5	0.5	-	-	-	-
B2	0.5	1.25	-	-	-	-
B3	1.0	2.25	-	-	-	-
B4	0.5	2.0	-	-	-	-
B5	1.1	0.5	-	-	-	-
B6	0.5	5.0	-	-	-	-
B7	0.5	7.0	-	-	-	-
B8	1.0	9.0	-	-	-	-
B9	1.0	9.0	-	-	0.20	0.25
C1	-	-	2.5	1.2	-	-
C2	-	-	3.5	1.2	-	-
C3	-	-	1.0	1.2	-	-
C4	-	-	1.5	1.2	-	-
C5	-	-	6.5	0.7	-	-
D1	0.3	-	-	1.5	-	-
D2	0.3	-	-	1.75	-	-
D3	0.5	-	-	1.4	-	-
G*	0.2	0.3	0.5	1.0	0.1	0.2
M	Ver	AWS	A 5.5-96	-	-	-
P1	0.5	0.3	1.0	1.2	-	-
W1	-	0.2	0.3	0.5	-	0.4
W2	-	0.6	0.6	0.9	-	0.5

Posiciones de Soldadura

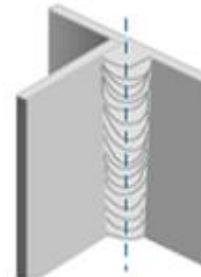
- Uniones de filete:



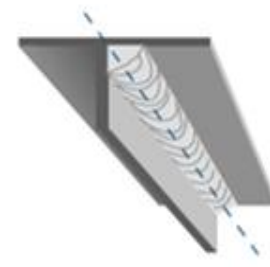
1F
Plano



2F
Horizontal

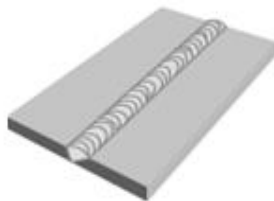


3F
Vertical



4F
Sobrecabeza

- Uniones biseladas:



1G
Plano



2G
Horizontal



3G
Vertical



4G
Sobrecabeza

Posiciones de Soldadura

- Uniones de tuberías:

La tubería se rota
mientras se suelda



1G



2G

La tubería no se rota
mientras se suelda

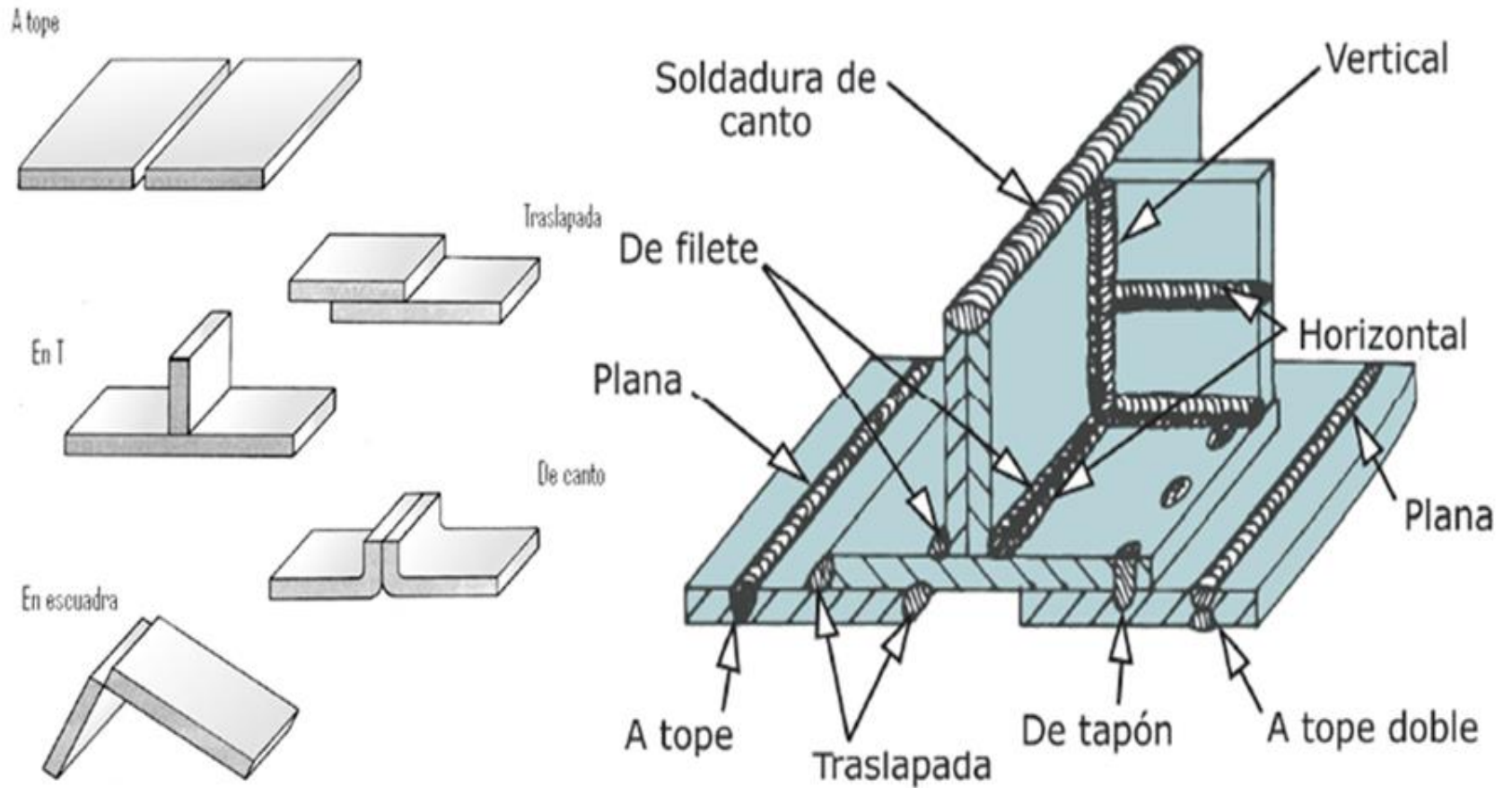


5G



6G

Uniones básicas



LIMITACIONES DE ESPESORES DE PLANCHA Y TUBO PARA CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS

Table 2.3
Thickness Limitations of Plate and Pipe for Groove Welds for Procedure Qualification
(see Table 2.5 for Sheet Metal Groove Weld Requirements)

Test Weldment ^{a,b,c,d,f,g} Thickness (T) (in.)	Base Metal Thickness Qualified ^{d,e} (in.)		Deposit Weld Metal Thickness Qualified (t) ^d (in.)
	Minimum	Maximum	Maximum
1/8 to 3/8	1/16	2T	2t
Over 3/8, but less than 3/4	3/16	2T	2t
3/4 to less than 1-1/2	3/16	2T	2t when t < 3/4 2T when t ≥ 3/4
1-1/2 to less than 6	3/16	8	2t when t < 3/4 8 when t ≥ 3/4
6 and over	1	1.33T	2t when t < 3/4 8 when 3/4 ≤ t < 6 1.33t when t ≥ 6

Notes:

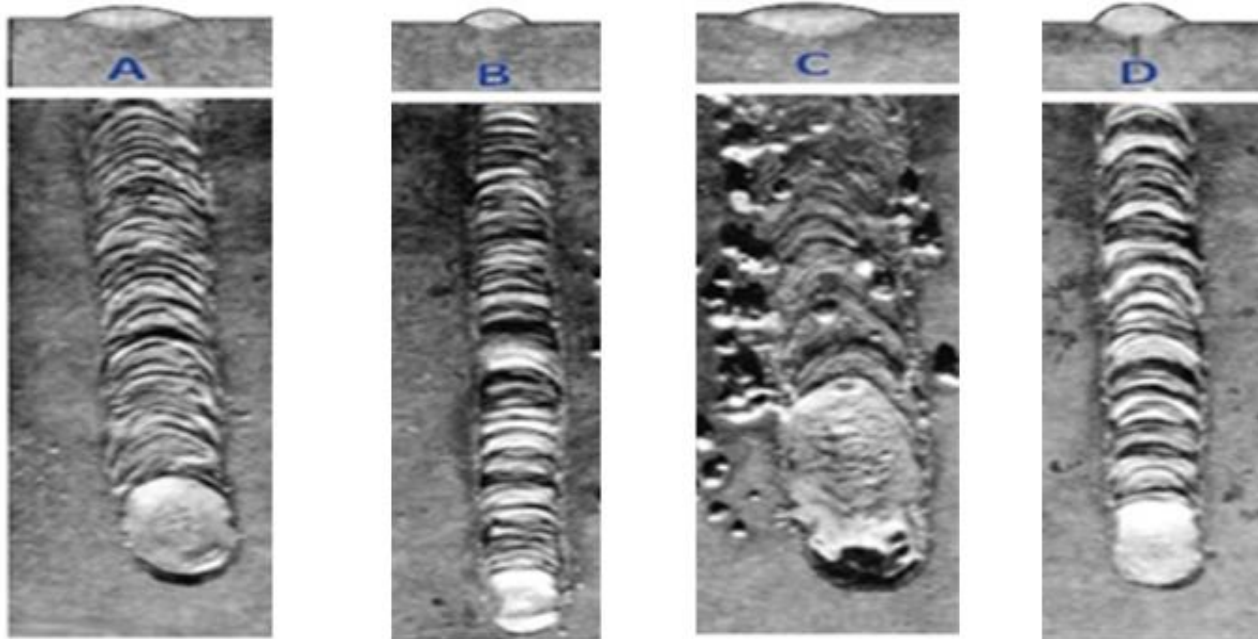
- a. Provided that the weld penetration can be measured. EBW and LBW qualified thickness range shall be 1.2T for test weldments 1 in. and under in thickness and 1.1T for weldments over 1 in. thick. If weld penetration cannot be measured the qualified thickness ranges are 1.1T and 1.05T respectively.
- b. When the groove is filled using a combination of welding processes:
 - The test weldment thickness "T" is applicable for the base metal and shall be determined from the Base Metal Thickness Qualified column.
 - The thickness "t" of the weld metal for each welding process shall be determined from the Deposited Weld Metal thickness column.
 - Each welding process qualified in this combination manner may be used separately only within the same qualification variables and the thickness limits.
- c. For OFW, the maximum base metal thickness qualified is the thickness of the test weldment, and the maximum weld metal thickness qualified is the thickness of the weld metal deposited in the test weldment.
- d. For GMAW short-circuit transfer, the maximum base metal thickness qualified is 1.1 times the test weldment thickness, and the maximum weld metal thickness qualified is 1.1 times the weld-metal thickness deposited in the test weldment.
- e. For fracture toughness applications less than 5/8 in. thick, the base metal thickness of the test weldment is the minimum base metal thickness qualified.
- f. If any single pass in the test weldment is greater in thickness than 1/2 in., the qualified base metal thickness is 1.1 times the test weldment thickness.
- g. If a test weldment receives a postweld heat treatment exceeding the lower transformation temperature, the maximum base metal thickness qualified is 1.1 times the base metal thickness of the test weldment, and the maximum weld metal thickness qualified is 1.1 times the weld metal of the test weldment.

T = The thickness of the Test Weldment Base Metal

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement

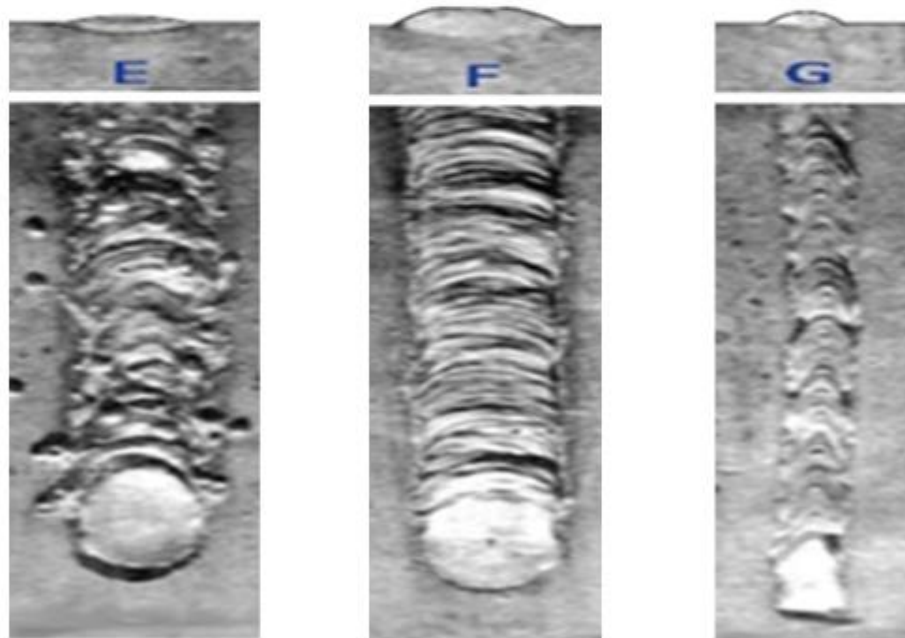
Tipos de Costuras

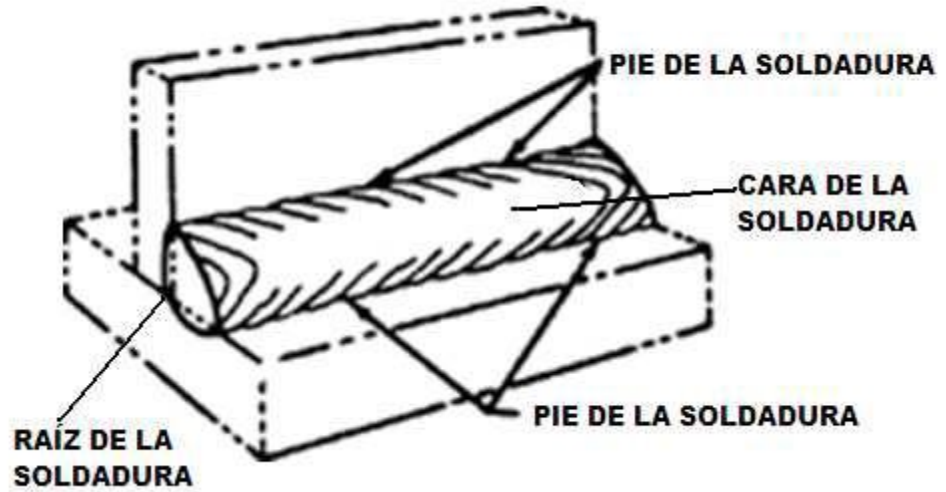
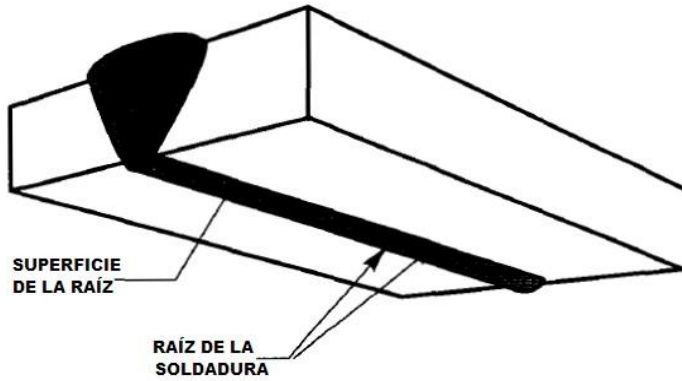
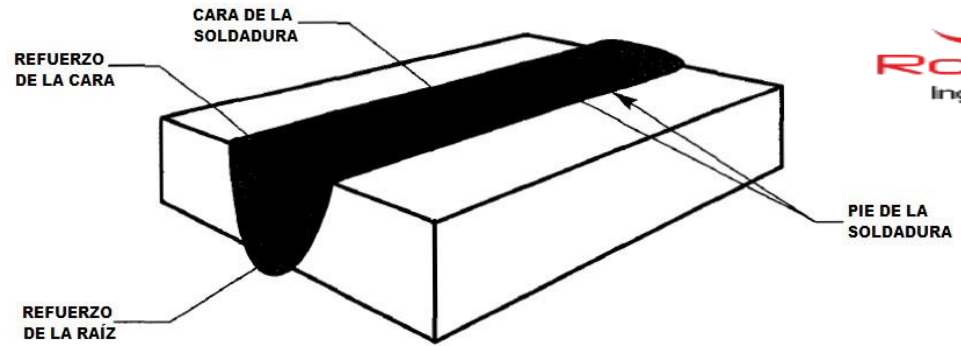
- A.- Costura correcta con amperaje y velocidad adecuados.
- B.- Costura aceptable con amperaje muy alto.
- C.- Costura deficiente por amperaje muy elevado.
- D.- Costura aceptable con amperaje muy bajo, ocasionando demasiado aporte metálico.



Tipos de Costuras

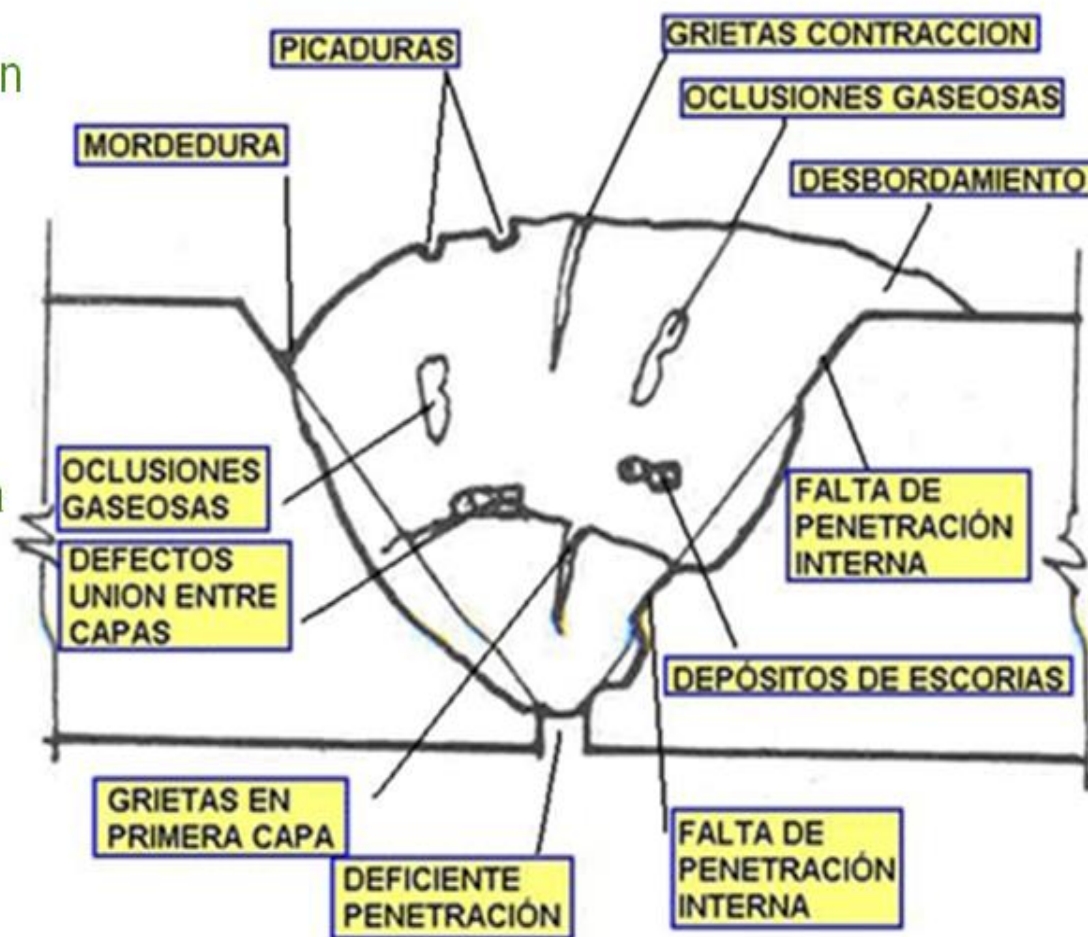
- E.- Costura deficiente con corriente inadecuada.
- F.- Costura correcta con muy poca velocidad de avance.
- G.- Costura deficiente con corriente adecuada pero con velocidad de avance elevada.





Defectos en la soldadura

- Exceso de penetración
- Falta de penetración
- Salpicaduras
- Falta de fusión
- Soldadura porosa
- Soldadura quebradiza
- Otros defectos



Defectos en la soldadura

- Exceso de penetración: Se produce por efecto del movimiento que causa la penetración del electrodo entre los biseseles.

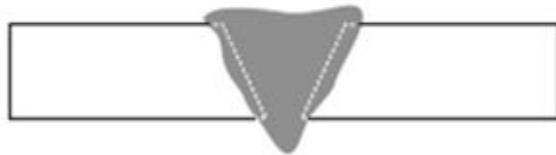


Imagen radiográfica:



Defectos en la soldadura

- Falta de penetración: Es la falta de relleno de la raíz con metal de aporte.

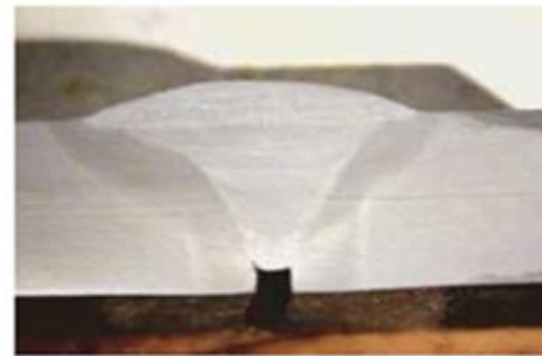
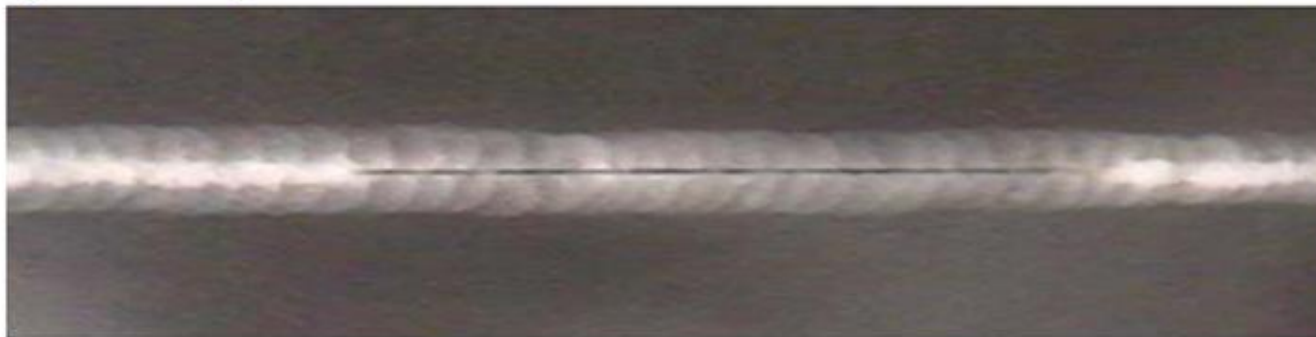


Imagen radiográfica:



Defectos en la soldadura

- Falta de fusión: Se produce en las interfaces de las soldadura donde las capas adyacentes o cordones de soldadura no se fusionan debido a una fina capa de óxido.

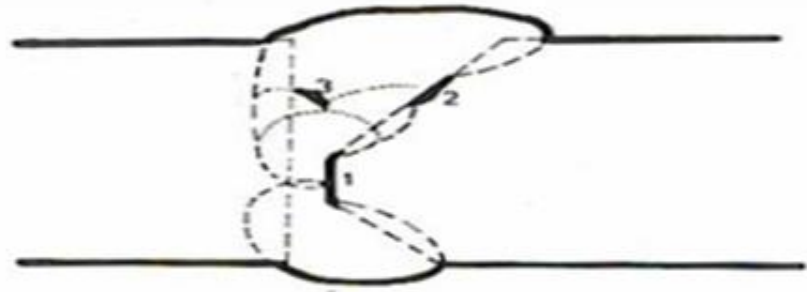
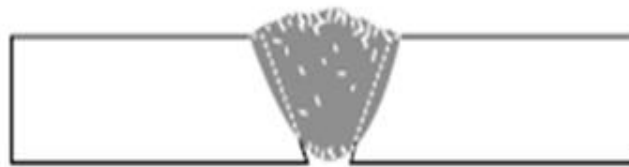
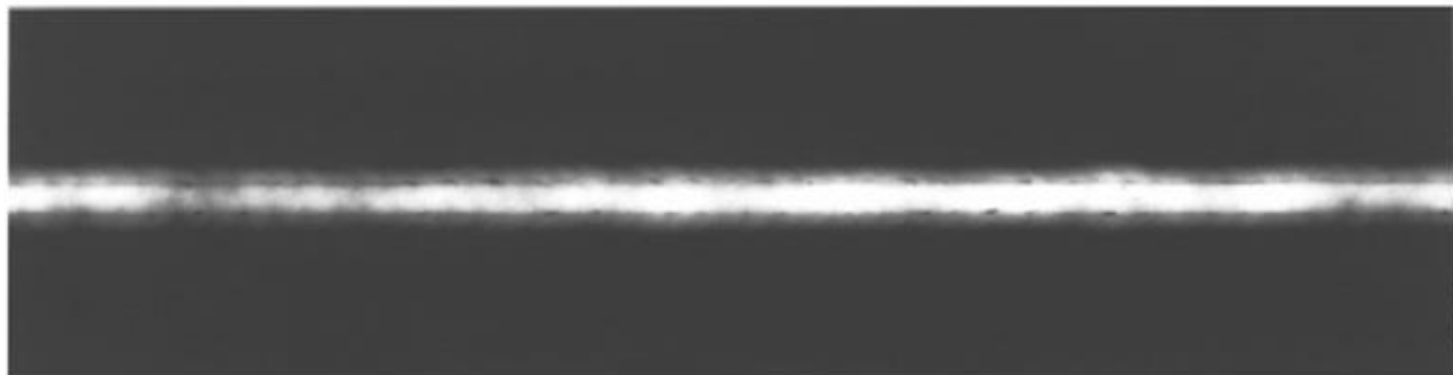
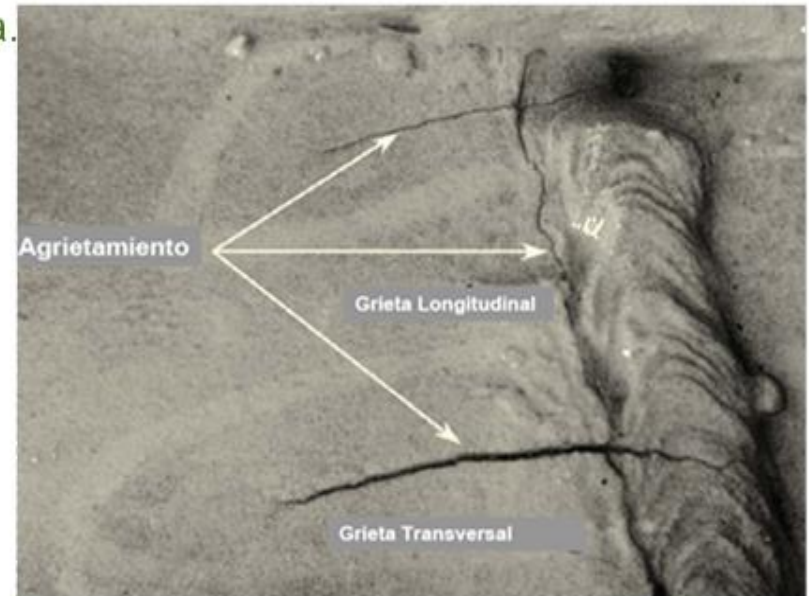
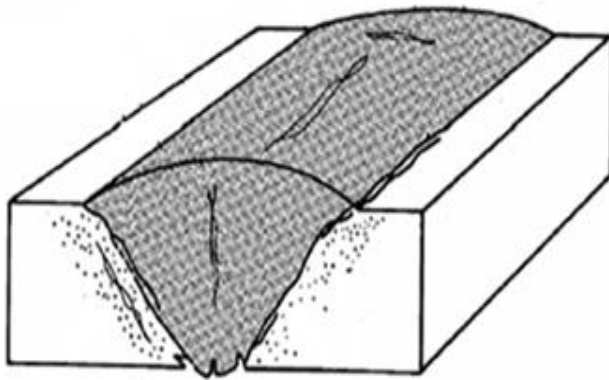


Imagen radiográfica:

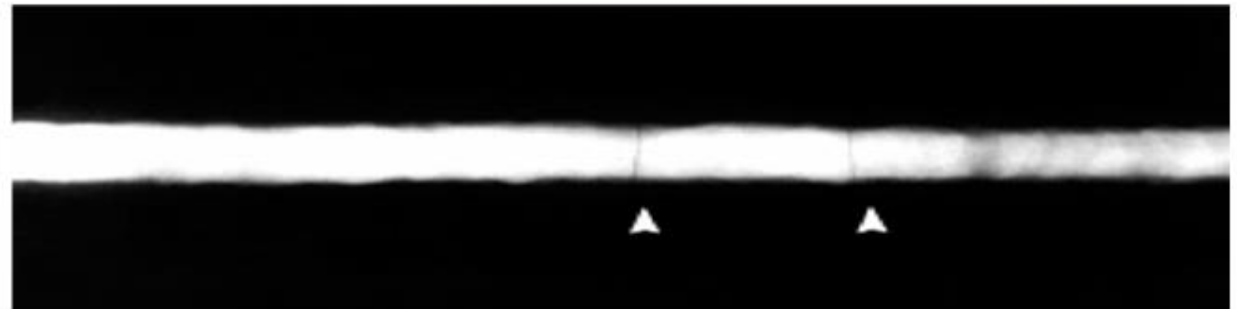


Defectos en la Soldadura

- Soldaduras agrietadas: Son producto de tensiones internas durante el enfriamiento, por la geometría de la junta y la sollicitación de ésta.
 - Tipos: Grietas longitudinales y transversales

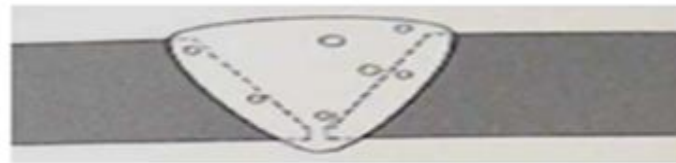


– Imagen radiográfica:

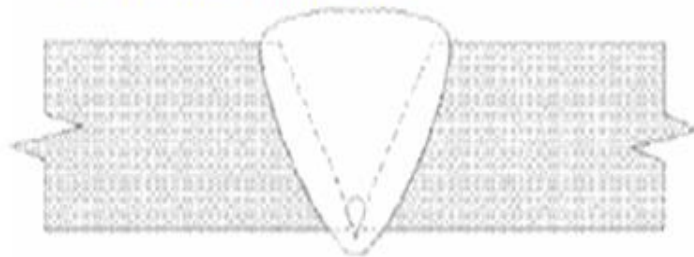


Defectos en la Soldadura

- Soldadura porosa: Se trata de inclusiones internas de bolsas de gas esféricas.



Porosidad alineada



Porosidad agrupada

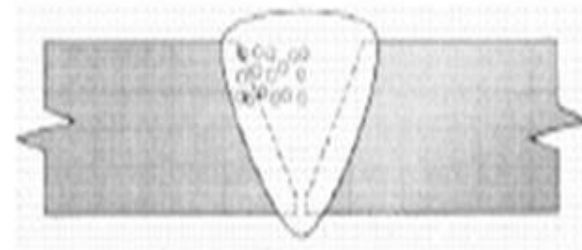
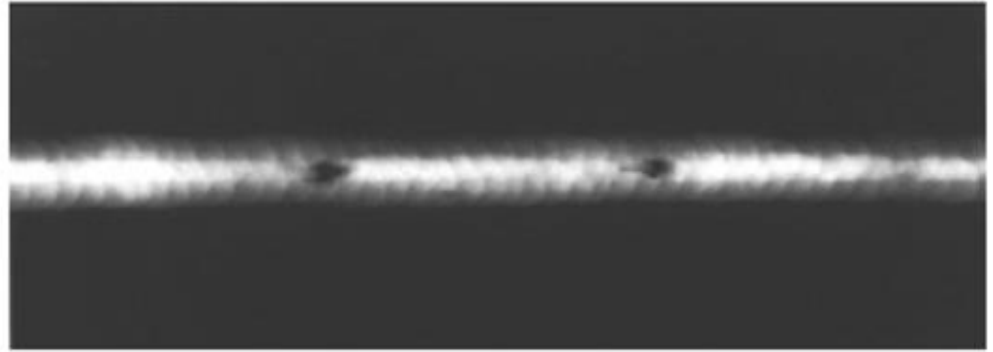
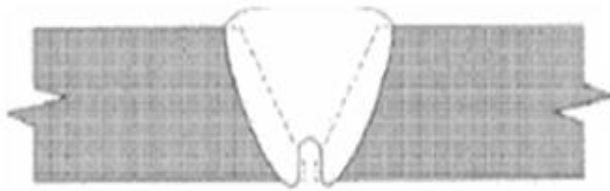


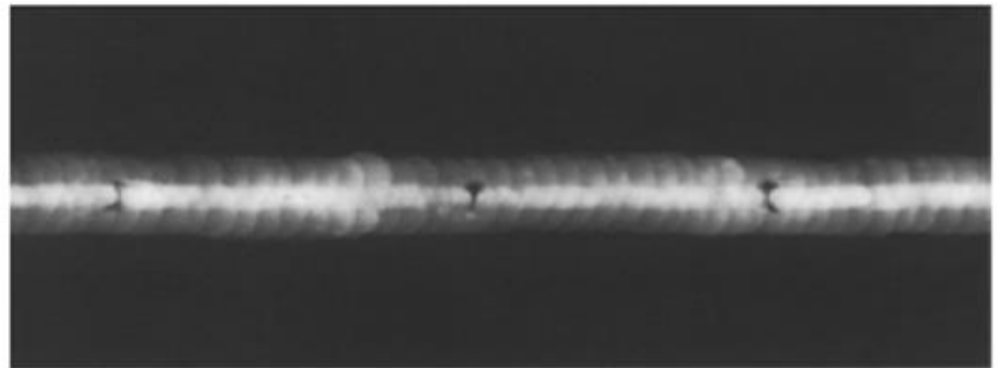
Imagen radiográfica:

Otros defectos

- Quemaduras



- Inclusiones no metálicas. Escoria

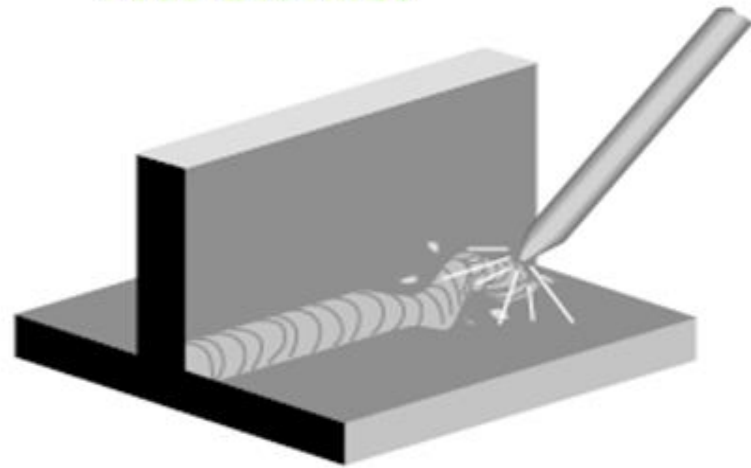


Otros defectos

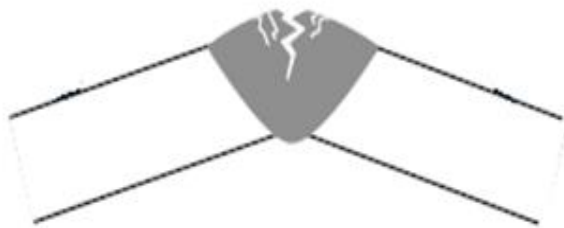
Combadura



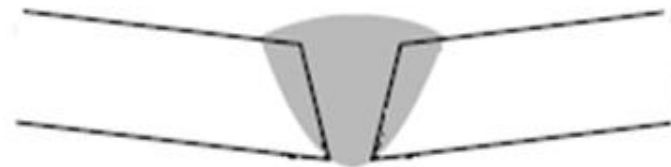
Arco desviado



Soldadura quebradiza

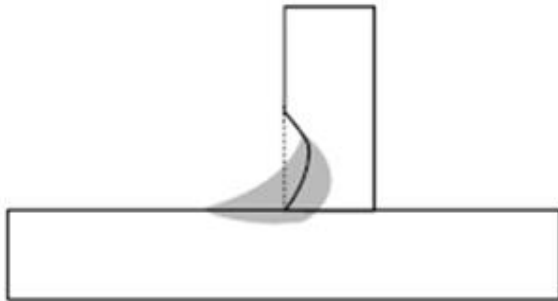


Distorsión (deformación)



Otros Defectos

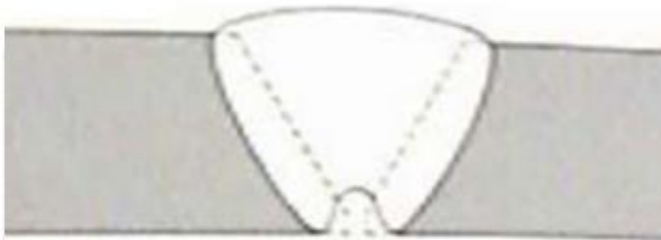
Socavado



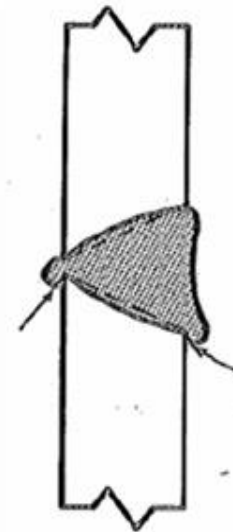
Concavidad interna



Concavidad externa

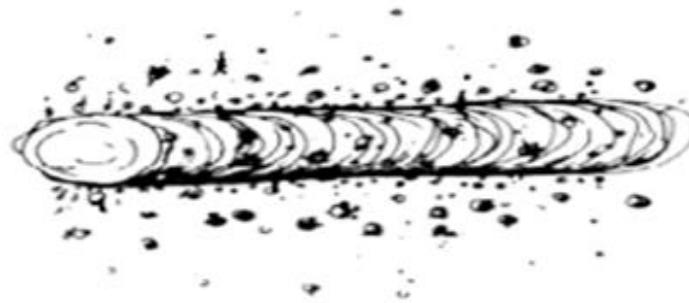


Traslape



Otros Defectos

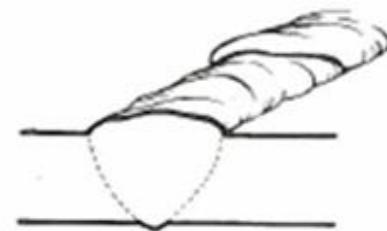
Salpicaduras: Esferas de metal fundido depositadas aleatoriamente sobre el cordón y sus alrededores.



Desalineaciones



Falta de continuidad en el cordón



Ensayos No Destructivos

- Inspección Visual
- Inspección por Líquidos penetrantes
- Inspección por Partículas Magnéticas
- Inspección Radiográfica
- Inspección por Ultrasonidos

Ensayos No Destructivos

- ¿Qué son los END?

Se trata de pruebas para verificar la calidad o estado de una pieza, obteniendo datos del estado total o parcial de la misma sin destruir ni alterar sus características.

- Características

- Están basadas en aspectos físicos.
- No ofrecen resultados absolutos, sino que éstos han de ser interpretados.
- Sirve para medir, caracterizar y poner de manifiesto discontinuidades de los materiales.

- Tipos de inspección:

- Inspección Visual
- Inspección por Líquidos penetrantes
- Inspección por Partículas Magnéticas
- Inspección Radiográfica
- Inspección por Ultrasonidos

Inspección visual

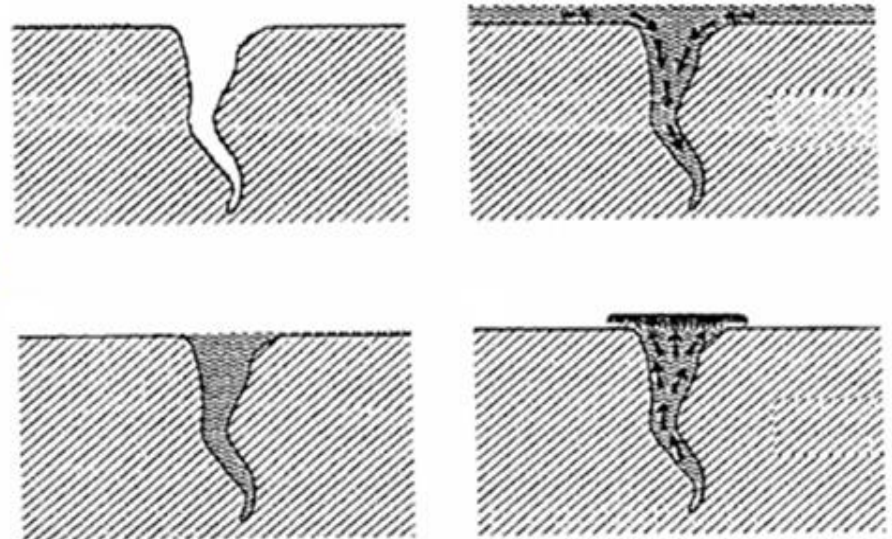
- Detecta defectos abiertos a la superficie y que sean detectables por medio de la visión normal o corregida.
- Equipos
 - Lentes de aumento
 - Iluminación concentrada en la zona
 - Flexómetros
- Ventajas
 - Económico
 - Requiere de poco entrenamiento
 - Técnicas muy conocidas
- Desventajas
 - Limitado a superficies externas e inspección visual
 - Requiere técnicas de END para clasificar las fallas
- Aplicaciones
 - Superficies externas

Inspección por Líquidos Penetrantes

- Detecta e indica DISCONTINUIDADES SUPERFICIALES
- Principio Físico: Un líquido coloreado o fluorescente penetra en la superficie debido al fenómeno de CAPILARIDAD.
- PROCESO: Se aplica un líquido al cual se le deja penetrar, se limpia el exceso de penetrante y se utiliza un revelador que hace que el defecto sea apreciable.

- Etapas

- Limpieza inicial de la superficie
- Aplicación del penetrante
- Medida del tiempo de penetración
- Eliminación del exceso de penetrante
- Aplicación del revelador
- Examen
- Limpieza final



Inspección por Líquidos Penetrantes

- Aplicaciones

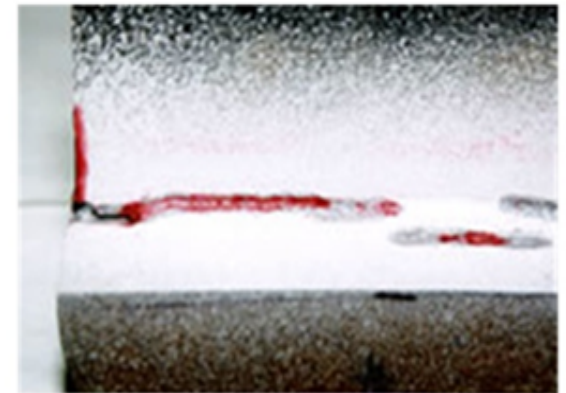
Aplicaciones amplias y muy versátiles desde piezas críticas como componentes aeronáuticos hasta los cerámicos como las vasijas de uso doméstico.

- Ventajas

- Útil para discontinuidades abiertas a la superficie
- Fácil de emplear
- La configuración de las piezas a inspeccionar no representa problema alguno
- Brindan muy buena sensibilidad
- Son económicos
- Rápidos en cuanto a su aplicación
- Equipo portátil

- Desventajas

- Sólo es aplicable a defectos superficiales y materiales no porosos
- Requiere buena limpieza previa a la inspección
- Una incorrecta combinación penetrante-revelador puede ocasionar falta de sensibilidad.



Inspección por Partículas Magnéticas

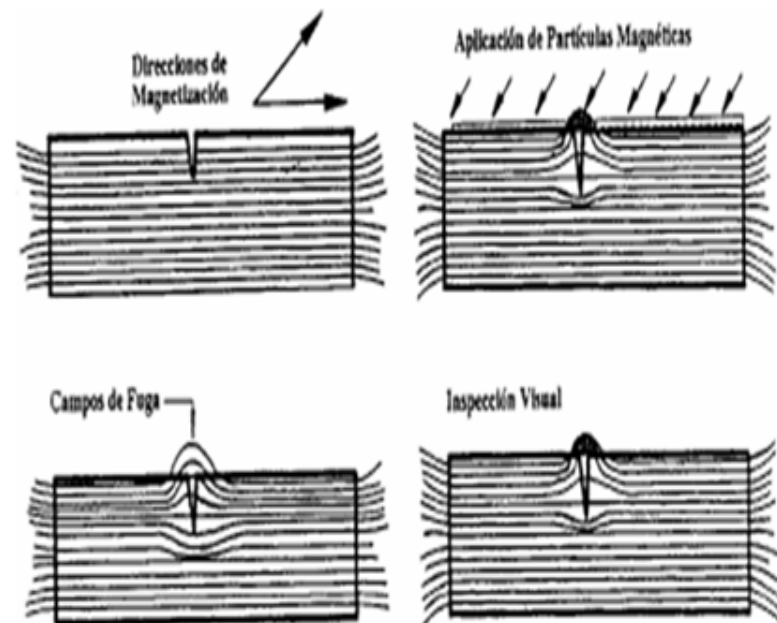
- Detecta discontinuidades en la inspección de materiales ferromagnéticos.
- Se basa en la PERMEABILIDAD de algunos materiales a ser MAGNETIZADOS.

- Materiales Ferromagnéticos:

- Hierro, níquel y cobalto
- Mayoría de los aceros
- Aleaciones de cobalto y níquel
- Aleaciones de cobre, manganeso y aluminio

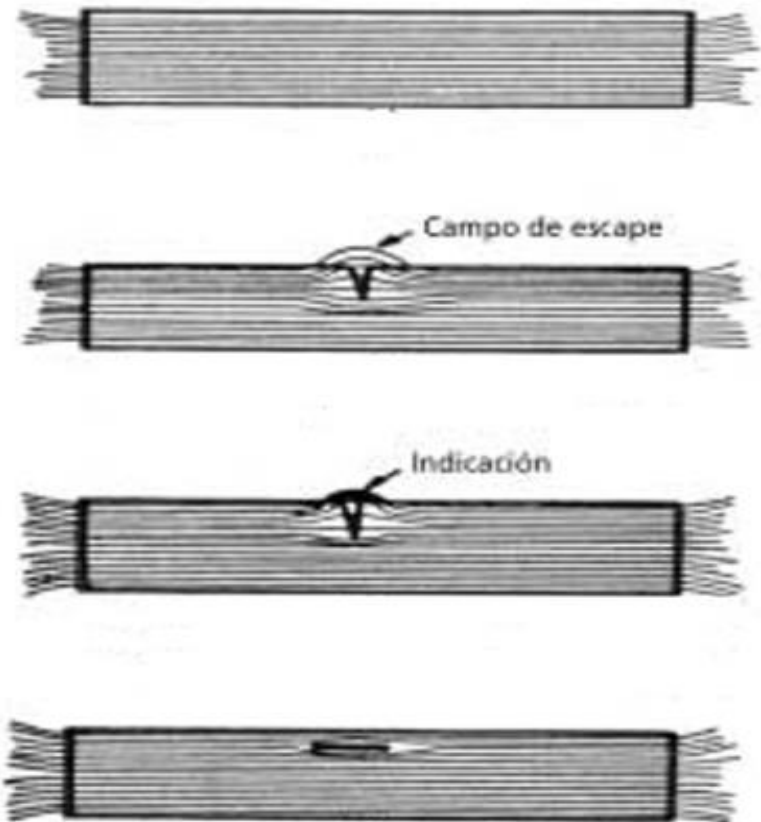
- Se aplicará a:

- Piezas de fundición, forjadas, roladas
- Cordones de soldadura
- Inspección de componentes en servicio
- Recipientes sujetos a presión



Inspección por Partículas Magnéticas

- Procedimiento a seguir:
 - Magnetizar la zona a inspeccionar
 - Aplicación de las partículas magnéticas
 - Observación
 - Registro de las indicaciones
 - Interpretación de los defectos



Inspección por Partículas Magnéticas

- Defectos Detectables:
 - Grietas de fabricación o por fatiga
 - Desgarres en caliente
 - Traslapes
 - Costuras, faltas de fusión
 - Laminaciones
- Ventajas:
 - Proceso más rápido y económico que LP
 - Equipo simple, no requiere mantenimiento extensivo
 - Indica longitud, localización, tamaño y forma de las discontinuidades
- Desventajas:
 - Sólo aplicable a materiales ferromagnéticos
 - No detecta discontinuidades de profundidad mayor a 1/4"
 - La aplicación de PM en campo implica mayor costo
 - La rugosidad superficial distorsiona las líneas de flujo

Inspección por Ultrasonido

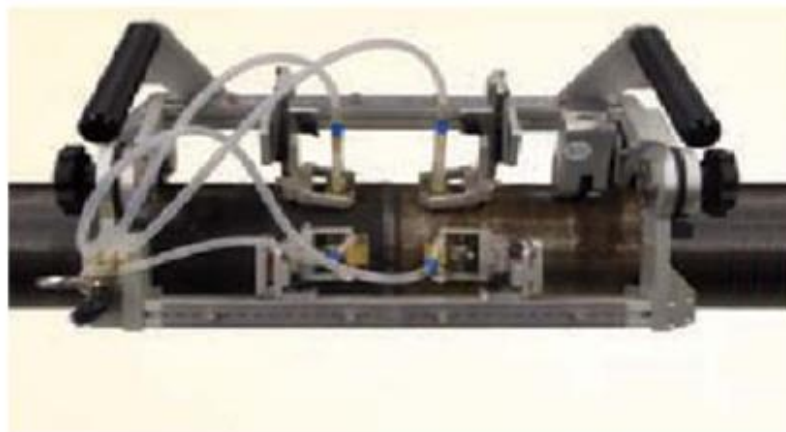
- Detecta discontinuidades INTERNAS en el material estudiado.
- Principio físico: utiliza la propagación del sonido, tanto en sólidos como en líquidos, para realizar un control de cualquier material susceptible de ser atravesado por aquéllos.
- Proceso:
 - Calibración inicial del equipo y preparación de la superficie a inspeccionar
 - Aplicación del acoplante y acople entre el palpador y la pieza
 - Interpretación inmediata de los defectos detectados
 - Anotación de los resultados
 - Elaboración del informe
- Equipos:
 - Equipo detector de fallas por ultrasonido.
 - Transductores o palpadores especiales para el tipo de material e discontinuidad a detectar.
 - Acoplante especial.

Inspección por Ultrasonido

- Ventajas
 - Gran sensibilidad fallas internas transversales en dirección del haz
 - Es portátil, puede automatizarse, registros permanentes en forma de gráficos
 - Los resultados se conocen inmediatamente
 - Alta capacidad de penetración
- Desventajas
 - Requiere acoplante en la superficie
 - Las partes soldadas en materiales de espesor delgado y complejos difícil de soldar
 - No se tiene buena definición para materiales que presenta grano grueso
 - Requiere personal altamente cualificado
- Aplicaciones: Regiones internas de metales, no metales y compuestos
- Defectos Detectables: Grietas, Laminaciones, Escorias, Faltas de Penetración y de Fusión.

Inspección por Ultrasonidos

- TOFD (Time of Flight Diffraction)
- Se trata de una alternativa al estudio de soldaduras por rayos X y gamma.
- Utiliza un emisor que lanzará una onda ultrasónica y un receptor que recibirá las posibles ondas de refracción que se emiten al encontrar una discontinuidad.

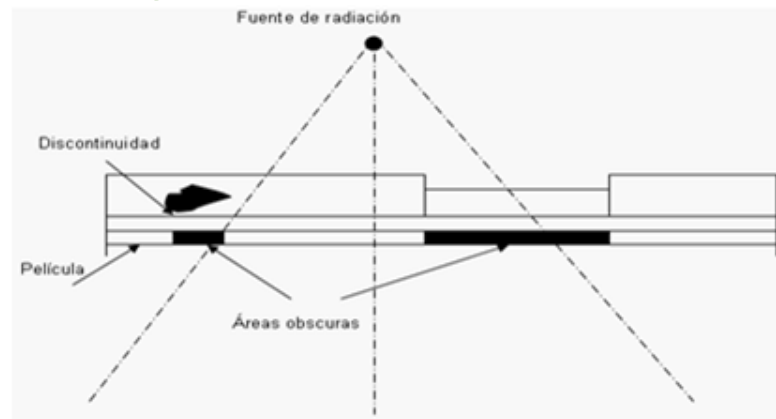


Inspección por Radiografía

- Se detectan defectos superficiales e internos del material
- La imagen se obtiene al incidir rayos X y γ sobre una placa después de atravesar la unión soldada
 - Rayos X: Suministro externo de energía eléctrica (su utilización es más frecuente en taller)
 - Rayos γ : Mayor autonomía, siendo idónea para su empleo en obra.

- Equipo

- Equipo de proyector de radiación
- Equipos para la medición de la radiación
- Película radiográfica
- Elementos para la marcación
- Elementos químicos para el proceso de revelado y fijado de la película radiográfica
- Equipos para la visualización e interpretación de resultados



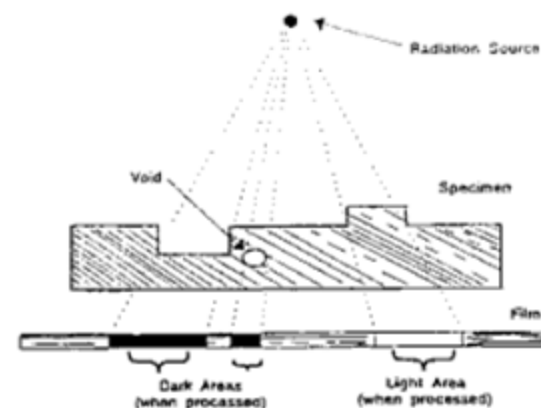
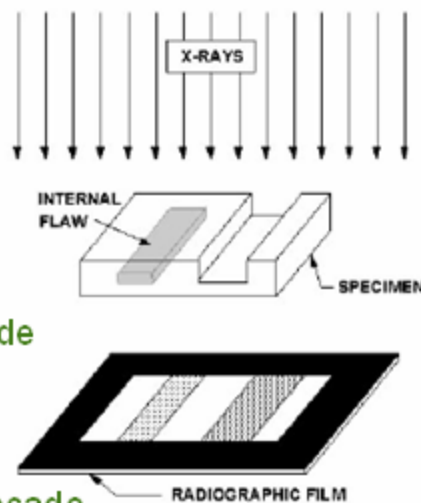
Inspección por Radiografía

- Ventajas
 - Registros permanentes con rayos X, se puede ajustar a varios niveles de energía.
 - Con rayos gamma se obtienen altas energías de radiación.
- Desventajas
 - La sensibilidad decrece con el espesor de la parte a travésar.
 - Las fallas transversales son difíciles de detectar.
 - Peligro de radiación y alto costo por su licencia.
 - Requiere de personal entrenado para su manejo e interpretación
- Aplicaciones
 - Tuberías
 - Soldaduras
 - Fundiciones
 - Materiales No metálicos

Inspección por Radiografía

- Proceso

- Determinación y marcación de la zona a inspeccionar.
- Montaje de la película radiográfica
- Ubicación y exposición del emisor de radiación.
- Procesamiento de la película radiográfica: Revelado, lavado y secado.
- Interpretación de los resultados y elaboración del informe correspondiente.



- Defectos detectables

- Defectos internos
- Escorias
- Grietas
- Falta de fusión y de penetración
- Exceso de penetración

Ensayos No Destructivos

END	Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
Inspección Visual	- Sin límites	- Puede ser automatizado	- Sólo para tratamiento superficial
Radiografía	- Soldadura - Fundiciones	- Gran campo de aplicación	- Requiere grandes medidas de seguridad
Partículas Magnéticas	- Soldadura - Fundiciones - Forja	- Coste moderado - Sensible a defectos superficiales	- Sólo para materiales ferromagnéticos
Corrientes Inducidas	- Piezas de Automoción - Caracterización de Materiales	- Capacidad de automatización	- Sólo para materiales conductores eléctricos
Líquidos Penetrantes	- Soldaduras - Cerámicas - Plásticos	- Fácil de utilizar - Bajo coste - Sensible a defectos pequeños	- Defectos superficiales - No útil en materiales poroso
Ultrasonidos	- Soldadura - Fundiciones - Recubrimientos	- Materiales de bajo espesor. - Puede ser automatizado	- Requiere un medio acoplante - Superficie lisa

Homologación de Soldadores

Pruebas de cualificación:

- Pretenden determinar la habilidad de los soldadores u operadores de máquinas automáticas de soldadura, para realizar soldaduras aceptables.
- Las pruebas se realizan de acuerdo con un procedimiento de soldadura cualificado PQR.
- Se calificará a cada soldador para cada proceso de soldadura que él vaya a realizar en producción.
- Normas de referencia:
 - ASME IX: Desarrollo y Calificación de Procedimientos y Soldadores.
 - UNE-EN-287: Cualificación de soldadores
- Periodo de Validez
 - La cualificación tendrá validez para 2 años.
 - La validez será extendida en periodos de 2 años si las soldaduras realizadas en su trabajo ordinario cumple con la calidad requerida.
- Registros
 - Si los resultados son satisfactorios, Control de Calidad formalizará el WPQ (Certificado de Homologación del Soldador).
 - Los resultados se archivarán y junto al Certificado constituirán el Expediente del Soldador.

Homologación de Soldadores

- El nivel de habilidades requeridas para pasar las pruebas de calificación, varía con los procesos, las posiciones y el metal base. Un individuo es calificado solamente en los procesos, materiales y espesores en los cuales pasó la prueba, excepto que posiciones más difíciles califican a las de menor dificultad, espesores menores y calidad de material base.
- **Repetición de prueba a Soldadores (QW-321):** si un soldador y operario falla alguna de la pruebas requeridas, se **puede someter** nuevamente a prueba bajo las siguientes condiciones:
 - Inmediatamente con ensayos mecánicos QW-321.1: deberá realizar pruebas en dos cupones consecutivos, para cada posición que falló, ambos deben pasar todas la pruebas.
 - Inmediatamente con radiografía QW-321.2: Dos planchas de 6" o dos tubos para un total de 12", incluye la circunferencia completa.
 - Entrenamiento adicional (QW 321.3): Una prueba en cada posición que falló.

Homologación de Soldadores

Tipos de Ensayos Requeridos (QW-181.2, QW-302):

- **Mecánicos:** Doblez (soldadura a penetración)
Fractura (soldadura de filetes)
- **Macroataque:** Para soldadura de filete.
- **Radiografía:** Procesos SMAW, SAW, GTAW (TIG), PAW y GMAW (MIG) en cualquier modo de transferencia diferente a corto circuito (short circuiting).

Posiciones de Prueba (QW-120, QW-130)

- **Soldaduras de Penetración:** Las pruebas de soldadura a penetración pueden ser realizadas en cualquiera de las posiciones indicadas en QW-461.3 o QW-461.4 permitiéndose durante la soldadura, una desviación angular de $\pm 15^\circ$ en el plano horizontal y vertical y una desviación angular de $\pm 5^\circ$ del plano inclinado especificado.
- **Soldaduras de Filete:** Las pruebas de soldaduras de filete pueden ser realizadas en cualquiera de las posiciones indicadas en QW-461.5 o QW-461.6, permitiéndose durante la soldadura, una desviación angular de $\pm 15^\circ$ en el plano horizontal y vertical.

Homologación de Soldadores

Cantidad de ensayos requeridos

Mecánicos

- **A penetración:** Plancha (QW-452.1 y QW452.2): Dos (02) Doble
Tubo (QW-302.3): Posición 1G ó 2G: Dos (02) Doble
Posición 5G ó 6G: Cuatro (04) Doble
- **De Filete (QW-181.2):** Una (01) fractura (doble) de 4" para plana y una sección de 1/4 de la circunferencia, para tubería.

Macroataque (QW-18.2): Un (01) ensayo

Radiografía (QW-302.2): Plancha: 6" de longitud mínima (test coupon) y en producción para operarios se requieren 3' (pies).

Tubo: 6" de longitud mínima, circunferencia completa (test coupon) y en producción para operarios se requieren 3' (pies).

Inspección Visual(QW-302.4): Para cupón de plancha, se deben examinar toda la superficie soldada, excepto el área descartada, antes de ser doblada, según QW-194. Los cupones de tubo serán examinados en la circunferencia completa, tanto interior como exteriormente según QW-194.

- **CALIFICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA Según el código ASME sección IX**

- **QW-200 GENERAL**

- **E98 QW-200.1** Cada fabricante y contratista deberá preparar las Especificaciones del Procedimiento de Soldadura escritas las cuales son definidas como sigue.
- *Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS).* Un WPS es un procedimiento de soldadura calificado escrito el cual es preparado para suministrar la dirección para efectuar las soldaduras de producción de acuerdo con los requisitos del Código. El WPS u otros documentos pueden ser usados para suministrar la dirección al soldador u operador de soldadura para asegurar el cumplimiento con los requisitos del Código.
- *Contenido del WPS.* El WPS completo deberá describir todas las variables esenciales, no esenciales, y cuando se requiera, las variables esenciales suplementarias para cada proceso de soldadura usado en el WPS. Estas variables son listadas en QW-250 hasta QW-280 y están definidas en el Artículo IV, Datos para la Soldadura.
- El WPS deberá referir el(los) Registro(s) de Calificación del Procedimiento (PQR) descrito en QW-200.2 que lo soporte. El fabricante o contratista puede incluir cualquier otra información en el WPS que pueda ser útil en la elaboración de una unión soldada Código.
- *Cambios al WPS.* Los cambios pueden ser hechos en las variables no esenciales de un WPS para ajustarse a los requisitos de la producción sin la recalificación siempre y cuando tales cambios sean documentados con respecto a las variables esenciales, no esenciales, y cuando se requiera, las variables esenciales suplementarias para cada proceso. Esto puede ser hecho mediante enmendaduras del WPS o usando un nuevo WPS

- *Formato del WPS.* La información requerida ha ser incluida en el WPS puede estar en cualquier formato, escrito o tabular, para ajustarse a las necesidades de cada fabricante o contratista, siempre que cada una de las variables esenciales, no esenciales, y cuando se requiera, las variables esenciales suplementarias indicadas en QW-250 hasta QW-280 sea incluida o referida.
- La Forma QW-482 (vea Apéndice No Obligatorio B) ha sido suministrada como una guía para el WPS. Esta forma incluye los datos requeridos para los procesos SMAW, SAW, GMAW, y GTAW. Esta es solamente una guía y no lista todos los datos para los otros procesos. Esta también lista algunas variables que no son aplicables a todos los procesos (p.ej. lista el gas de protección el cual no es requerido para SAW). La guía no se presta fácilmente para especificaciones de procedimiento con múltiples procesos (p.ej. la raíz con GTAW, el relleno con SMAW).
- *Disponibilidad del WPS.* Un WPS usado para la soldadura de producción Código deberá estar disponible como referencia para el Inspector Autorizado (IA) en el sitio de fabricación.
- **QW-200.2** Cada fabricante o contratista esta obligado a preparar un registro de la calificación del procedimiento el cual se define como sigue.
- *Registro de la Calificación del Procedimiento (PQR).* Un PQR es un registro de los datos de la soldadura usados para soldar un cupón de prueba. El PQR es un registro de las variables registradas durante la soldadura de los cupones de prueba. Este también contiene los resultados de las pruebas de los especímenes probados. Las variables registradas normalmente caen dentro de un pequeño rango de las variables actuales que serán usadas en la soldadura de producción

FORM QW-482 SUGGESTED FORMAT FOR WELDING PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)
 (See QW-200.1, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)



Organization Name _____ By _____
 Welding Procedure Specification No. _____ Date _____ Supporting PQR No.(s) _____
 Revision No. _____ Date _____

Welding Process(es) _____ Type(s) _____
(Automatic, Manual, Machine, or Semi-Automatic)

JOINTS (QW-402) Details

Joint Design _____
 Root Spacing _____
 Backing: Yes _____ No _____
 Backing Material (Type) _____
(Refer to both backing and retainers)

Metal Nonfusing Metal
 Nonmetallic Other

Sketches, Production Drawings, Weld Symbols, or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the details of weld groove may be specified.

Sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers, and bead sequence (e.g., for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc.)

***BASE METALS (QW-403)**

P-No. _____ Group No. _____ to P-No. _____ Group No. _____
 OR
 Specification and type/grade or UNS Number _____
 to Specification and type/grade or UNS Number _____
 OR
 Chem. Analysis and Mech. Prop. _____
 to Chem. Analysis and Mech. Prop. _____

Thickness Range:
 Base Metal: Groove _____ Fillet _____
 Maximum Pass Thickness $\leq 1/2$ in. (13 mm) (Yes) _____ (No) _____
 Other _____

*FILLER METALS (QW-404)	1	2
Spec. No. (SFA) _____		
AWS No. (Class) _____		
F-No. _____		
A-No. _____		
Size of Filler Metals _____		
Filler Metal Product Form _____		
Supplemental Filler Metal _____		
Weld Metal		
Deposited Thickness:		
Groove _____		
Fillet _____		
Electrode-Flux (Class) _____		
Flux Type _____		
Flux Trade Name _____		
Consumable Insert _____		
Other _____		

*Each base metal-filler metal combination should be specified individually.



ESPECIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA
WPS
ASME IX

D10212-1F
WPS No:001
FECHA: 01/09/12
PAG. No. 1 DE 2
O/S No 001
O/T No. 001

Vigente a Partir de: 01.Dic.10

PROYECTO: ESPECIFICACION PROCEDIMIENTO SOLDADURA ASME IX
 PROCESO DE SOLDADURA: SMAW
 SOPORTE PQR No: 001
 REVISION No: 01
 COMPAÑIA: INSPEQ INGENIERIA LTDA
 TIPO: MANUAL
 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012

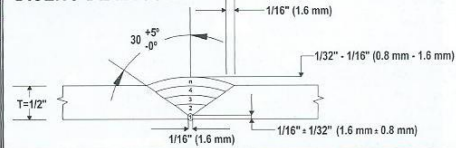
JUNTA (QW-402)

DISEÑO DE JUNTA: BISEL EN "V" ESTÁNDAR
 SEPARACION DE RAIZ/1/16" (1.6 mm)
 MATERIAL DE RESPALDO: SI: NO: _____
 MATERIAL DE RESPALDO:

METAL NO FUSIONABLE
 NO METAL OTROS

CUAL: MATERIAL DE APORTE CUANDO APLIQUE

DISEÑO DE LA JUNTA



METAL BASE (WQ-403)

P No: 1 GRUPO No: 1 PARA P No: 1 GRUPO No: 1
 TIPO DE ESPECIFICACION: ASTM A 36, A53, A105, A106, A234, A 283, A285, A442, A515, A516, A573 GRADO: TODOS
 PARA TIPO DE ESPECIFICACION: ASTM A 36, A53, A105, A106, A234, A 283, A285, A442, A515, A516, A573 GRADO: TODOS
 ANALISIS QUIMICO Y PROPIEDADES MECANICAS: ACERO AL CARBONO
 PARA ANALISIS QUIMICO Y PROPIEDADES MECANICAS: ACERO AL CARBONO
 RANGO DE ESPESORES, METAL BASE: A TOPE: 3/16" A 1" EN FILETE: TODOS
 ESPESOR MAXIMO DE PASADA: 1/2 in.(13 mm) (SI): (NO): _____
 OTROS: _____

METAL DE APORTE (QW-404)

PASE No:	1	2	3-n	OBSERVACIONES
ESPECIFICACION SFA No:	5.1/5.5	5.5	5.5	
CLASE AWS No:	E6010/E7010	E7018	E7018	
GRUPO F-No:	3	4	4	
GRUPO A-No:	1	1	1	
DIAMETRO METAL DE APORTE:	1/8" O 5/32"	1/8" O 5/32"	1/8" O 5/32"	
FORMA DEL PRODUCTO DEL METAL DE APORTE:	VARILLA	VARILLA	VARILLA	
METAL DE APORTE SUPLEMENTARIO:	N.A	N.A	N.A	
METAL DE SOLDADURA: A TOPE:	2t	2t	2t	
RANGO DE ESPESORES: EN FILETE:	TODOS	TODOS	TODOS	
ELECTRODO-FUNDENTE (CLASE):	N.A	N.A	N.A	
TIPO DE FUNDENTE:	N.A	N.A	N.A	
NOMBRE COMERCIAL DEL FUNDENTE:	N.A	N.A	N.A	
INSERTO CONSUMIBLE:	N.A	N.A	N.A	

OTROS: _____

POSICION (QW-405)

POSICION (ES) A TOPE: TODAS
 PROGRESION SOLDADURA:
 ASCENDENTE: ASCENDENTE:
 POSICION (ES) EN FILETE: TODAS
 OTRO: _____

PRECALENTAMIENTO (WQ-406)

PRECALENTAMIENTO: TEMP. MINIMA: 50° C SI LA T AMBIENTE ES < 5° C
 ENTRE PASADAS: TEMP. MAXIMA: N.R
 MANTENIMIENTO: N.A
 OTRO: N.A

POSCALENTAMIENTO (WQ-407)

RANGO DE TEMPERATURA: N.A
 TIEMPO DE MANTENIMIENTO: N.A
 OTROS: N.A

GAS (QW-408)

GAS (ES)	MEZCLA	CAUDAL
GAS DE PROTECCION:	N.A	N.A
GAS DE PURGA:	N.A	N.A
METODO DE VENTEO:	N.A	N.A
OTRO: N.A		

CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)

PASADA	PROCESO	METAL DE APORTE		CORRIENTE		VEL. ALIMEN. ALAMBRE	VOLTAJE (RANGO)	VEL. RECORRIDO (cm/min)	OBSERVACIONES
		CLASE	DIAM.	POLARID.	AMPER. (RANGO)				
1	SMAW	E6010, E7010	1/8" O 5/32"	CD, PD	70-160	N.A	20-32	20-30	DESCENDENTE
2	SMAW	E7018-A1	1/8" O 5/32"	CD, PI	100-200	N.A	20-36	10-20	ASCENDENTE
3	SMAW	E7018-A1	1/8" O 5/32"	CD, PI	100-200	N.A	20-36	10-20	ASCENDENTE
4n	SMAW	E7018-A1	1/8" O 5/32"	CD, PI	100-200	N.A	20-36	10-20	ASCENDENTE

PULSO DE CORRIENTE: N.A

ENTRADA DE CALOR (max):

TAMAÑO ELECTRODO TUNGSTENO Y TIPO: N.A FORMA DE TRANSFERENCIA (GMAW, FCAW): N.A

OTROS: LA ELECCION YA SEA DEL E6010 O E7010 ESTA DADA POR LA RESISTENCIA MINIMA A LA TRACCION DEL MATERIAL BASE A SER SOLDADO

TECNICA OPERATORIA (QW-410)

PASADA RECTA U OSCILANTE: PRIMER PASE RECTO, LOS SIGUIENTES OSCILANTES
 TAMAÑO DE LA BOQUILLA: N.A
 LIMPIEZA INICIAL Y ENTRE PASADAS: DISCO ABRASIVO EN PRIMER Y SEGUNDO PASE, LOS DEMAS CON GRATA ELECTRICA
 METODO DE DESCARBONADO: DISCO ABRASIVO Y/O ARCAIR CUANDO APLIQUE
 OSCILACION MAXIMA: 2 1/2 VECES MAXIMO EL DIAMETRO DEL ELECTRODO DISTANCIA ENTRE BOQUILLA Y PIEZA: N.A
 PASADA SIMPLE O MULTIPLE (POR CADA LADO): MULTIPLE ELECTRODO SIMPLE O MULTIPLE: SIMPLE DISTANCIA DEL ELECTRODO R
 MARTILLO: SUAVE CON MARTILLO DE BRONCE CUANDO SE APLIQUE. OTROS:
 N.A: NO APLICABLE N.R: NO REQUERIDO

ING. INSPECTOR.
 NOMBRE:
 FIRMA: _____ CLIENTE _____ GESTORIA _____



MODELOS DE WPS

AWS D1.1/D1.1M.2002

ANNEX E

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes
 PREQUALIFIED QUALIFIED BY TESTING
 or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes

Company Name LECO
 Welding Process(es) SAW
 Supporting PQR No.(s) Prequalified

JOINT DESIGN USED

Type: Butt
 Single Double Weld
 Backing: Yes No
 Backing Material: ASTM A 36
 Root Opening 5/8" Root Face Dimension -
 Groove Angle: 20° Radius (J-U) -
 Back Gouging: Yes No Method -

BASE METALS

Material Spec. ASTM A 36
 Type or Grade -
 Thickness: Groove 1" Fillet -
 Diameter (Pipe) -

FILLER METALS

AWS Specification A5.17
 AWS Classification EM12K

SHIELDING

Flux 860 Gas -
 Composition -
 Electrode-Flux (Class) F7A2-EM12K Flow Rate -
 Gas Cup Size -

PREHEAT

Preheat Temp., Min 150°F
 Interpass Temp., Min 150°F Max 350°F

Identification # W2081
 Revision 2 Date 1-3-89 By R. Jones
 Authorized by C. W. Hayes Date 1-3-89
 Type—Manual Semi-Automatic
 Machine Automatic

POSITION

Position of Groove: 1G Fillet: -
 Vertical Progression: Up Down

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode (GMAW) Short-Circuiting
 Globular Spray
 Other -
 Current: AC DCEP DCEN Pulsed

Tungsten Electrode (GTAW)

Size: -
 Type: -

TECHNIQUE

Stringer or Weave Bead: Stringer
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multipass
 Number of Electrodes 1
 Electrode Spacing Longitudinal -
 Lateral -
 Angle -

Contact Tube to Work Distance 1-1/4"
 Peening None
 Interpass Cleaning: Slag Removed

POSTWELD HEAT TREATMENT

Temp. N.A.
 Time -

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes
 PREQUALIFIED - QUALIFIED BY TESTING
 or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes

Company Name RED Inc.
 Welding Process(es) PCAW
 Supporting PQR No.(s) -

JOINT DESIGN USED

Type: Butt
 Single Double Weld
 Backing: Yes No
 Backing Material: ASTM A 131A
 Root Opening 1/4" Root Face Dimension -
 Groove Angle: 52-1/2° Radius (J-U) -
 Back Gouging: Yes No Method -

BASE METALS

Material Spec. ASTM A 131
 Type or Grade A
 Thickness: Groove 1" Fillet -
 Diameter (Pipe) -

FILLER METALS

AWS Specification A5.20
 AWS Classification E71T-1

SHIELDING

Flux - Gas CO₂
 Composition 100% CO₂
 Electrode-Flux (Class) - Flow Rate 45CFH
 Gas Cup Size #4

PREHEAT

Preheat Temp., Min 75° (Ambient)
 Interpass Temp., Min 75° Max 350°F

Identification # PQR 231
 Revision 1 Date 12-1-87 By M. Lye
 Authorized by J. Jones Date 1-18-88
 Type—Manual Semi-Automatic
 Machine Automatic

POSITION

Position of Groove: O.H. Fillet: -
 Vertical Progression: Up Down

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode (GMAW) Short-Circuiting
 Globular Spray
 Other -
 Current: AC DCEP DCEN Pulsed

Tungsten Electrode (GTAW)

Size: -
 Type: -

TECHNIQUE

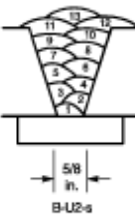
Stringer or Weave Bead: Stringer
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multipass
 Number of Electrodes 1
 Electrode Spacing Longitudinal -
 Lateral -
 Angle -

Contact Tube to Work Distance 3/4-1"
 Peening None
 Interpass Cleaning: Wire Brush


POSTWELD HEAT TREATMENT

Temp. N.A.
 Time -

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps or Wire Feed Speed			
1-n	SAW	EM12K	5/32"	DC+	45 ipm 550 Amps ±10%	28 V ±7%	16 ipm ±15%	

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	(Amps) or Wire Feed Speed			
1	PCAW	E71T-1	.045"	DC+	180	26	8	
2-8	"	"	"	"	200	27	10	
9-11	"	"	"	"	200	27	11	
12-15	"	"	"	"	200	27	9	
16	"	"	"	"	200	27	11	

Procedimientos de soldadura

- **Contenido del PQR.** El PQR completo deberá documentar todas las variables esenciales, y cuando se requiera, las variables esenciales suplementarias de QW-250 hasta QW-280 para cada proceso de soldadura usado durante la soldadura del cupón de prueba. Las variables no esenciales u otras variables usadas durante la soldadura del cupón de prueba pueden ser registradas a la opción del fabricante o contratista. Todas las variables, si se registran, deberán ser las variables actuales (incluyendo rangos) usadas durante la soldadura del cupón de prueba. Si las variables no son monitoreadas durante la soldadura, ellas no deberán ser registradas. No es el intento que el rango total o el valor extremo de un rango dado de las variables ha ser usadas en la producción sea usado durante la calificación a no ser que sea requerido debido a una variable esencial o cuando se requiera esencial suplementaria específica.
- El PQR deberá ser certificado como verdadero por el fabricante o contratista. El fabricante o contratista no podrá subcontratar la función de certificación. Esta certificación es intentada para ser la verificación por parte del fabricante o contratista que la información en el PQR es un registro verdadero de las variables que fueron usadas durante la soldadura del cupón de prueba y que los resultados de las pruebas de tensión, doblez, o macro (como se requiera) están cumpliendo con la Sección IX.
- Cuando mas de un proceso de soldadura o metal de aporte es usado para soldar el cupón de prueba, el espesor aproximado del deposito de metal soldado de cada proceso de soldadura y metal de aporte deberá ser registrado.
- **Formato del PQR.** La forma QW-483 (vea el Apéndice No Obligatorio B) ha sido suministrada como una guía para el PQR. La información requerida que debe estar en el PQR puede estar en cualquier formato que se ajuste a las necesidades de cada fabricante o contratista, siempre y cuando cada variable esencial, y cuando sea requerido cada variable esencial suplementaria, requerida en QW-250 hasta QW-280, sea incluida. También los tipos de pruebas, el numero de pruebas, y los resultados de las pruebas deberán estar listados en el PQR.
- **La forma QW-483** no se presta fácilmente para cubrir las combinaciones de procesos de soldadura o mas de un Numero F de metal de aporte en un cupón de prueba. Adicionalmente los esquemas y la información pueden ser anexados o referidos para registrar las variables requeridas.
- **Disponibilidad del PQR.** Los PQR's usados para soportar los WPS's deberán estar disponibles, cuando los solicite el Inspector Autorizado (IA) para su revisión. El PQR no necesita estar disponible a los soldadores u operadores de soldadura.
- **Múltiples WPS's Con Un PQR / Múltiples PQR's Con Un WPS.** Varios WPS's pueden ser generados a partir de los datos de un PQR sencillo (p.ej. un PQR en lamina 1G puede soportar los WPS's para las posiciones F, V, H, y O en lamina o tubería dentro de todas las otras variables esenciales). Un WPS sencillo puede cubrir varios cambios en las variables esenciales siempre y cuando un PQR que lo soporte exista para cada variable esencial y cuando se requiera cada variable esencial suplementaria (p.ej. un WPS sencillo puede cubrir un rango de espesores desde 1/16 pulg. (1.6 mm) hasta 1-1/4 pulg. (32 mm) si los PQR's existen para ambos rangos de espesores desde 1/16 pulg. (1.6 mm) hasta 3/16 pulg. (4.8 mm) y desde 3/16 pulg. (4.8 mm) hasta 1-1/4 pulg. (32 mm)).

LIMITACIONES DE ESPESORES DE PLANCHA Y TUBO PARA CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS

Table 2.3
Thickness Limitations of Plate and Pipe for Groove Welds for Procedure Qualification
(see Table 2.5 for Sheet Metal Groove Weld Requirements)

Test Weldment ^{a,b,c,d,f,g} Thickness (T) (in.)	Base Metal Thickness Qualified ^{d,e} (in.)		Deposit Weld Metal Thickness Qualified (t) ^d (in.)
	Minimum	Maximum	Maximum
1/8 to 3/8	1/16	2T	2t
Over 3/8, but less than 3/4	3/16	2T	2t
3/4 to less than 1-1/2	3/16	2T	2t when t < 3/4 2T when t ≥ 3/4
1-1/2 to less than 6	3/16	8	2t when t < 3/4 8 when t ≥ 3/4
6 and over	1	1.33T	2t when t < 3/4 8 when 3/4 ≤ t < 6 1.33t when t ≥ 6

Notes:

- a. Provided that the weld penetration can be measured. EBW and LBW qualified thickness range shall be 1.2T for test weldments 1 in. and under in thickness and 1.1T for weldments over 1 in. thick. If weld penetration cannot be measured the qualified thickness ranges are 1.1T and 1.05T respectively.
- b. When the groove is filled using a combination of welding processes:
 - The test weldment thickness "T" is applicable for the base metal and shall be determined from the Base Metal Thickness Qualified column.
 - The thickness "t" of the weld metal for each welding process shall be determined from the Deposited Weld Metal thickness column.
 - Each welding process qualified in this combination manner may be used separately only within the same qualification variables and the thickness limits.
- c. For OFW, the maximum base metal thickness qualified is the thickness of the test weldment, and the maximum weld metal thickness qualified is the thickness of the weld metal deposited in the test weldment.
- d. For GMAW short-circuit transfer, the maximum base metal thickness qualified is 1.1 times the test weldment thickness, and the maximum weld metal thickness qualified is 1.1 times the weld-metal thickness deposited in the test weldment.
- e. For fracture toughness applications less than 5/8 in. thick, the base metal thickness of the test weldment is the minimum base metal thickness qualified.
- f. If any single pass in the test weldment is greater in thickness than 1/2 in., the qualified base metal thickness is 1.1 times the test weldment thickness.
- g. If a test weldment receives a postweld heat treatment exceeding the lower transformation temperature, the maximum base metal thickness qualified is 1.1 times the base metal thickness of the test weldment, and the maximum weld metal thickness qualified is 1.1 times the weld metal of the test weldment.

T = The thickness of the Test Weldment Base Metal

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement

PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA

- QUE ES UNA ESPECIFICACION?
- QUE ES UN ESTANDAR?
- QUE ES UN PROCEDIMIENTO?
- QUE ES UN PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA?
- QUE ES UN REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO?
- QUE SON VARIABLE ESENCIALES Y NO ESENCIALES?

DEFINICIONES

■ **ESPECIFICACION**

- Documento elaborado por la Empresa para un proceso específico. Es la herramienta utilizada por Ingeniería, Gerencia y Compradores para los documentos contractuales, típicamente un especificación contendrá la siguiente información:
 - Documentos de referencia
 - Materiales
 - Equipos
 - Calificación del Personal
 - Control de Proceso
 - Requerimientos de procedimientos escritos

DEFINICIONES

- **ESTANDAR (NORMA)**
- Un Estándar o Norma es un documento de referencia que controla y estandariza practicas generalmente aceptadas.
- Define:
 - Criterios para los equipos
 - Materiales
 - Calificación del personal
 - requerimientos de ensayos
 - Calificación del Personal
 - Requerimientos de procedimientos escritos

DEFINICIONES

■ Numero “A”:

- Designación utilizada para clasificar soldadura de metales ferrosos para calificación de procedimientos basada en su composición química.

■ Numero “F”:

- Designación utilizada para agrupar metales de aporte para calificación de Desempeño y Procedimientos de Soldadura.

■ Numero “M” o “P”:

- Designación utilizada para agrupar metales base para calificación de procedimientos y desempeño.

DEFINICIONES

■ CODIGO:

- Constituyen un soporte legal y están organizados sistemáticamente para una fácil referencia en concordancia con los procesos, procedimientos, materiales y personal involucrado y se considera siempre obligatorio.

■ Ejem.-

- ANSI/AWS D1.1 Código de Soldadura Estructural - Acero

DEFINICIONES

■ ESPECIFICACION PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA “WPS”:

- Es un documento que relación las variables a considerar en la realización de una soldadura específica, determina la ejecución de las pruebas de calificación tanto de proceso y procedimiento como del soldador.
- Involucra todas las Variables Esenciales y Variables complementarias (ajustadas a requisitos particulares)

DEFINICIONES

■ PROCEDIMIENTO

- Se refiere a todas las condiciones presentes en la realización de una soldadura.
- Se debe efectuar en un equipo previamente calibrado y calificado.
- Se deben utilizar los materiales recomendados en las especificaciones, contrato etc y se debe poseer el certificado de ensayo del material.
- Se deben efectuar las soldaduras en las condiciones referenciadas en el código, las cuales se deben corresponder a las que se efectuarán en el proyecto.
- Se deben efectuar las pruebas destructivas y no destructivas exigidas en el código de referencia, plano u otro documento

DEFINICIONES

■ REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO

- Este documento es anexo al WPS y en el van detallados todos los pasos que conllevan a la calificación de un proceso, proceso u soldador.
- Cada WPS puede tener uno o varios PQR

DEFINICIONES

■ VARIABLE ESENCIAL (ASME IX)

- Son aquellas en las cuales un cambio, como se describe en las variables específicas, se considera que afecte las propiedades mecánicas de la soldadura y deberá requerir recalificación del WPS.

■ VARIABLE ESENCIAL SUPLEMENTARIA (ASME IX)

- Son requeridas para metales para los cuales otras secciones especifican ensayo de tenacidad y son suplementarias a las variables esenciales para cada procesos de soldadura.

■ VARIABLE NO ESENCIAL (ASME IX)

- Son aquellas en las cuales un cambio, como se describe en las variables específicas, podrá ser hecho en el WPS sin requerir recalificación

MODELOS DE WPS

AWS D1.1/D1.1M:2002

ANNEX E

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes
 PREQUALIFIED QUALIFIED BY TESTING
 or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes

Company Name LECO
 Welding Process(es) SAW
 Supporting PQR No.(s) Prequalified

JOINT DESIGN USED

Type: Butt
 Single Double Weld
 Backing: Yes No
 Backing Material: ASTM A 36
 Root Opening 5/8" Root Face Dimension -
 Groove Angle: 20° Radius (J-U) -
 Back Gouging: Yes No Method -

BASE METALS

Material Spec. ASTM A 36
 Type or Grade -
 Thickness: Groove 1" Fillet -
 Diameter (Pipe) -

FILLER METALS

AWS Specification A5.17
 AWS Classification EM12K

SHIELDING

Flux 860 Gas -
 Composition -
 Electrode-Flux (Class) - Flow Rate -
F7A2-EM12K Gas Cup Size -

PREHEAT

Preheat Temp., Min 150°F
 Interpass Temp., Min 150°F Max 350°F

Identification # W2081
 Revision 2 Date 1-3-89 By R. Jones
 Authorized by C. W. Hayes Date 1-3-89
 Type—Manual Semi-Automatic
 Machine Automatic

POSITION

Position of Groove: 1G Fillet: -
 Vertical Progression: Up Down

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode (GMAW) Short-Circuiting
 Globular Spray
 Current: AC DCEP DCEN Pulsed
 Other -

Tungsten Electrode (GTAW)

Size: -
 Type: -

TECHNIQUE

Stringer or Weave Bead: Stringer
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multipass
 Number of Electrodes 1
 Electrode Spacing Longitudinal -
 Lateral -
 Angle -

Contact Tube to Work Distance 1-1/4"
 Peening None
 Interpass Cleaning: Slag Removed

POSTWELD HEAT TREATMENT

Temp. N.A.
 Time -

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes
 PREQUALIFIED - QUALIFIED BY TESTING
 or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes

Company Name RED Inc.
 Welding Process(es) PCAW
 Supporting PQR No.(s) -

JOINT DESIGN USED

Type: Butt
 Single Double Weld
 Backing: Yes No
 Backing Material: ASTM A 131A
 Root Opening 1/4" Root Face Dimension -
 Groove Angle: 52-1/2° Radius (J-U) -
 Back Gouging: Yes No Method -

BASE METALS

Material Spec. ASTM A 131
 Type or Grade A Size: -
 Thickness: Groove 1" Fillet -
 Diameter (Pipe) -

FILLER METALS

AWS Specification A5.20
 AWS Classification E71T-1

SHIELDING

Flux - Gas CO₂
 Composition 100% CO₂
 Electrode-Flux (Class) - Flow Rate 45CFH
 Gas Cup Size #4

PREHEAT

Preheat Temp., Min 75° (Ambient)
 Interpass Temp., Min 75° Max 350°F

Identification # PQR 231
 Revision 1 Date 12-1-87 By M. Lye
 Authorized by J. Jones Date 1-18-88
 Type—Manual Semi-Automatic
 Machine Automatic

POSITION

Position of Groove: O.H. Fillet: -
 Vertical Progression: Up Down

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode (GMAW) Short-Circuiting
 Globular Spray
 Other -
 Current: AC DCEP DCEN Pulsed

Tungsten Electrode (GTAW)

Size: -
 Type: -

TECHNIQUE

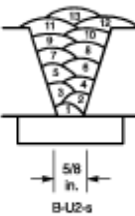
Stringer or Weave Bead: Stringer
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multipass
 Number of Electrodes 1
 Electrode Spacing Longitudinal -
 Lateral -
 Angle -

Contact Tube to Work Distance 3/4-1"
 Peening None
 Interpass Cleaning: Wire Brush


POSTWELD HEAT TREATMENT

Temp. N.A.
 Time -

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps or Wire Feed Speed			
1-n	SAW	EM12K	5/32"	DC+	45 ipm 550 Amps ±10%	28 V ±7%	16 ipm ±15%	

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	(Amps) or Wire Feed Speed			
1	PCAW	E71T-1	.045"	DC+	180	26	8	
2-8	"	"	"	"	200	27	10	
9-11	"	"	"	"	200	27	11	
12-15	"	"	"	"	200	27	9	
16	"	"	"	"	200	27	11	

MODELO DE PQR

MODELO DE PQR

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes
 PREQUALIFIED QUALIFIED BY TESTING
 or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes

Procedure Qualification Record (PQR) # 231
 Test Results

Company Name RED Inc.
 Welding Process(es) FCAW
 Supporting PQR No.(s) PQR 231

Identification # PQR 231
 Revision 1 Date 12-1-87 By W. Lye
 Authorized by J. Jones Date 1-18-88
 Type—Manual Semi-Automatic
 Machine Automatic

JOINT DESIGN USED
 Type: Butt
 Single Double Weld
 Backing: Yes No
 Backing Material: ASTM A 131A
 Root Opening 1/4" Root Face Dimension —
 Groove Angle: 52-1/2° Radius (J-U) —
 Back Gouging: Yes No Method —

POSITION
 Position of Groove: O.H. Fillet: —
 Vertical Progression: Up Down

BASE METALS
 Material Spec. ASTM A 131
 Type or Grade A
 Thickness: Groove 3/4-1 1/2" Fillet —
 Diameter (Pipe) —

ELECTRICAL CHARACTERISTICS
 Transfer Mode (GMAW) Short-Circuiting
 Globular Spray
 Other
 Current: AC DCEP DCEN Pulsed
 Tungsten Electrode (GTAW)
 Size: —
 Type: —

FILLER METALS
 AWS Specification A5.20
 AWS Classification E71T-1

TECHNIQUE
 Stringer or Weave Bead: Stringer
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multipass
 Number of Electrodes 1
 Electrode Spacing
 Longitudinal —
 Lateral —
 Angle —

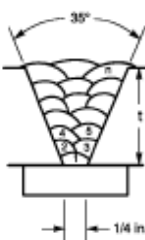
SHIELDING
 Flux — Gas CO₂
 Composition 100% CO₂
 Electro-Flux (Class) — Flow Rate 45-55CFH
 Gas Cup Size #4

Contact Tube to Work Distance 1/2-1"
 Peening None
 Interpass Clearing: Wire Brush

PREHEAT
 Preheat Temp., Min 60°
 Interpass Temp., Min 60° Max 350°F

POSTWELD HEAT TREATMENT
 Temp. N.A.
 Time N.A.

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	(Amps) or Wire Feed Speed			
A11	FCAW	E71T-1	.045"	DC+	180-220A	25-26V	8-12 ipm	

Form E-1 (Front)

TENSILE TEST

Specimen No.	Width	Thickness	Area	Ultimate Tensile Load, lb	Ultimate Unit Stress, psi	Character of Failure and Location
231-1	.75"	1.00"	.75"	52 500	70 000	Ductile
231-3	.75"	1.00"	.75"	52 275	69 700	Ductile

GUIDED BEND TEST

Specimen No.	Type of Bend	Result	Remarks
231-2	Side	Pass	
231-4	Side	Pass	Small (< 1/16") opening acceptable
231-6	Side	Pass	
231-5	Side	Pass	

VISUAL INSPECTION

Appearance acceptable
 Undercut acceptable
 Piping porosity none
 Convexity none
 Test date 12-3-2002
 Witnessed by D. Davis

Radiographic-ultrasonic examination
 RT report no.: D231 Result passed
 UT report no.: — Result —

FILLET WELD TEST RESULTS

Minimum size multiple pass Maximum size single pass
 Macroetch Macroetch
 1. 3 1. 3
 2. — 2. —

Other Tests

All-weld-metal tension test
 Tensile strength, psi 83,100
 Yield point/strength, psi 72,600
 Elongation in 2 in., % 28
 Laboratory test no. PW 231

Welder's name W. T. Williams Clock no. 261 Stamp no. —

Tests conducted by RED Inc. & ABC Testing Laboratory —

Test number PQR 231

Per D. Miller

We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in conformance with the requirements of Section 4 of AWS D1.1/D1.1M, 2002 () Structural Welding Code—Steel (year)

Signed RED Inc.
 Manufacturer or Contractor

By R. M. Boncrack

Title Q.C. Mgr.

Date 12-15-2002

Form E-1 (Back)

VARIABLES SMAW

QW-253
WELDING VARIABLES PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)
Shielded Metal-Arc Welding (SMAW)

Paragraph		Brief of Variables	Essential	Supplementary Essential	Nonessential
QW-402 Joints	.1	⌀ Groove design			X
	.4	— Backing			X
	.10	⌀ Root spacing			X
	.11	▲ Resainers			X
QW-403 Base Metals	.5	⌀ Group Number		X	
	.6	∫ Limits impact		X	
	.7	∫ Limits > 6 in. (152mm)	X		
	.8	⌀ ∫ Qualified	X		
	.9	± Pass > 1/2 in. (12.7mm)	X		
	.11	⌀ P-No. qualified	X		
.13	⌀ P-No. welds	X			
QW-404 Filler Metals	.4	⌀ F-Number	X		
	.5	⌀ A-Number	X		
	.6	⌀ Diameter			X
	.7	⌀ Diameter > 1/8 in. (3.2mm)		X	
	.12	⌀ Classification		X	
	.13	⌀ ±	X		
.13	⌀ Classification			X	
QW-405 Positions	.1	+ Position			X
	.2	⌀ Position		X	
	.3	⌀ T-J Vertical welding			X
QW-406 Preheat	.1	Decrease > 100°F (30°C)	X		
	.2	⌀ Preheat maint.			X
	.3	Increase > 100°F (30°C) (110)		X	
QW-407 PWHT	.1	⌀ PWHT	X		
	.2	⌀ PWHT (T & T range)		X	
	.4	∫ Limits	X		
QW-408 Electrical Characteristics	.1	> Heat input		X	
	.4	⌀ Current or polarity		X	X
	.8	⌀ T & E range			X
QW-409 Technique	.1	⌀ Stringbeads			X
	.2	⌀ Method cleaning			X
	.4	⌀ Method back gouge			X
	.5	⌀ Multiple to single pass/side		X	X
	.10	⌀ Manual or automatic			X
	.14	▲ Peening			X

Legend:

+ Addition
- Deletion

> Increase/greater than
< Decrease/less than

↑ Uphill
↓ Downhill

← Forehand
→ Backhand

⌀ Change

VARIABLES GMAW Y FCAW

QW-255 WELDING VARIABLES PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS) Gas Metal-Arc Welding (GMAW and FCAW)

Paragraph		Brief of Variables	Essential	Supplementary Essential	Necessary
QW-402 Joints	.1	⊖ Groove design			X
	.4	- Backing			X
	.10	⊖ Root spacing			X
	.11	⊖ Retainers			X
QW-403 Base Metals	.5	⊖ Group Number		X	
	.6	F Limits		X	
	.7	F ₂ Limits > 1/8 in. (3.0 mm)	X		
	.8	⊖ F qualified	X		
	.9	F Pass > 1/8 in. (3.0 mm)	X		
	.10	F limits (S, dir. and)	X		
	.11	⊖ P-No. qualified	X		
.12	⊖ P-No. s/a/100	X			
QW-404 Filler Metals	.4	⊖ F-Number	X		
	.5	⊖ A-Number	X		
	.6	⊖ Diameter			X
	.12	⊖ Classification		X	
	.23	⊖ Filler metal product form	X		
	.24	⊖ Supplemental	X		
	.27	⊖ Alloy elements	X		
	.30	⊖ F	X		
	.32	F Limits (S, dir. and)	X		
.33	⊖ Classification			X	
QW-405 Positions	.1	+ Position			X
	.2	⊖ Position		X	
	.3	⊖ T ₁ Vertical welding			X
QW-406 Preheat	.1	Decrease > 100°F (55°C)	X		
	.2	⊖ Preheat maint.			X
	.3	Increase > 100°F (55°C) (EP)		X	
QW-407 PWHT	.1	⊖ PWHT	X		
	.2	⊖ PWHT (T & T range)		X	
	.4	F Limits	X		

VARIABLES GMAW Y FCAW (CONT)

QW-255
WELDING VARIABLES PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)
Gas Metal-Arc Welding (GMAW and FCAW) (Cont'd)

Paragraph		Brief of Variables	Essential	Supplementary Essential	Nonessential
QW-402 Gas	.1	▲ Trail or ϕ comp.			X
	.2	ϕ Single, mixture, or %	X		
	.3	ϕ Flow rate			X
	.5	▲ or ϕ Backing flow			X
	.9	– Backing or ϕ comp.	X		
	.10	ϕ Shielding or trailing	X		
QW-403 Electrical Characteristics	.1	> Heat input		X	
	.2	ϕ Transfer mode	X		
	.4	ϕ Current or polarity		X	X
	.8	ϕ I & E range			X
QW-410 Technique	.1	ϕ String/arc			X
	.3	ϕ Orifice, cup, or nozzle size			X
	.5	ϕ Method cleaning			X
	.6	ϕ Method back gouge			X
	.7	ϕ Oscillation			X
	.8	ϕ Tube-work distance			X
	.9	ϕ Multiple to single pass/side		X	X
	.10	ϕ Single to multiple electrodes		X	X
	.15	ϕ Electrode spacing			X
	.25	ϕ Manual or automatic			X
	.26	▲ Peening			X

Legend:

+ Addition
- Deletion

> Increase/greater than
< Decrease/less than

↑ Uphill
↓ Downhill

← Forehand
→ Backhand

ϕ Change

VARIABLES GTAW

QW-256
WELDING VARIABLES PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)
Gas Tungsten-Arc Welding (GTAW)

Paragraph	Brief of Variables	Essential	Supplementary Essential	Nonessential
QW-402 Joints	.1	Ⓜ Groove design		X
	.5	+ Backing		X
	.10	Ⓜ Root spacing		X
	.11	Ⓜ Rooters		X
QW-403 Base Metals	.5	Ⓜ Group Number	X	
	.6	F Limits	X	
	.7	F ₁ Limits > 1/8 in. (2.00 mm)	X	
	.8	Ⓜ F Qualified	X	
	.11	Ⓜ P-No. qualified	X	
	.12	Ⓜ P-No. S/W's	X	
QW-404 Filler Metals	.3	Ⓜ Size		X
	.4	Ⓜ F-Number	X	
	.5	Ⓜ A-Number	X	
	.12	Ⓜ Classification		X
	.14	Ⓜ Filler	X	
	.22	Ⓜ Gasum. inert		X
	.23	Ⓜ Filler metal product form	X	
	.28	Ⓜ E	X	
	.33	Ⓜ Classification		X
.50	Ⓜ Flux		X	
QW-405 Positions	.1	+ Position		X
	.2	Ⓜ Position	X	
	.3	Ⓜ T ₁ Vertical welding		X
QW-406 Preheat	.1	Decrease > 100°F (38°C)	X	
	.3	Increase > 200°F (93°C) (IP)		X
QW-407 PWHT	.1	Ⓜ PWHT	X	
	.2	Ⓜ PWHT CT & T range		X
	.4	F Limits	X	
QW-408 Gas	.1	Ⓜ Trail or Ⓜ comp.		X
	.2	Ⓜ Single, imboure, or %	X	
	.3	Ⓜ Flow rate		X
	.5	Ⓜ or Ⓜ Backing flow		X
	.9	- Backing or Ⓜ comp.	X	
	.10	Ⓜ Shielding or trailing	X	

VARIABLES GTAW (CONT)

QW-256
WELDING VARIABLES PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)
Gas Tungsten-Arc Welding (GTAW) (Cont'd)

Paragraph		Brief of Variables	Essential	Supplementary Essential	Nonessential
QW-409 Electrical Characteristics	1	> Heat input		X	
	3	• Pulsing I			X
	4	• Current or polarity		X	X
	6	• I & E range			X
	12	• Tungsten electrode			X
QW-410 Technique	1	• Stringhacks			X
	3	• Orifice, cup, or nozzle size			X
	5	• Method cleaning			X
	6	• Method back gouge			X
	7	• Oscillation			X
	9	• Multi vs single pass/side		X	X
	10	• Single vs multi electrodes		X	X
	11	• Closed vs out chamber	X		
	15	• Electrode spacing			X
	25	• Manual or automatic			X
	26	• Peening			X

Legend:

+ Addition
- Deletion

> Increase/greater than
< Decrease/less than

↑ Uphill
↓ Downhill

← Forehand
→ Backhand

• Change

LIMITES DE ESPESOR PARA CALIFICACION Y PROBETAS DE ENSAYO

QW-450 SPECIMENS

QW-451 Procedure Qualification Thickness Limits and Test Specimens

QW-451.1 GROOVE-WELD TENSION TESTS AND TRANSVERSE-BEND TESTS

Thickness T of Test Coupon, Welded, in. (mm)	Range of Thickness T of Base Metal, Qualified, in. (mm) [Notes (1) and (2)]		Maximum Thickness t of Deposited Weld Metal, Qualified, in. (mm) [Notes (1) and (2)]	Type and Number of Tests Required (Tension and Guided-Bend Tests) [Note (2)]			
	Min.	Max.		Tension, QW-150	Side Bend, QW-160	Face Bend, QW-160	Root Bend, QW-160
Less than $\frac{3}{16}$ (1.5)	T	$2T$	$2t$	2	...	2	2
$\frac{3}{16}$ to $\frac{3}{8}$ (1.5 to 10), incl.	$\frac{3}{16}$ (1.5)	$2T$	$2t$	2	Note (5)	2	2
Over $\frac{3}{8}$ (10), but less than $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{3}{16}$ (5)	$2T$	$2t$	2	Note (5)	2	2
$\frac{3}{4}$ (19) to less than $1\frac{1}{2}$ (38)	$\frac{3}{16}$ (5)	$2T$	$2t$ when $t < \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4
$\frac{3}{4}$ (19) to less than $1\frac{1}{2}$ (38)	$\frac{3}{16}$ (5)	$2T$	$2T$ when $t \geq \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4
$1\frac{1}{2}$ (38) and over	$\frac{3}{16}$ (5)	8 (200) [Note (5)]	$2t$ when $t < \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4
$\frac{3}{2}$ (38) and over	$\frac{3}{16}$ (5)	8 (200) [Note (5)]	8 (200) [Note (5)] when $t \geq \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4

NOTES:

- (1) The following variables further restrict the limits shown in this table when they are referenced in QW-250 for the process under consideration: QW-403.9, QW-403.10, QW-404.32, and QW-407.4. Also, QW-202.2, QW-202.3, and QW-202.4 provide exemptions that supersede the limits of this table.
- (2) For combination of welding procedures, see QW-200.4.
- (3) For the welding processes of QW-403.7 only; otherwise per Note (1) or $2T$, or $2t$, whichever is applicable.
- (4) See QW-151.1, QW-151.2, and QW-151.3 for details on multiple specimens when coupon thicknesses are over 1 in. (25 mm).
- (5) Four side-bend tests may be substituted for the required face- and root-bend tests, when thickness T is $\frac{3}{8}$ in. (10 mm) and over.

ENSAYO DE TRACCION Y DOBLADO LONGITUDINAL PARA SOLDADURA DE RANURA

QW-451.2

GROOVE-WELD TENSION TESTS AND LONGITUDINAL-BEND TESTS

Thickness T of Test Coupon Welded, in. (mm)	Range of Thickness T of Base Metal Qualified, in. (mm) [Notes (1) and (2)]		Thickness t of Deposited Weld Metal Qualified, in. (mm) [Notes (1) and (2)]	Type and Number of Tests Required (Tension and Guided-Bend Tests) [Note (2)]		
	Min.	Max.	Max.	Tension, QW-150	Face Bend, QW-160	Root Bend, QW-160
Less than $\frac{3}{16}$ (1.5)	T	$2T$	$2t$	2	2	2
$\frac{3}{16}$ to $\frac{3}{8}$ (1.5 to 10), incl.	$\frac{3}{16}$ (1.5)	$2T$	$2t$	2	2	2
Over $\frac{3}{8}$ (10)	$\frac{3}{16}$ (5)	$2T$	$2t$	2	2	2

NOTES:

(1) The following variables further restrict the limits shown in this table when they are referenced in QW-250 for the process under consideration: QW-403.9, QW-403.10, QW-404.32, and QW-407.4. Also, QW-202.2, QW-202.3, and QW-202.4 provide exemptions that supersede the limits of this table.

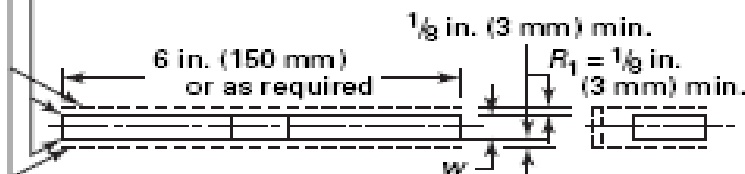
(2) For combination of welding procedures, see QW-200.4.

TIPO Y DIMENSIONES DE PROBETA PARA DOBLADO GUIADO

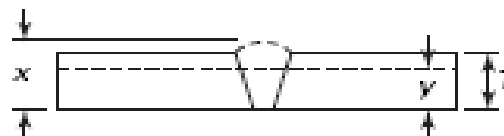
(1a) For procedure qualification of materials other than P-No. 1 in QW-422, if the surfaces of the side bend test specimens are gas cut, removal by machining or grinding of not less than $\frac{1}{8}$ in. (3 mm) from the surface shall be required.

(1b) Such removal is not required for P-No. 1 materials, but any resulting roughness shall be dressed by machining or grinding.

(2) For performance qualification of all materials in QW-422, if the surfaces of side bend tests are gas cut, any resulting roughness shall be dressed by machining or grinding.



T , in. (mm)	γ , in. (mm)	w , in. (mm)	
		P-No. 23, F-No. 23, or P-No. 35	All other metals
$\frac{3}{8}$ to $1\frac{1}{2}$ (10 to 38), incl.	T	$\frac{1}{8}$ (3)	$\frac{3}{8}$ (10)
$>1\frac{1}{2}$ (38)	Note (1)	$\frac{1}{8}$ (3)	$\frac{3}{8}$ (10)

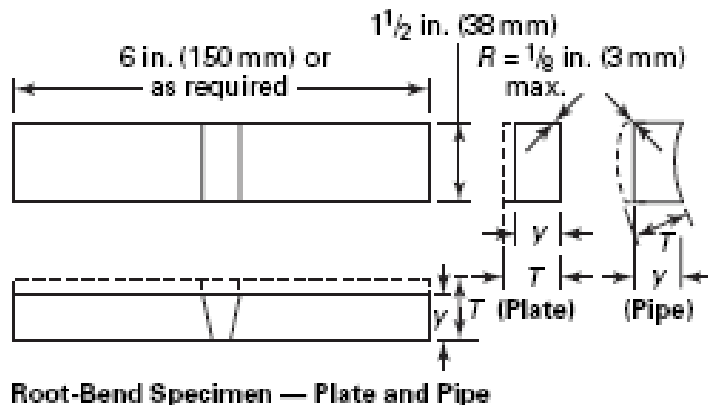
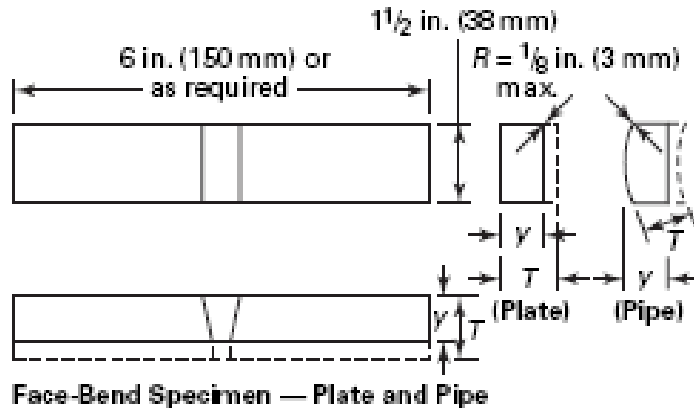


GENERAL NOTE: Weld reinforcement and backing strip or backing ring, if any, may be removed flush with the surface of the specimen. Thermal cutting, machining, or grinding may be employed. Cold straightening is permitted prior to removal of the reinforcement.

NOTE:

- (1) When specimen thickness T exceeds $1\frac{1}{2}$ in. (38 mm), use one of the following.
 - (a) Cut specimen into multiple test specimens γ of approximately equal dimensions [$\frac{3}{4}$ in. (19 mm) to $1\frac{1}{2}$ in. (38 mm)]. γ = tested specimen thickness when multiple specimens are taken from one coupon.
 - (b) The specimen may be bent at full width. See requirements on jig width in QW-466.1.

TIPO Y DIMENSIONES DE PROBETA PARA DOBLADO GUIADO



T , in. (mm)	y , in. (mm)	
	P-No. 23, F-No. 23, or P-No. 35	All Other Metals
$\frac{1}{32} < \frac{1}{8}$ (1.5 < 3)	T	T
$\frac{1}{8} - \frac{3}{8}$ (3-10)	$\frac{1}{8}$ (3)	T
$> \frac{3}{8}$ (10)	$\frac{1}{8}$ (3)	$\frac{3}{8}$ (10)

GENERAL NOTES:

- Weld reinforcement and backing strip or backing ring, if any, shall be removed flush with the surface of the specimen. If a recessed ring is used, this surface of the specimen may be machined to a depth not exceeding the depth of the recess to remove the ring, except that in such cases the thickness of the finished specimen shall be that specified above. Do not flame-cut nonferrous material.
- If the pipe being tested has a diameter of NPS 4 (DN 100) or less, the width of the bend specimen may be $\frac{3}{4}$ in. (19 mm) for pipe diameters NPS 2 (DN 50) to and including NPS 4 (DN 100). The bend specimen width may be $\frac{3}{8}$ in. (10 mm) for pipe diameters less than NPS 2 (DN 50) down to and including NPS $\frac{3}{8}$ (DN 10) and as an alternative, if the pipe being tested is equal to or less than NPS 1 (DN 25) pipe size, the width of the bend specimens may be that obtained by cutting the pipe into quarter sections, less an allowance for saw cuts or machine cutting. These specimens cut into quarter sections are not required to have one surface machined flat as shown in QW-402.3(a). Bend specimens taken from tubing of comparable sizes may be handled in a similar manner.

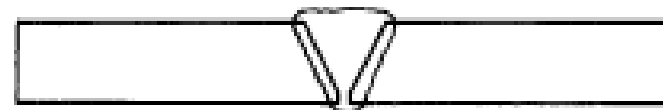
TOMA DE PROBETAS EN PLANCHA SEGÚN ASME IX

Discard		this piece
Reduced section		tensile specimen
Root bend		specimen
Face bend		specimen
Root bend		specimen
Face bend		specimen
Reduced section		tensile specimen
Discard		this piece



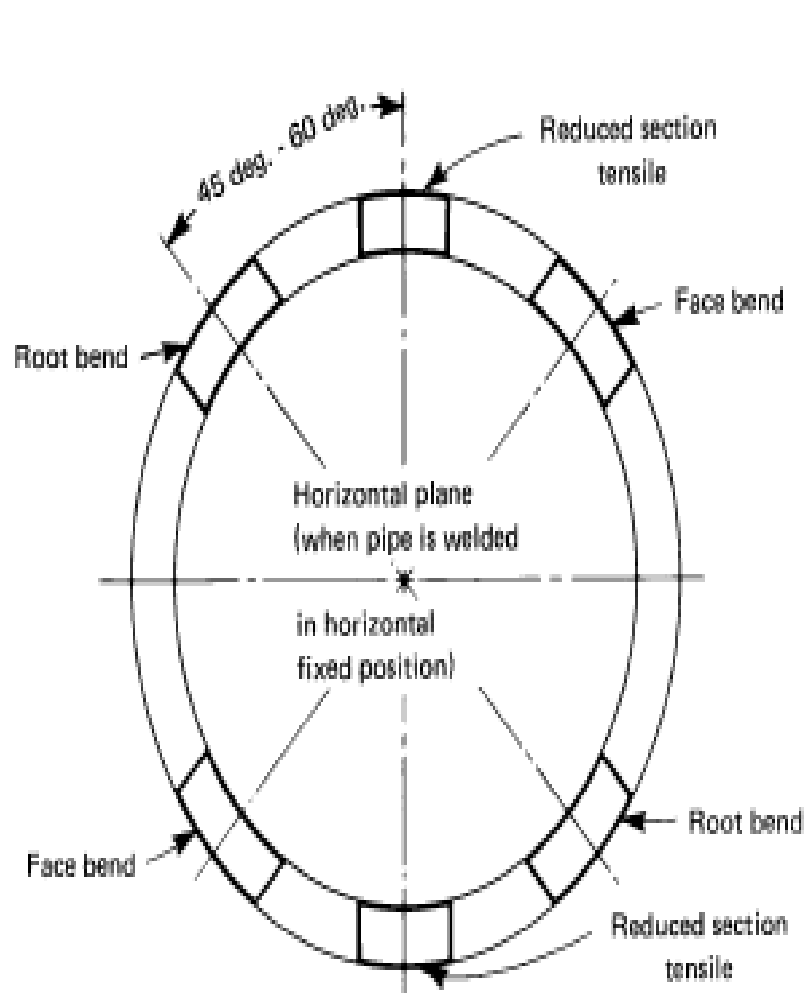
QW-463.1(a) PLATES — LESS THAN $\frac{3}{4}$ in. (19 mm) THICKNESS PROCEDURE QUALIFICATION

Discard		this piece
Side bend		specimen
Reduced section		tensile specimen
Side bend		specimen
Side bend		specimen
Reduced section		tensile specimen
Side bend		specimen
Discard		this piece

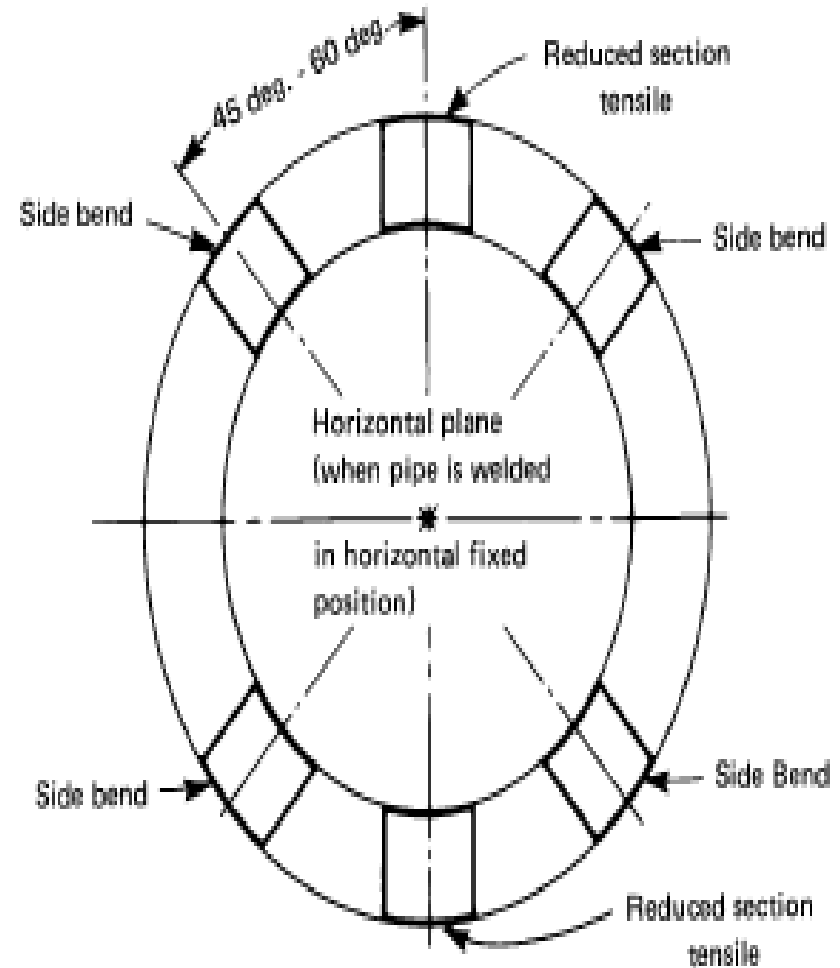


QW-463.1(b) PLATES — $\frac{3}{4}$ in. (19 mm) AND OVER THICKNESS AND ALTERNATE FROM $\frac{3}{8}$ in. (10 mm) BUT LESS THAN $\frac{3}{4}$ in. (19 mm) THICKNESS PROCEDURE QUALIFICATION

TOMA DE PROBETA PARA ENSAYOS EN TUBERIA SEGÚN ASME IX

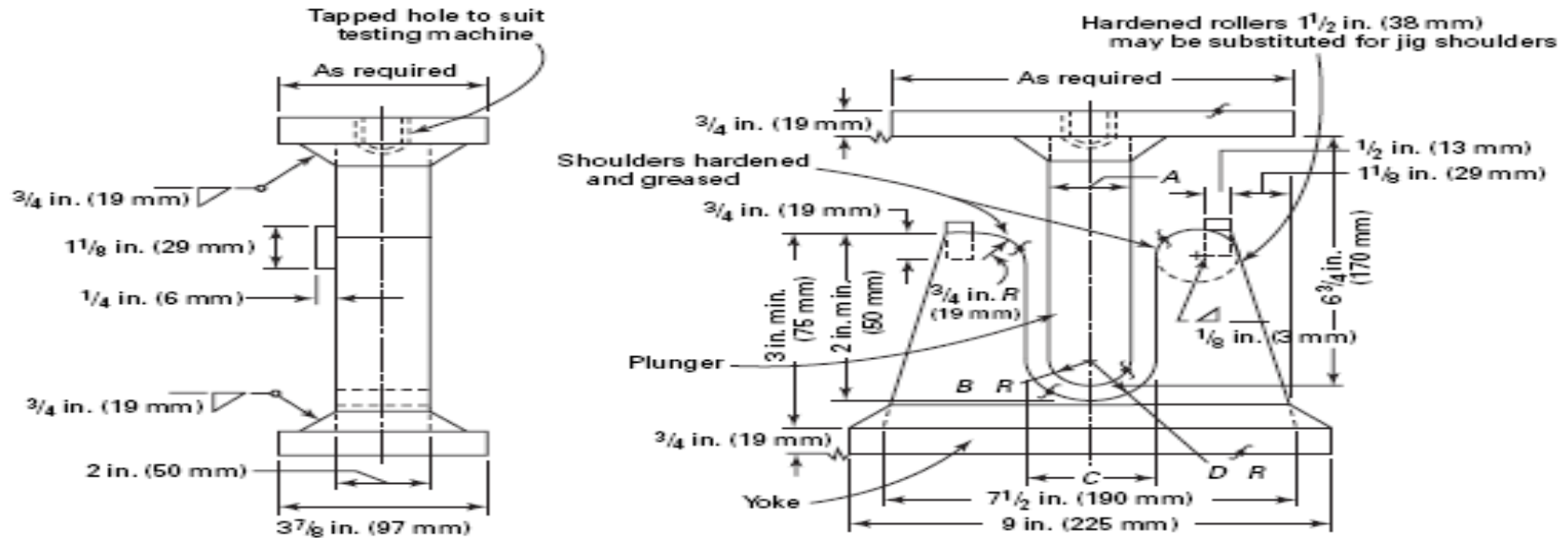


QW-463.1(d) PROCEDURE QUALIFICATION



QW-463.1(e) PROCEDURE QUALIFICATION

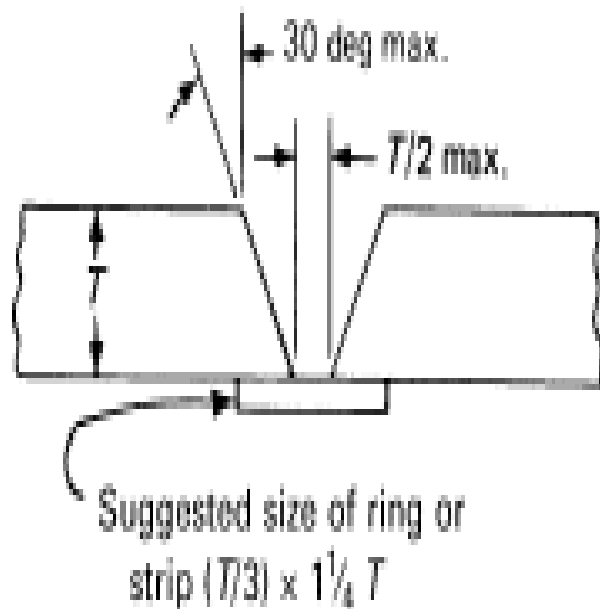
SISTEMA PARA ENSAYO DE DOBLADO GUIADO SEGÚN ASME IX



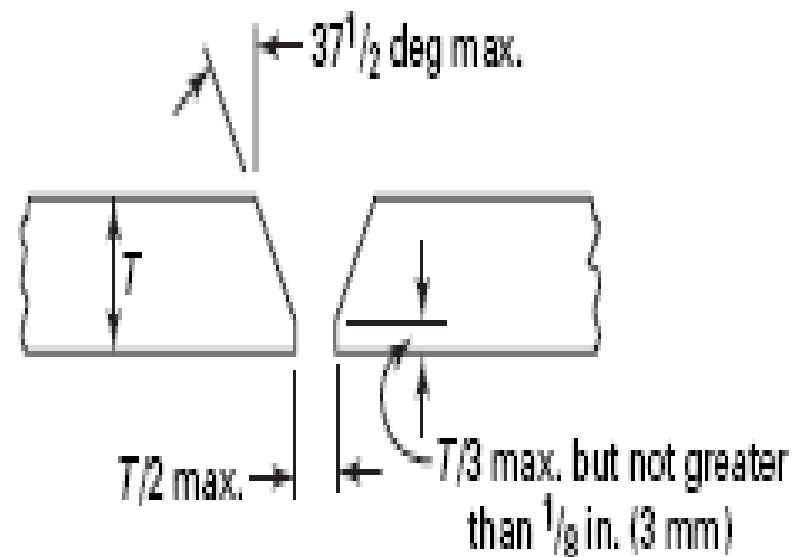
Customary Units

Material	Thickness of Specimen, in.	A, in.	B, in.	C, in.	D, in.
P-No. 23 to P-No. 21 through P-No. 25; P-No. 21 through P-No. 25 with F-No. 23; P-No. 35; any P-No. metal with F-No. 33, 36, or 37	$\frac{3}{8}$ $t = \frac{3}{8}$ or less	$2\frac{1}{16}$ $16\frac{1}{2}t$	$1\frac{3}{32}$ $8\frac{3}{4}t$	$2\frac{3}{8}$ $18\frac{1}{2}t + \frac{3}{16}$	$1\frac{3}{16}$ $9\frac{1}{4}t + \frac{3}{32}$
P-No. 11; P-No. 25 to P-No. 21 or P-No. 22 or P-No. 25	$\frac{3}{8}$ $t = \frac{3}{8}$ or less	$2\frac{1}{2}$ $6\frac{3}{8}t$	$1\frac{3}{4}$ $3\frac{3}{8}t$	$3\frac{3}{8}$ $8\frac{3}{8}t + \frac{3}{8}$	$1\frac{11}{16}$ $4\frac{1}{8}t + \frac{3}{16}$
P-No. 51; P-No. 49	$\frac{3}{8}$ $t = \frac{3}{8}$ or less	3 $8t$	$1\frac{3}{2}$ $4t$	$3\frac{7}{8}$ $10t + \frac{3}{8}$	$1\frac{15}{16}$ $5t + \frac{3}{16}$
P-No. 52, P-No. 53, P-No. 61, P-No. 62	$\frac{3}{8}$ $t = \frac{3}{8}$ or less	$3\frac{3}{4}$ $10t$	$1\frac{7}{8}$ $5t$	$4\frac{3}{8}$ $12t + \frac{3}{8}$	$2\frac{3}{16}$ $6t + \frac{3}{16}$
All others with greater than or equal to 20% elongation	$\frac{3}{8}$ $t = \frac{3}{8}$ or less	$1\frac{1}{2}$ $4t$	$\frac{3}{4}$ $2t$	$2\frac{3}{8}$ $6t + \frac{3}{8}$	$1\frac{3}{16}$ $3t + \frac{3}{16}$
All others with less than 20% elongation	$t =$ (see Note b)	$32\frac{7}{16}t$, max.	$16\frac{7}{16}t$, max.	$34\frac{7}{16}t + \frac{3}{16}$, max.	$17\frac{7}{16}t + \frac{3}{32}$, max.

ESPECIFICACION DE JUNTA PARA CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO



QW-469.1 BUTT JOINT



QW-469.2 ALTERNATIVE BUTT JOINT

LIMITACIONES DE POSICION PARA ENSAYOS DE DESEMPEÑO

**Table 3.5
Position Limitations for Performance Tests**

Tests	Groove		Fillet	Clad and Hardfacing
	Position (6)	Plate and Pipe Over 24 in. O.D. (3)	Pipe <24 in. O.D. (3)	Plate and Pipe (5)
Weld				
Plate Groove	1G	F	F	—
Sheet Groove	2G	F, H	F, H	—
	3G	F, V	F, H, V	—
	4G	F, O	F, H, O	—
	3G and 4G	F, V, O	All	—
	2G, 3G, and 4B	All	All	—
Plate Fillet	1F	—	F	—
Sheet Fillet	2F	—	F, H	—
	3F	—	F, H, V	—
	4F	—	F, H, O	—
	3F and 4F	—	All	—
Pipe Groove (1)(2)	1G	F	F	—
	2G	F, H	F, H	—
	5G	F, V, O	All	—
	6G	All	All	—
	2G and 5G	All	All	—
Pipe-Fillet	1F	—	F	—
	2F	—	F, H	—
	2FR	—	F, H	—
	4F	—	F, H, O	—
	5F	—	All	—
Clad or Hardfacing (4) (Pipe or Plate) (5)	1C	—	—	F
	2C	—	—	F, H
	3C	—	—	F, V
	4C	—	—	F, O
	3C and 4C	—	—	F, V, O
	2C, 3C, and 4C	—	—	All
	5C (pipe only)	—	—	F, V, O
	6C (pipe only)	—	—	All

- Notes:
- Welders qualified on tubular product forms may weld on both tubular, plate and sheet in accordance with any restrictions on diameter contained in other portions of this document.
 - See Table 3.6.
 - F = Flat, H = Horizontal, V = Vertical, O = Overhead
 - Positions for surfacing applications are defined as 1C = Flat, 2C = Horizontal, 3C = Vertical, 4C = Overhead, 5C = Circumferential pipe horizontal position, 6C = Circumferential pipe joint with pipe inclined 45°.
 - For surfacing applications, qualification on plate qualifies for plate only except that qualification on plate in the flat position also qualifies on pipe in the flat position. Qualification on pipe in any position shown above for cladding or hardfacing also qualifies for plate in the positions allowed in the table.
 - Refer to Annex B for welding test position definitions.

LIMITACIONES DE ESPESORES DE PLANCHA Y TUBO PARA CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS

Table 2.3
Thickness Limitations of Plate and Pipe for Groove Welds for Procedure Qualification
 (see Table 2.5 for Sheet Metal Groove Weld Requirements)

Test Weldment ^{a,b,c,d,f,g} Thickness (T) (in.)	Base Metal Thickness Qualified ^{d,e} (in.)		Deposit Weld Metal Thickness Qualified (t) ^d (in.)
	Minimum	Maximum	Maximum
1/8 to 3/8	1/16	2T	2t
Over 3/8, but less than 3/4	3/16	2T	2t
3/4 to less than 1-1/2	3/16	2T	2t when t < 3/4 2T when t ≥ 3/4
1-1/2 to less than 6	3/16	8	2t when t < 3/4 8 when t ≥ 3/4
6 and over	1	1.33T	2t when t < 3/4 8 when 3/4 ≤ t < 6 1.33t when t ≥ 6

Notes:

- a. Provided that the weld penetration can be measured. EBW and LBW qualified thickness range shall be 1.2T for test weldments 1 in. and under in thickness and 1.1T for weldments over 1 in. thick. If weld penetration cannot be measured the qualified thickness ranges are 1.1T and 1.05T respectively.
- b. When the groove is filled using a combination of welding processes:
 - The test weldment thickness "T" is applicable for the base metal and shall be determined from the Base Metal Thickness Qualified column.
 - The thickness "t" of the weld metal for each welding process shall be determined from the Deposited Weld Metal thickness column.
 - Each welding process qualified in this combination manner may be used separately only within the same qualification variables and the thickness limits.
- c. For OFW, the maximum base metal thickness qualified is the thickness of the test weldment, and the maximum weld metal thickness qualified is the thickness of the weld metal deposited in the test weldment.
- d. For GMAW short-circuit transfer, the maximum base metal thickness qualified is 1.1 times the test weldment thickness, and the maximum weld metal thickness qualified is 1.1 times the weld-metal thickness deposited in the test weldment.
- e. For fracture toughness applications less than 5/8 in. thick, the base metal thickness of the test weldment is the minimum base metal thickness qualified.
- f. If any single pass in the test weldment is greater in thickness than 1/2 in., the qualified base metal thickness is 1.1 times the test weldment thickness.
- g. If a test weldment receives a postweld heat treatment exceeding the lower transformation temperature, the maximum base metal thickness qualified is 1.1 times the base metal thickness of the test weldment, and the maximum weld metal thickness qualified is 1.1 times the weld metal of the test weldment.

T = The thickness of the Test Weldment Base Metal

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement

TIPOS Y PROPOSITO DE LOS ENSAYOS Y EXAMINACIONES (ASME IX)

- **QW – 141.1 Ensayo de Tracción:**
 - Se emplean para determinar la resistencia máxima de la junta soldada.
- **QW – 141.2 Ensayo de Doblado Guiado:**
 - Es utilizado para determinar el grado de consistencia y ductilidad de la junta soldada.
- **QW – 141.3 Ensayos a Filetes:**
 - Son empleados para determinar el tamaño, contorno y grado de consistencia de la soldadura de filete.
- **QW – 141.4 Ensayo de Impacto Charpy:**
 - Empleado para determinar la tenacidad a la fractura de la soldadura.

TIPOS Y PROPOSITO DE LOS ENSAYOS Y EXAMINACIONES (ASME IX)

- **QW – 142 Examinación Especial Para Soldadores y operadores.**
 - La examinación radiográfica podrá ser sustituida por ensayos mecánicos para la calificación de desempeño para demostrar la habilidad del soldador en producir soldaduras de calidad.
- **QW – 144 Inspección Visual.**
 - Es utilizada para determinar que la superficie final de la soldadura cumple con las condiciones de calidad especificadas

TIPOS Y PROPOSITO DE LOS ENSAYOS Y EXAMINACIONES (ASME IX)

- QW 152 Ensayo de tracción:
 - La probeta deberá ser rota bajo un esfuerzo de tracción uniaxial. EL esfuerzo máximo deberá ser calculado dividiendo la carga máxima por la sección transversal de la probeta calculada a partir de las dimensiones reales antes de aplicada la carga.

TIPOS Y PROPOSITO DE LOS ENSAYOS Y EXAMINACIONES (ASME IX)

- QW – 153 Criterio de aceptación:
 - La probeta deberá tener un esfuerzo máximo que no sea menor a:
 - El mínimo especificado para el metal base.
 - El mínimo especificado para el mas débil de los dos en caso de utilizar materiales disímiles.
 - Si la probeta rompe en el metal base fuera de la soldadura o en la interfase de esta con tal que el esfuerzo no esta mas del 5% por debajo del esfuerzo mínimo del MB.

TIPOS Y PROPOSITO DE LOS ENSAYOS Y EXAMINACIONES (ASME IX)

■ QW – 160 Doblado Guiado

– QW – 163 Criterio de Aceptación

- La soldadura y la zona afectada deberán estar completamente dentro de la porción doblada de la probeta.
- No deberán existir discontinuidades abiertas en la soldadura y ZAC que excedan de 1/8", medidos en cualquier dirección sobre la superficie convexa de la probeta luego del doblado.
- Las discontinuidades abiertas cerca de los bordes no deberán ser consideradas a menos que sean el resultado de flata de fusión, escoria u otra discontinuidad interna.

TIPOS Y PROPOSITO DE LOS ENSAYOS Y EXAMINACIONES (ASME IX)

- QW – 180 Ensayo de Filete
- QW – 183 Macroexaminación:
 - Una cara de sección transversal de las 5 probetas de ensayo según la figura QW 424.4 (a) o cuatro probetas según la figura QW 462.4 (d), deberá ser lijada y atacada con un ataque adecuado para obtener una clara definición del metal soldado y la zona afectada por calor.
 - La examinación visual de la cara preparada deberá mostrar fusión completa y libre de grietas.
 - No deberá haber mas de 1/8 de diferencia en la longitud de los “legs” del filete.

TIPOS Y PROPOSITO DE LOS ENSAYOS Y EXAMINACIONES (ASME IX)

■ QW-191.2 Criterio de Aceptación para Radiografía.

– QW 191.2.1 Terminología

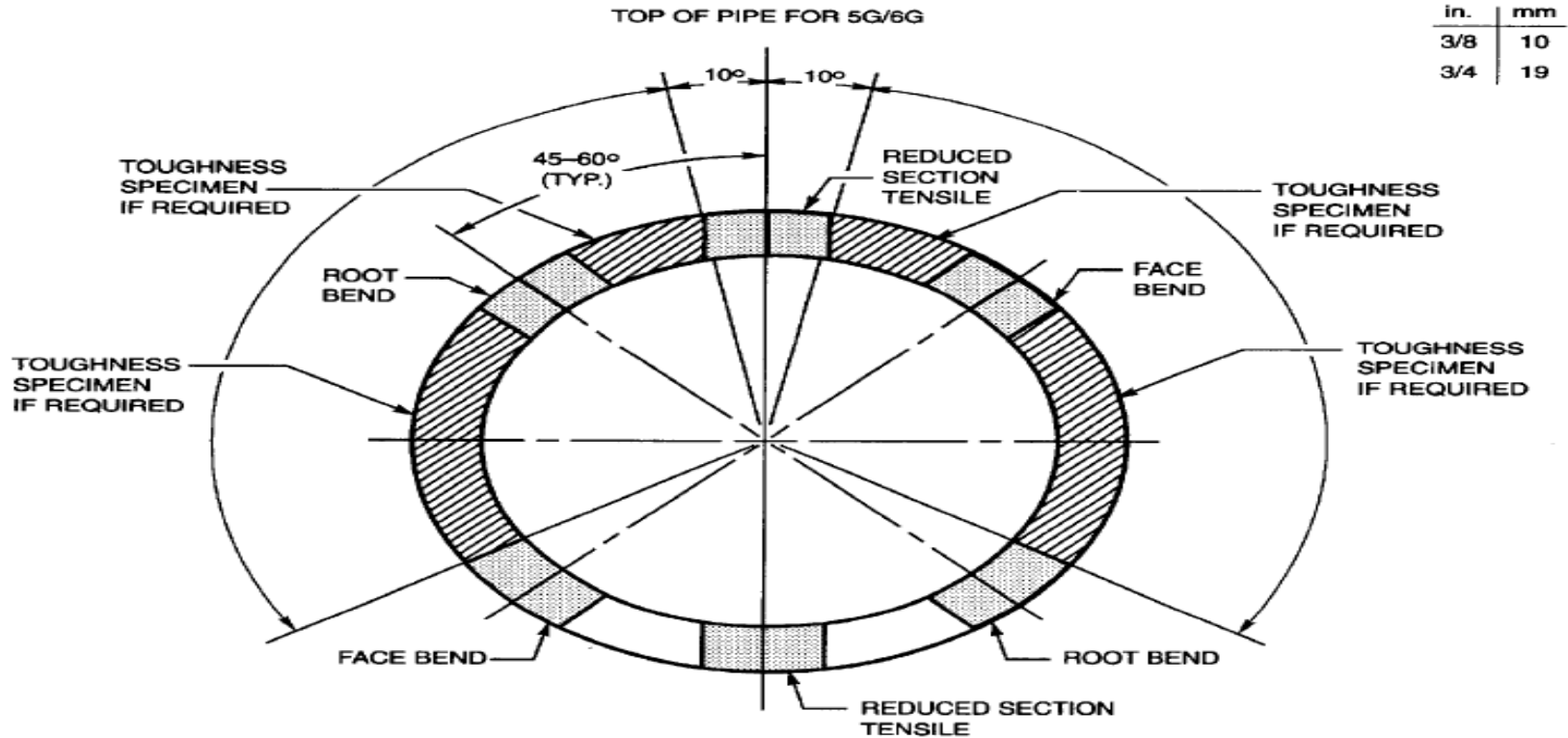
■ Indicaciones Lineales

- Grietas, fusión incompleta, penetración inadecuada, y la escoria son representadas sobre la radiografía como indicaciones lineales en las cuales su longitud es mas de tres veces su ancho.

■ Indicaciones redondeadas

- Porosidades e inclusiones como escoria o tungsteno son representadas en la radiografía como indicaciones redondas con una longitud de tres veces su ancho o menor. Estas indicaciones pueden ser circulares, elípticas o irregulares en forma puede tener colas o pueden variar en su densidad.

TOMA DE PROBETAS EN SECCION TUBULAR SEGÚN AWS B2.1



Notes:

1. Toughness specimens, when required shall be removed from the hatched sections.
2. Side bend specimens may be substituted for face and root bends for metal thickness from 3/8 to 3/4 in. inclusive. For metal thickness over 3/4 in., side bends shall be used.
3. Dimensions for the specimen blanks and details of bend tests are shown in Annex B.
4. Material thickness shall be determined from the requirements provided in Table 2.3.

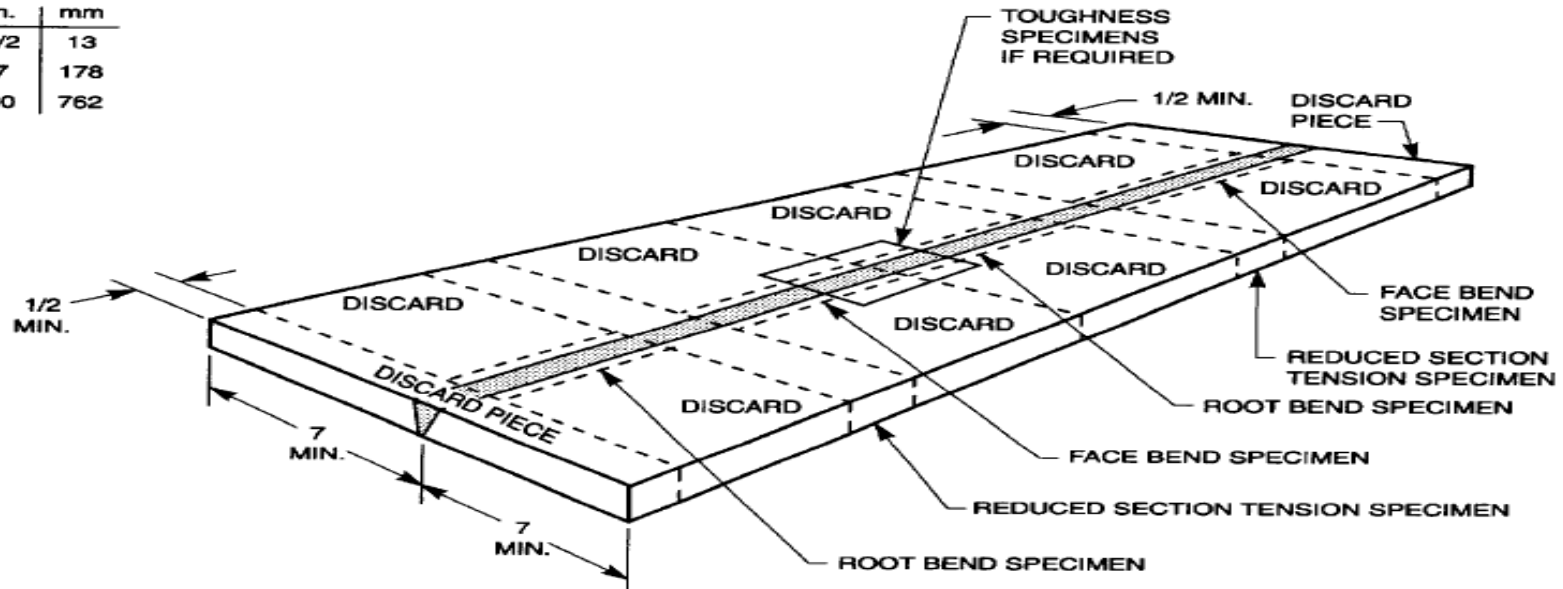
Figure 2.2—Location of Groove Weld Test Specimens—Pipe

TOMA DE PROBETA EN PLANCHA SEGÚN AWS B2.1 DOBLADO LONGITUDINAL

PROCEDURE QUALIFICATION

B2.1:1998

in.	mm
1/2	13
7	178
30	762



ALL DIMENSIONS IN INCHES

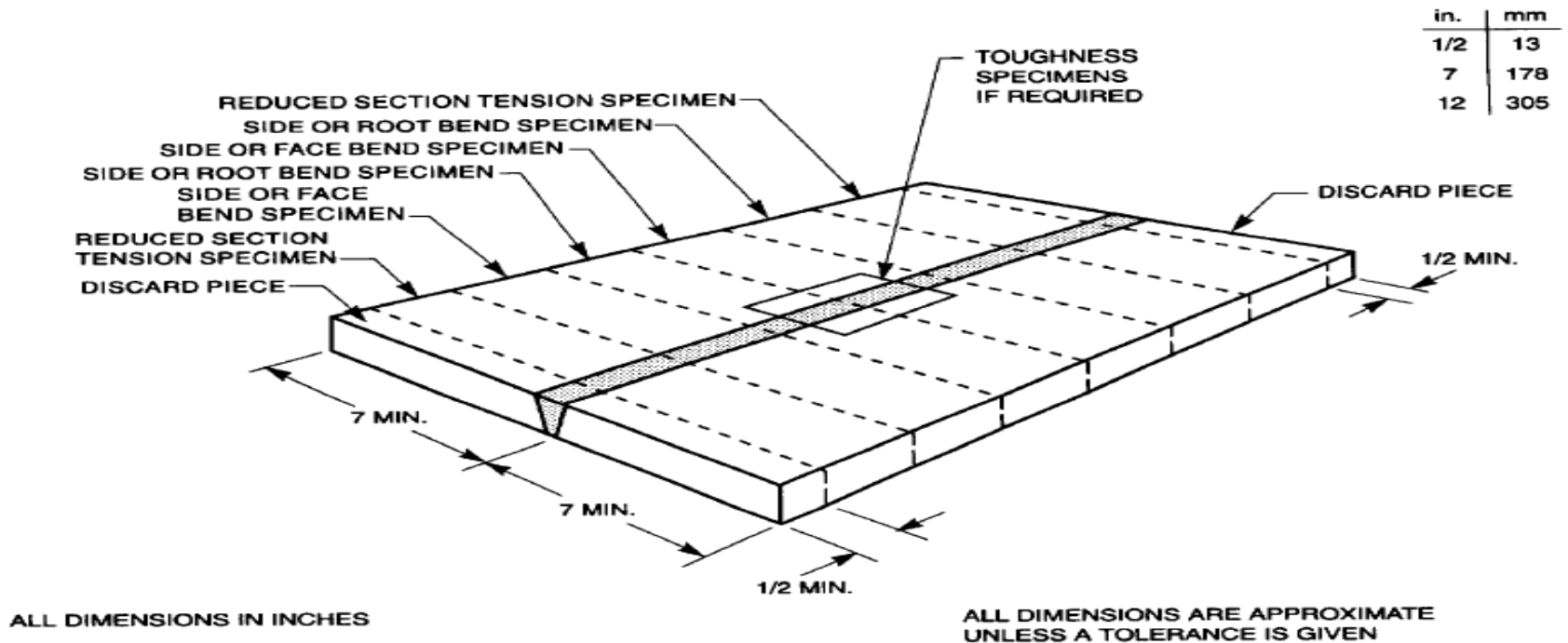
ALL DIMENSIONS ARE APPROXIMATE
UNLESS A TOLERANCE IS GIVEN

Notes:

1. Material thickness shall be determined in accordance with Table 2.3 or 2.5.
2. Dimensions for the specimen blanks and details of bend tests are given in Annex B.
3. A longer test plate will be required if toughness specimens are necessary. Toughness specimens should be located near the midlength of the plate.
4. Make allowances for cutting.

**Figure 2.4—Location of Tension, Longitudinal Bend,
and Toughness Specimens—Plate and Sheet**

TOMA DE PROBETA EN PLANCHA SEGÚN AWS B2.1 DOBLADO TRANSVERSAL



Notes:

1. Material thickness shall be determined in accordance with Table 2.3 or 2.5.
2. Side bend specimens may be substituted for root and face bend specimens for metal thicknesses from 3/8 to 3/4 in. inclusive. For metal over 3/4 in. thick, side bend specimens shall be used.
3. Dimensions for the specimen blanks and details of permitted bend tests are given in Annex B.
4. A longer test plate will be required if toughness specimens are necessary. Toughness specimens should be located near the midlength of the test plate.

Figure 2.5—Location of Tension, Toughness, and Transverse Bend Specimens—Plate and Sheet

PREPARACION DE PROBETA PRUEBA DE CORTE

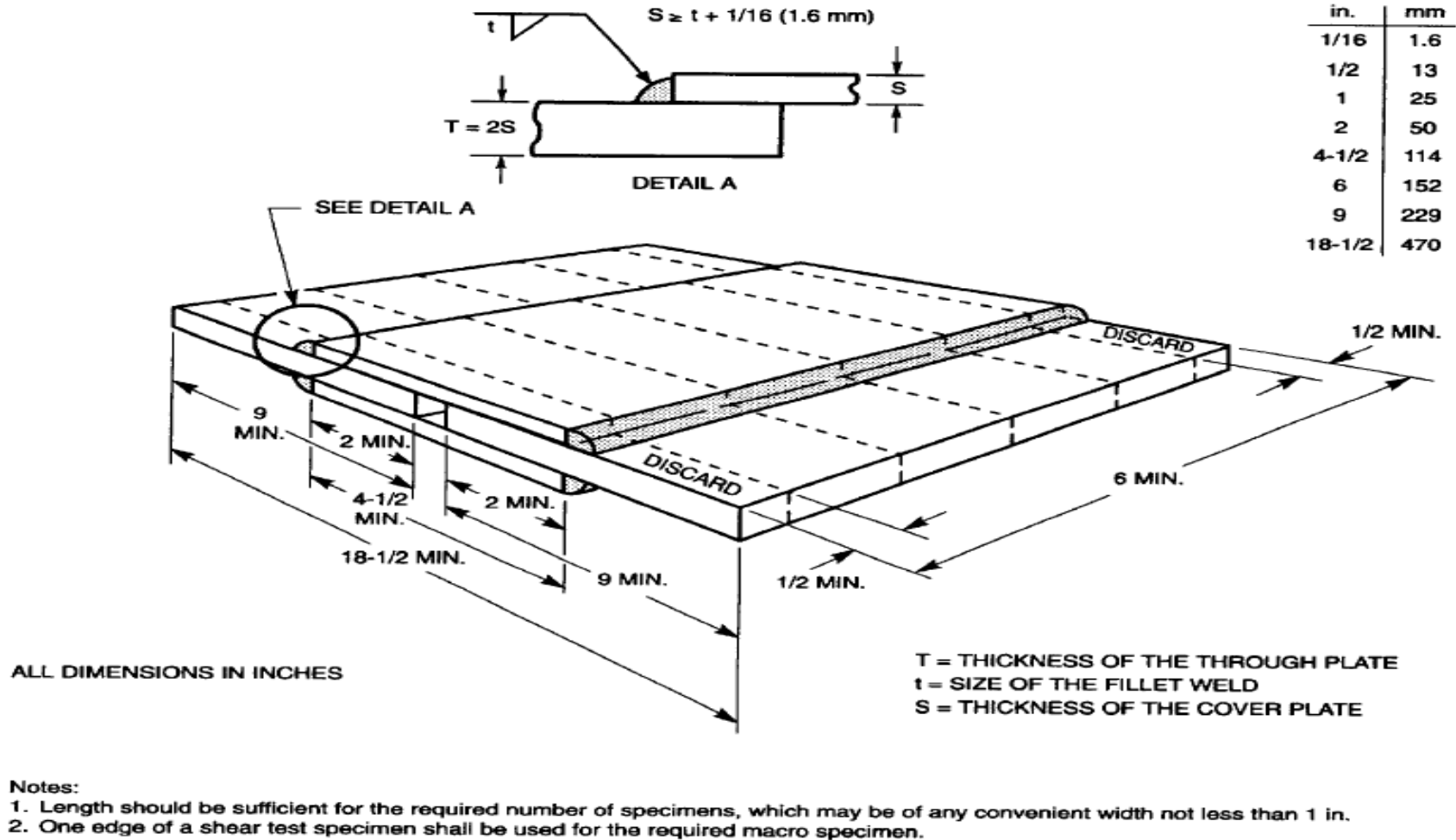
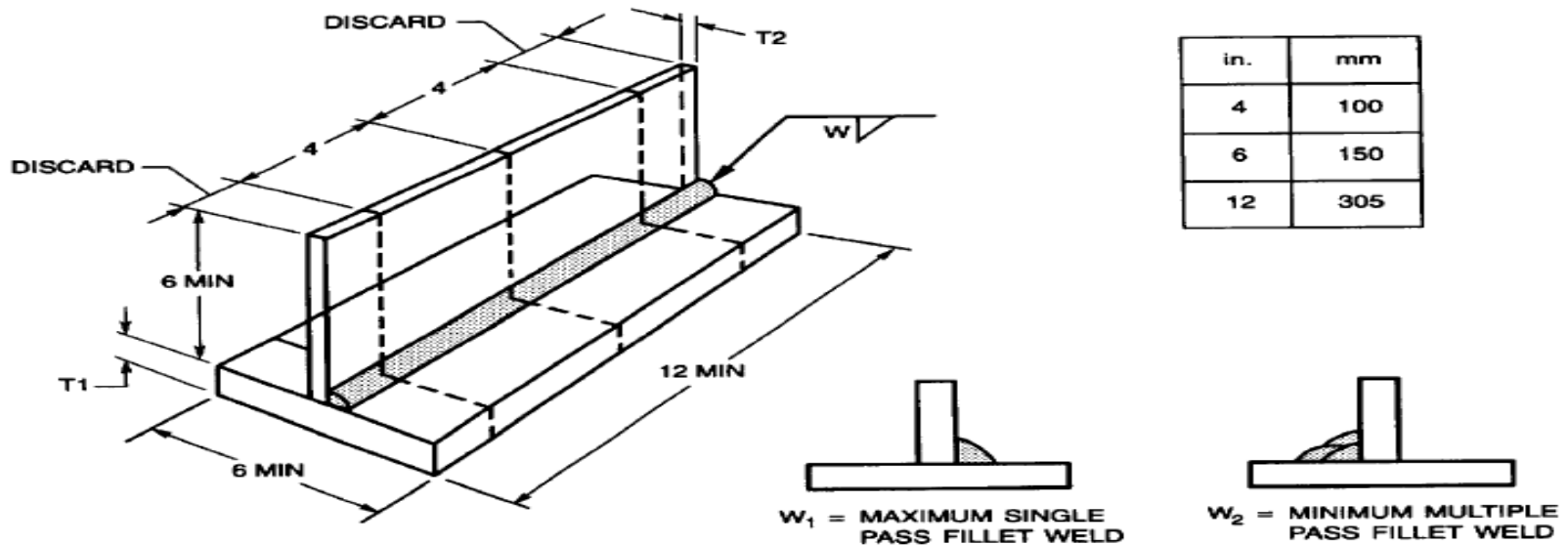


Figure 2.6—Location of Fillet Weld Shear Test Specimens

PREPARACION PROBETA FILETE PARA PRUEBA DE FRACTURA



in.	mm
4	100
6	150
12	305

INCHES			MILLIMETERS		
W	T1 min.*	T2 min.*	W	T1 min.*	T2 min.*
3/16	1/2	3/16	5	12.7	4.8
1/4	3/4	1/4	6	19.0	6.4
5/16	1	5/16	8	25.4	8.0
3/8	1	3/8	10	25.4	9.5
1/2	1	1/2	13	25.4	12.7
5/8	1	5/8	16	25.4	15.9
3/4	1	3/4	19	25.4	19.0
>3/4	1	1	>19	25.4	25.4

*Note: Where the maximum plate thickness used in production is less than the value shown in the table, the maximum thickness of the production pieces may be substituted for T1 and T2.

Figure 2.7—Fillet Weld Bend-Break Test for Procedure Qualification

PREPARACION DE PROBETAS PARA PRUEBAS DE RECARGUES

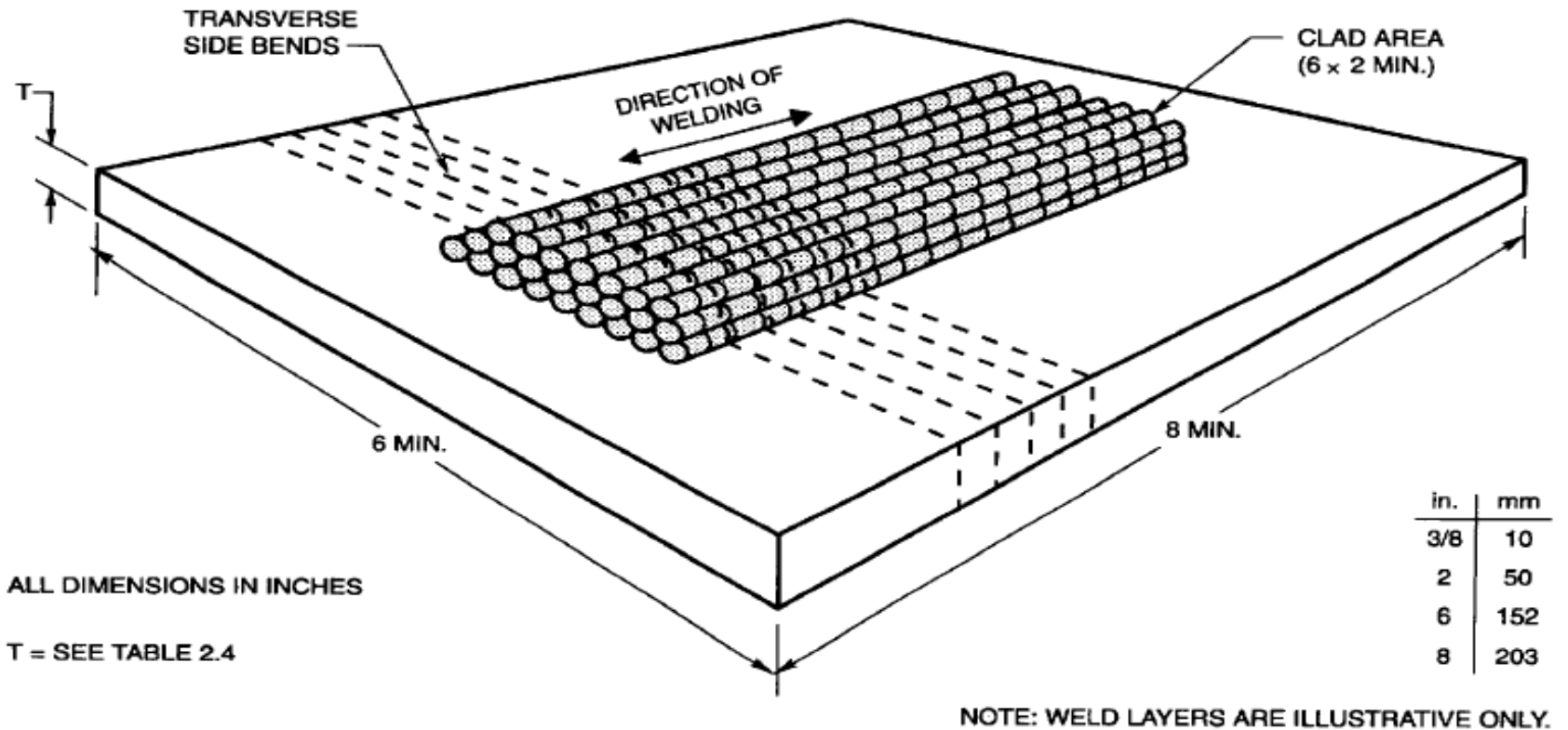
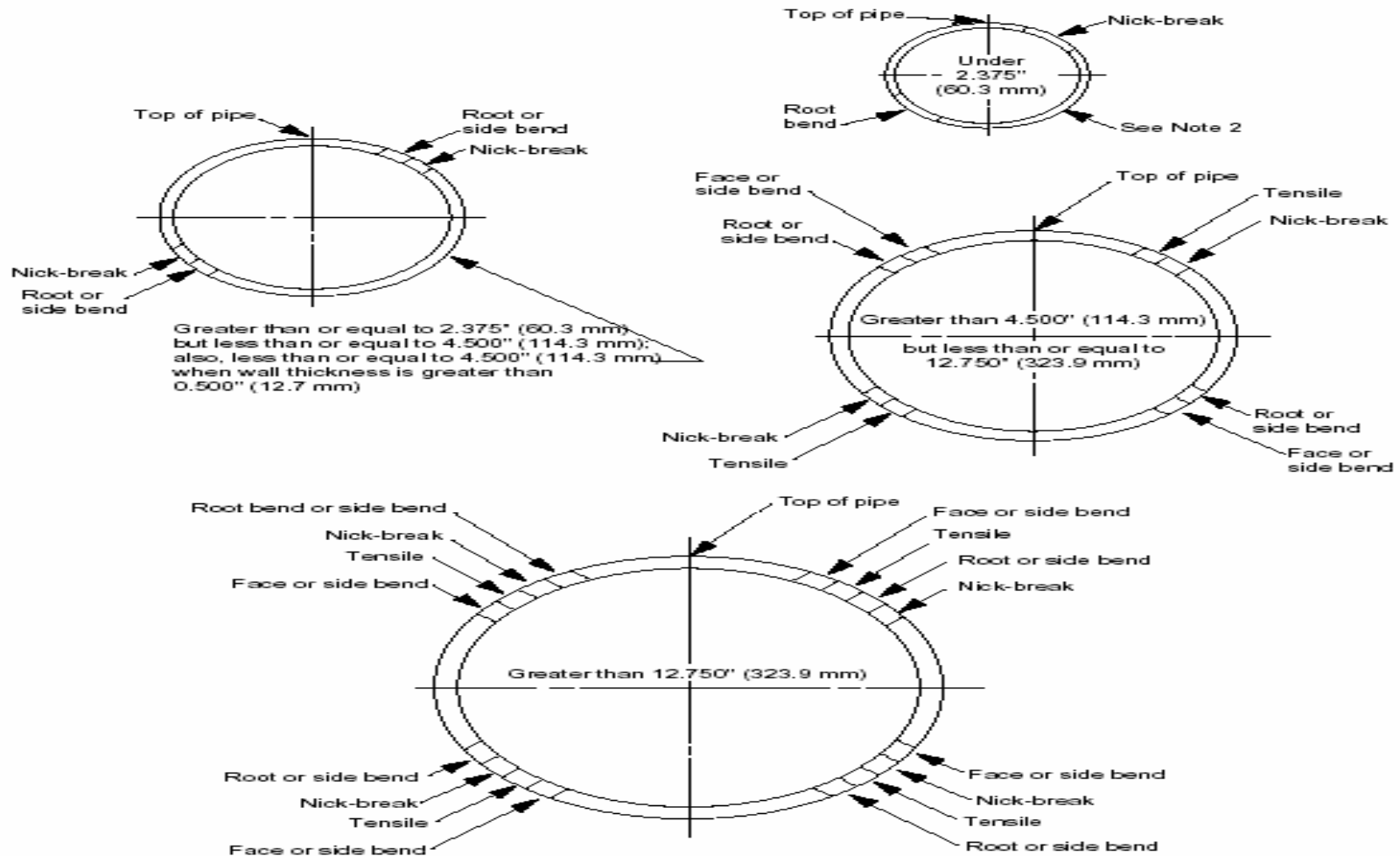


Figure 2.8—Location of Cladding Test Specimens

TOMA DE MUESTRA SEGÚN API 1104



Notes:

1. At the company's option, the locations may be rotated, provided they are equally spaced around the pipe; however, specimens shall not include the longitudinal weld.
2. One full-section tensile specimen may be used for pipe with a diameter less than or equal to 1.315 in. 33.4 mm).

TIPO Y NUMERO DE PROBETAS DE ENSAYO PARA CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO SEGÚN API 1104

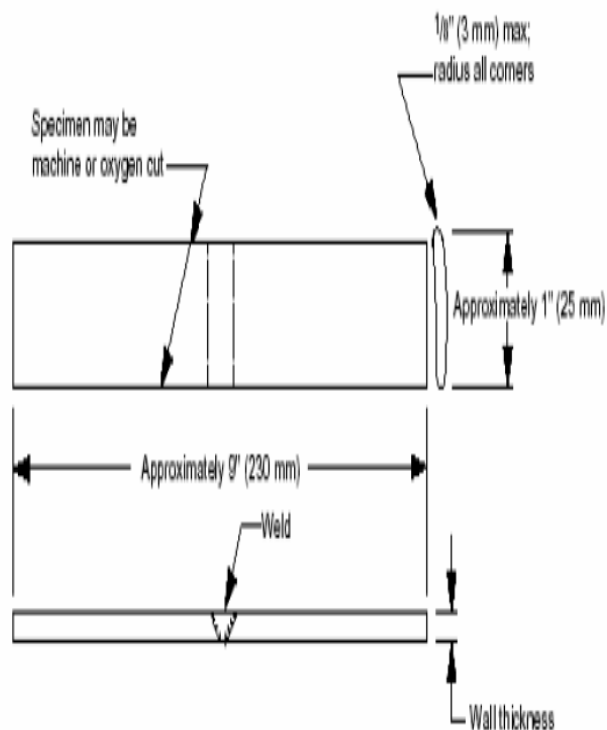
Table 2—Type and Number of Test Specimens for Procedure Qualification Test

Outside Diameter of Pipe		Number of Specimens					
Inches	Millimetres	Tensile Strength	Nick-Break	Root Bend	Face Bend	Side Bend	Total
Wall Thickness ≤ 0.500 inch (12.7 mm)							
< 2.375	< 60.3	0 ^b	2	2	0	0	4 ^a
2.375–4.500	60.3–114.3	0 ^b	2	2	0	0	4
> 4.500–12.750	114.3–323.9	2	2	2	2	0	8
> 12.750	> 323.9	4	4	4	4	0	16
Wall Thickness > 0.500 inch (12.7 mm)							
≤ 4.500	≤ 114.3	0 ^b	2	0	0	2	4
> 4.500–12.750	> 114.3–323.9	2	2	0	0	4	8
> 12.750	> 323.9	4	4	0	0	8	16

^aOne nick-break and one root-bend specimen shall be taken from each of two test welds, or for pipe less than or equal to 1.315 inches (33.4 mm) in diameter, one full-section tensile-strength specimen shall be taken.

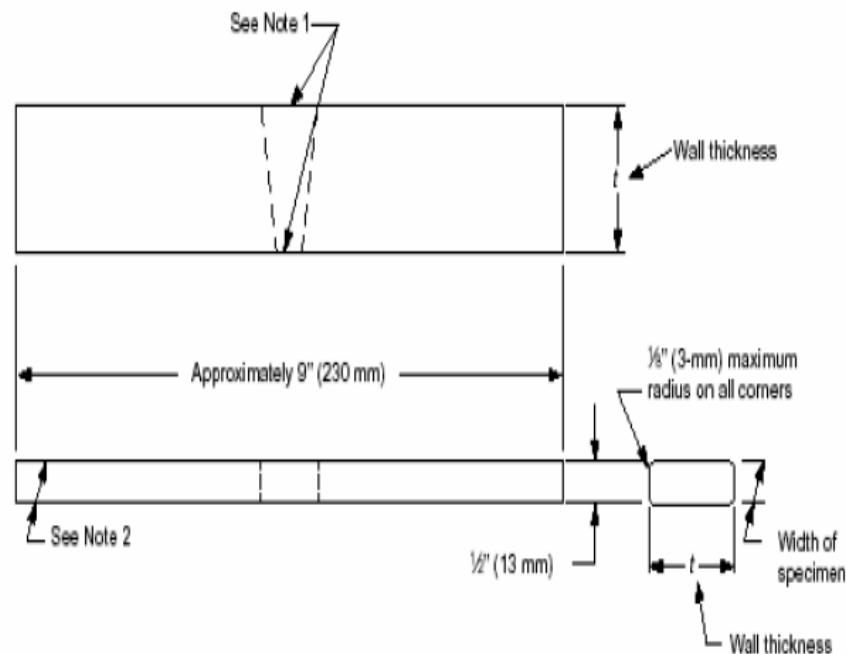
^bFor materials with specified minimum yield strengths greater than 42,000 psi (290 MPa), a minimum of one tensile test shall be required.

PROBETAS PARA DOBLADO SEGÚN API 1104



Note: The weld reinforcement shall be removed from both faces with the surface of the specimen. The specimen shall not be flattened prior to testing.

Figure 6—Root- and Face-Bend Test Specimen: Wall Thicknesses Less Than or Equal to 0.500 in. (12.7 mm)



Notes:

1. The weld reinforcement shall be removed from both faces flush with the surface of the specimen.
2. Specimens may be machine cut to a width of 1/2 in. (13 mm), or they may be oxygen cut to a width of approximately 3/4 in. (19 mm) and then machined or ground smooth to a width of 1/2 in. (13 mm). Cut surfaces shall be smooth and parallel.

Figure 7—Side-Bend Test Specimen: Wall Thicknesses Greater than 0.500 in. (13 mm)

PROBETA PARA ENSAYO NICK BRAKE

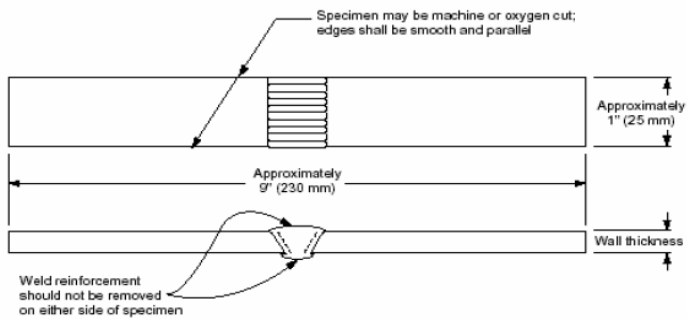


Figure 4—Tensile-Strength Test Specimen

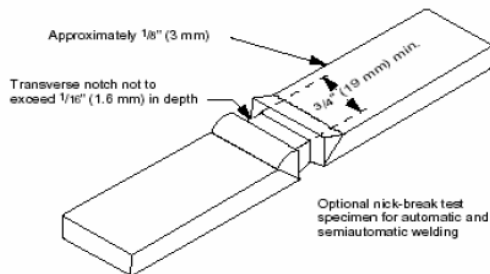
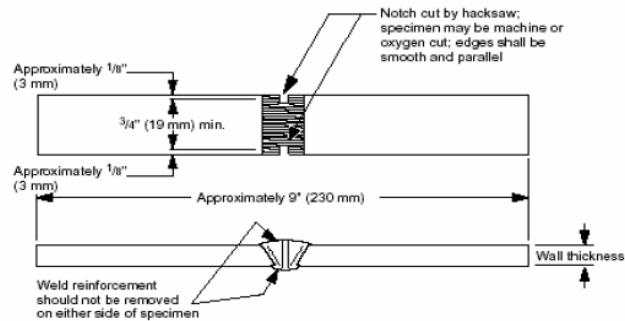
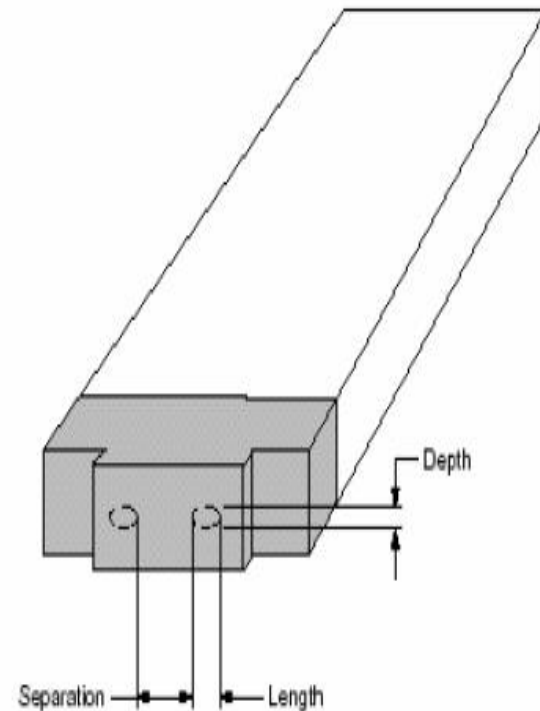


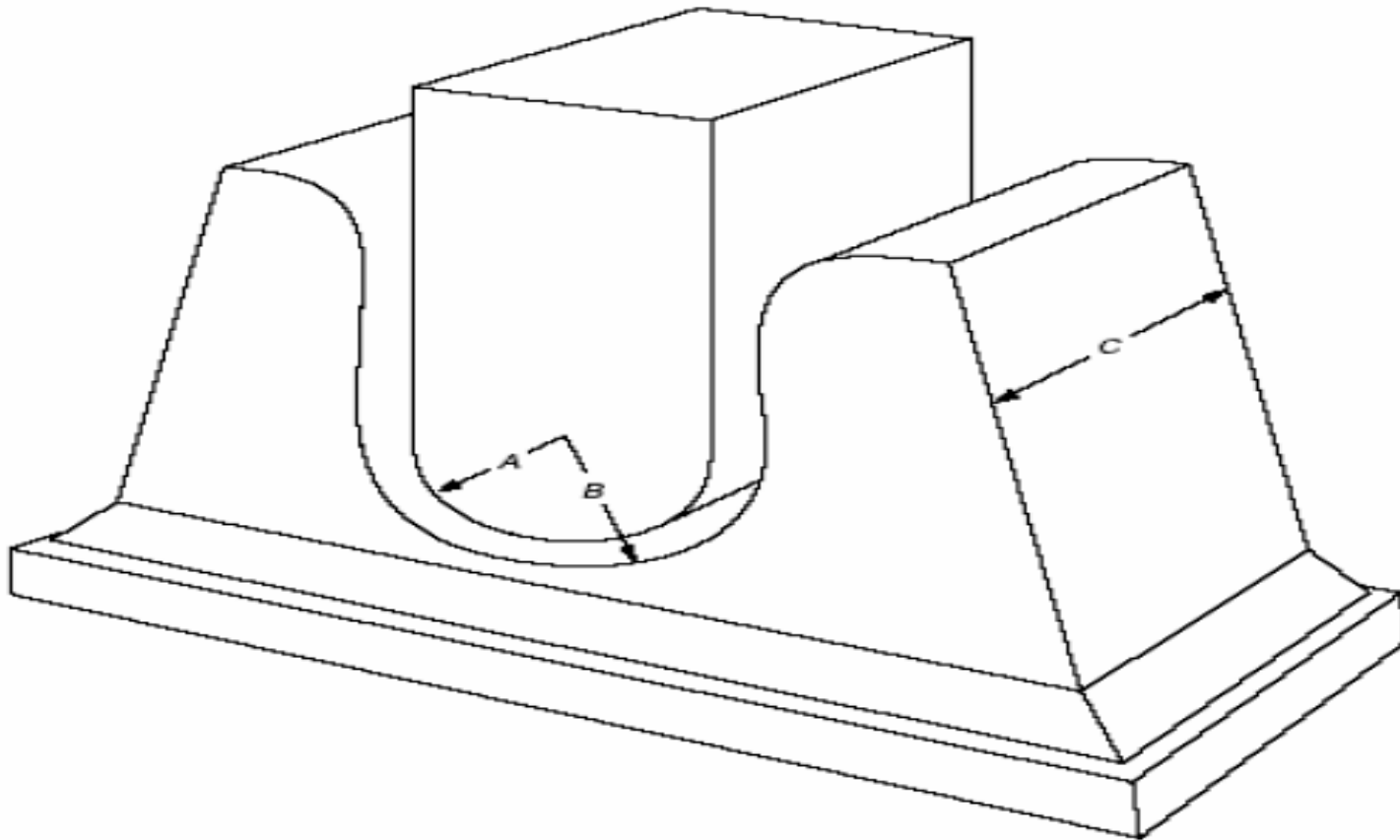
Figure 5—Nick-Break Test Specimen



Note: A broken nick-break test specimen is shown; however, this method of dimensioning applies also to broken tensile and fillet weld test specimens.

Figure 8—Dimensioning of Imperfections in Exposed Weld Surfaces

MANDRIL PARA PRUEBA DE DOBLADO SEGÚN API 1104



Note: This figure is not drawn to scale. Radius of plunger, $A = 1\frac{3}{4}$ in. (45 mm); radius of die, $B = 2\frac{5}{16}$ in. (60 mm); width of die, $C = 2$ in. (50 mm).

Figure 9—Jig for Guided-Bend Tests



- Para cualquier información adicional no duden en contactarnos
- Teléfonos: 0414-6594881, 04166-6662794, - 0416-8679248, 0261-7972704
- E-mail:
SKIPE ROTARICA01
- contacto@rotarica.com.ve
- rotarica01@gmail.com
- rotaricara@hotmail.com
- rotarica2021@gmail.com
- rotaricadr@gmail.com