

24  
207



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales "Acatlán"



## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL, SIMBOLOS PARA SOLDADURA Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
I N G E N I E R O     C I V I L  
P R E S E N T A  
Ma. LIZBETH OROZCO BELTRAN



Acatlán Edo. de México, Junio de 1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INTRODUCCION

Es sólo por medio de las estructuras que se alteran los detalles externos visibles de la superficie. Una vez que se han estudiado las alternativas de una estructura en cuanto al sistema estructural y disposición de los miembros, el diseñador estructural determina el tamaño necesario de los mismos y sus conexiones, describiéndolos en detalle con ayuda de dibujos y notas para facilitar la fabricación y construcción del entramado estructural.

El diseño con acero se debe enfocar inicialmente a los miembros estructurales que son las partes componentes de la estructura en general; vigas, columnas o miembros a compresión, miembros a tensión y elementos conectores, que pueden fundir y unir las partes para formar una unidad integral. Los conectores y las soldaduras se utilizan en los procesos de fabricación en taller para fabricar miembros y también en la erección en campo para conectar los distintos miembros y formar el marco estructural completo. La resistencia y seguridad generales de una estructura pueden depender en forma directa de las conexiones que unen a los miembros principales.

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

Como premisa fundamental puede asegurarse que el comportamiento de las conexiones es más complejo que el de los miembros conectados, ya que desafortunadamente, los factores que permiten y dan validez al análisis teórico de los miembros y estructuras continuas, no pueden obtenerse en el análisis de juntas.

Entre las características fundamentales de las conexiones se tiene que:

- a) Por su propia naturaleza son una mezcla de efectos locales.
- b) Las secciones pueden alabearse y así invalidar la hipótesis de que las secciones planas, antes de la deformación, permanecen planas después de la misma.
- c) Muchas conexiones tienen un alto grado de hiperestaticidad y una distribución de esfuerzos que depende de la deformación de los elementos conectores y del material que los compone.
- d) Las restricciones locales pueden impedir la deformación necesaria para la redistribución de esfuerzos que se desea.

Por estas razones, un análisis puramente teórico de las conexiones es siempre difícil, y en ocasiones prácticamente imposible.

Desde el punto de vista económico, pueden existir conexiones con la posibilidad de un análisis teórico seguro. Sin embargo, normalmente se dice que las más eficientes y económicas tienen todas las complejidades analíticas mencionadas. En este caso el procedimiento de conexiones debe ser básicamente empírico (en el correcto sentido), es decir, deberá apoyarse en la experiencia y en resultados confiables de la experimentación.

A pesar de todo, las ventajas que ofrece la soldadura como el mejor procedimiento para la unión de metales ha encontrado cada día mayor aplicación porque permite economizar una cantidad considerable de material, dando a las piezas de trabajo y a los elementos estructurales una forma más ligera, económica y segura contra la rotura.

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

La rápida ejecución de un pedido, la gran velocidad de trabajo, el montaje más económico y la omisión de numerosas piezas sueltas son otras ventajas que ofrecen los elementos estructurales soldados.

El objetivo de esta tesis es, entonces, presentar la teoría en que se basa el diseño de soldadura estructural, implementando algoritmos para el dimensionamiento de soldadura y placas, para conexiones a cortante y conexiones a momento, que usan perfiles IPR como viga.

El capítulo 1 contiene el procedimiento de soldadura más común para acero estructural, los tipos de soldadura por su posición y algunos de los electrodos más usuales. El capítulo 2 muestra algunas características de las soldaduras de filete y a tope. En el capítulo 3 se presenta especificaciones que deben tomarse en cuenta durante el diseño de soldaduras y sirven de base para el capítulo 4, que abarca el diseño de éstas. El capítulo 5 se apoya en los anteriores, presentando tablas que resumen el diseño. Los apéndices A, B y C, además de mostrar los símbolos de soldadura, que son de gran utilidad para la interpretación de planos, contienen una pequeña explicación de estos símbolos y de las pruebas no destructivas.

## I N D I C E

	pág
INTRODUCCION	IV
INDICE	VII
<b>CAPITULO 1</b> PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA, TIPOS DE SOLDADURA POR SU POSICION Y SIMBOLOGIA DE ELECTRODOS	<b>1</b>
1.1 Proceso de soldadura de arco	1
1.2 Circuito de soldadura	1
1.3 Soldadura de arco manual	2
1.4 Soldadura automática o de arco sumergido	3
1.5 Tipos de soldadura por su posición	4
1.6 Simbología de electrodos	5
<b>CAPITULO 2</b> JUNTAS SOLDADAS BASICAS	<b>7</b>
2.1 Soldadura de filete	7
2.1.1 Sección transversal teórica	8
2.1.2 Sección transversal real	9
2.2 Soldadura a tope o con preparación	11
2.2.1 Tipos de soldaduras a tope	11
2.2.2 Selección de soldadura a tope	13
<b>CAPITULO 3</b> ESFUERZOS EN CONEXIONES SOLDADAS	<b>14</b>
3.1 Esfuerzos en soldadura de filete	15
3.2 Esfuerzos en soldadura de penetración completa	17
3.3 Esfuerzos en soldadura de penetración parcial	17
3.4 Esfuerzos permisibles en soldadura de filete	18
3.5 Tamaño mínimo de soldadura de filete	21

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

	pág	
3.6	Tamaño máximo de soldadura de filete	21
3.7	Longitud mínima de soldadura	22
3.8	Ancho mínimo de traslape	23
3.9	Espesor efectivo	23
3.10	Espesor de soldadura requerido	24
3.11	Capacidades de soldaduras de filete	24
<b>CAPITULO 4</b>	<b>DISEÑO DE SOLDADURA Y CONEXIONES</b>	<b>26</b>
4.1	Diseño soldadura unión alma-patín en vigas de sección I	26
4.2	Diseño de conexiones a cortante	27
4.2.1	Conexiones en vigas	27
4.2.2	Diseño de la conexión	28
4.2.3	Formación de tablas	29
	Ejemplo de aplicación	37
4.3	Diseño de conexiones a momento	41
4.3.1	Conexiones en vigas	41
4.3.2	Conexiones soldadas resistentes a momento	42
4.3.3	Diseño de la conexión	43
4.3.4	Formación de tablas	44
	Ejemplos de aplicación	48
<b>CAPITULO 5</b>	<b>AYUDAS DE DISEÑO</b>	<b>51</b>
<b>APENDICE "A"</b>	<b>SIMBOLOS DE SOLDADURA</b>	<b>57</b>
1.	SIMBOLOS BASICOS	57
1.1	Distinción entre símbolos de soldadura y símbolos de soldar	57
1.2	Ilustraciones	58
1.3	Símbolos básicos de soldadura	58
1.4	Símbolos suplementarios	59

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

	pág
1.5 Localización estándar de elementos de un símbolo de soldar	59
<b>2. TIPOS BASICOS DE JUNTAS Y SOLDADURAS</b>	<b>59</b>
2.1 Tipos básicos de juntas	59
2.2 Soldaduras aplicables	59
<b>3. ESTIPULACIONES GENERALES</b>	<b>62</b>
3.1 Significado de la posición de la flecha	62
3.2 Ubicación de la soldadura respecto a la junta	64
3.3 Método de dibujo de los símbolos	65
3.4 Unidades reglamentarias en U.S. y unidades métricas	65
3.5 Ubicación de una especificación, proceso u otra referencia	65
3.6 Símbolo de soldadura de campo	66
3.7 Símbolo de fundir de un lado a otro	67
3.8 Método de acabado de contorno y superficie para fundir de un lado a otro	69
3.9 Extensión de soldadura indicada con símbolos	69
3.10 Continuidad de soldaduras	75
3.11 Acabado de soldaduras	75
3.12 Construcción de símbolos	75
3.13 Flecha quebrada	75
3.14 Lectura de información en símbolos de soldar	78
3.15 Símbolos combinados de soldadura	78
3.16 Penetración completa	78
3.17 Indicación de tipos especiales de soldadura	78
3.18 Líneas de referencia múltiples	81



## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

	pág
<b>4. SOLDADURA DE FILETE</b>	<b>82</b>
4.1 Generalidades	82
4.2 Tamaño de soldadura de filete	85
4.3 Longitud	86
4.4 Extensión	87
4.5 Dimensionamiento de soldadura intermitente	88
4.6 Terminación de soldadura intermitente	88
4.7 Combinación de soldadura intermitente y continua	89
4.8 Soldadura en agujeros y ranuras	89
4.9 Acabado y contorno de superficie	89
4.10 Juntas oblicuas	92
<b>5. SOLDADURA DE TAPON</b>	<b>92</b>
5.1 Generalidades	93
5.2 Tamaño	95
5.3 Angulo de avellanado	95
5.4 Espesor de relleno	95
5.5 Espaciamiento	97
5.6 Superficie de contorno	97
<b>6. SOLDADURA DE RANURA</b>	<b>98</b>
6.1 Generalidades	98
6.2 Espesor de relleno	100
6.3 Detalles	100
6.4 Superficie de acabado y contorno	102

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

	pág
7. SOLDADURA DE FUSION	102
7.1 Generalidades	102
7.2 Tamaño y resistencia de puntos de soldadura	103
7.3 Espaciamiento de puntos de soldadura	107
7.4 Extensión	107
7.5 Número de puntos de soldadura	108
7.6 Juntas soldadas enrasadas	109
7.7 Soldadura en juntas múltiples	109
8. SOLDADURA DE COSTURA	109
8.1 Generalidades	109
8.2 Tamaño y resistencia	110
8.3 Longitud	113
8.4 Dimensionamiento de soldadura intermitente	114
8.5 Orientación	114
8.6 Juntas soldadas de costura enrasada	115
8.7 Soldadura en juntas múltiples	115
9. SOLDADURA CON PREPARACION O A TOPE	116
9.1 Generalidades	116
9.2 Espesor de preparación y garganta efectiva	118
9.3 Dimensiones de ranura	130
9.4 Superficie de acabado y contorno	133
9.5 Soldadura de respaldo	135
9.6 Junta con respaldo	137
9.7 Junta con separador	137
9.8 Convención para rebajado después de soldar un lado	137

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

	pág
10. SOLDADURA DE ACABADO	138
10.1 Generalidades	138
10.2 Uso del símbolo de soldadura de acabado	138
10.3 Espesor de superficies ensambladas por medio de soldadura	141
10.4 Extensión, localización y orientación de superficies ensambladas por medio de soldadura	141
10.5 Acabado de una cara soldada	142
11. SOLDADURA DE ALA O PATIN	142
11.1 Generalidades	142
11.2 Dimensiones de soldadura de ala	144
11.3 Soldadura de ala de junta múltiple	147
12. JUNTAS SOLDADAS CON LATON	148
13. APLICACION EN DIBUJOS	148
APENDICE "B" SIMBOLOS PARA PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS	153
14. SIMBOLOS BASICOS	155
14.1 Símbolos básicos de prueba	155
14.2 Elementos de símbolos de prueba	155
14.3 Localización estándar de elementos	156
15. ESTIPULACIONES GENERALES	156
15.1 Significado de la localización de la flecha	156
15.2 Localización del símbolo de prueba	156

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

	pág
15.3 Dirección de la radiación	157
15.4 Combinación de símbolos de pruebas no destructivas y símbolos de soldadura	158
15.5 Uso de referencias	159
16. METODOS DE ESPECIFICACION DEL ALCANCE DEL EXAMEN NO DESTRUCTIVO	159
16.1 Sistema inglés y unidades métricas	159
16.2 Especificación de la longitud de la sección a probar	159
16.3 Especificación del número de pruebas	160
16.4 Especificación de pruebas a realizarse "todo-alrededor" de una junta	161
16.5 Especificación del examen de partes (áreas)	161
16.6 Emisión acústica	162
APENDICE "C" DISEÑO DE SIMBOLOS ESTANDAR	163
TABLAS	166
CONCLUSIONES	170
BIBLIOGRAFIA	173

## CAPITULO 1

### PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA, TIPOS DE SOLDADURA POR SU POSICION Y SIMBOLOGIA DE ELECTRODOS

#### 1.1 Proceso de soldadura de arco

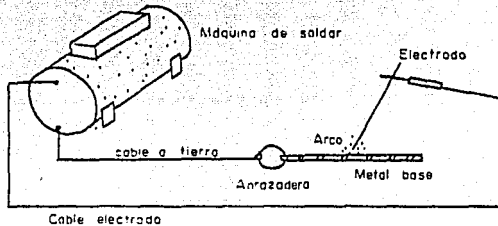
Existen diversos procesos de soldadura, para acero estructural el más comúnmente usado es el de soldadura de arco, que consiste en la unión de piezas metálicas utilizando el calor generado por un arco eléctrico sin la aplicación de presión. Las piezas se funden simultáneamente con un material de aportación, formando de esta manera un enlace continuo entre ellos.

#### 1.2 Circuito de soldadura

En la figura siguiente se muestra esquemáticamente un circuito de soldadura; una de las líneas del generador (máquina de soldar) constituye el cable electrodo conectado al porta-electrodo, y la otra línea es el cable a tierra. Cuando la punta de la varilla metálica, o simplemente electrodo, (que constituye el material de aportación) se

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

acerca sin tocar el área por soldar, se cierra el circuito y se forma el arco eléctrico.



El arco genera una temperatura del orden de  $5500^{\circ}\text{C}$ , suficiente para fundir el acero. En el área soldada cercana al arco, la temperatura es aproximadamente de  $2000^{\circ}\text{C}$ . Manipulando apropiadamente el electrodo, el metal fundido de éste se deposita en la forma y cantidad deseada entre las dos piezas por unir. Este metal de aportación se fusiona junto con las regiones fundidas de las dos piezas y cuando se enfrían forman un enlace homogéneo entre ellas. El arco de soldadura puede realizarse manualmente o mediante máquinas automáticas.

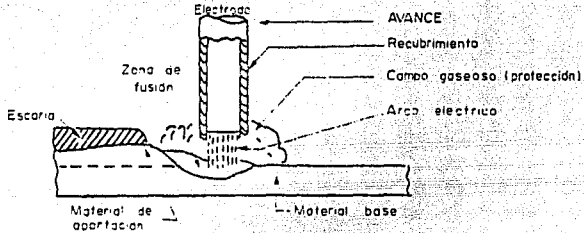
### 1.3 Soldadura de arco manual

Su aplicación es más conveniente en soldaduras de campo y en rigor recibe el nombre de soldadura de arco "protegido". La palabra "protegido" se refiere al campo gaseoso que rodea al arco y que es generado por el recubrimiento del electrodo. Esta protección es necesaria por dos razones:

- 1) Previene al metal fundido de la oxidación en la atmósfera (y así resultar poroso) y evita la absorción de nitrógeno de la atmósfera (lo que puede ocasionar fragilidad y pérdida de ductilidad).

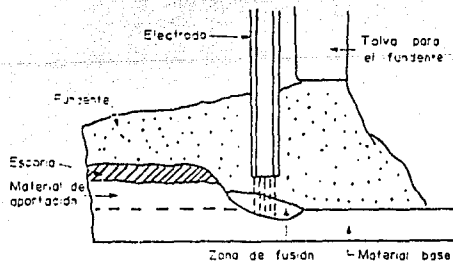
## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

- 2) Crea estabilidad del arco concentrándolo para una mayor capacidad de penetración.



### 1.4 Soldadura automática o de arco sumergido

Usual en soldaduras de taller tales como fabricación de perfiles soldados, siempre que las juntas sean rectas y lo suficientemente regulares que permitan su mecanización.



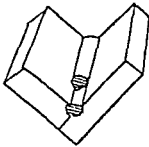
## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

La palabra "sumergido" se refiere al hecho de que el arco está bajo un montón de fundente pulverizado, con las mismas funciones que el recubrimiento del electrodo en la soldadura manual.

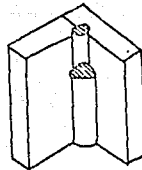
### 1.5 Tipos de soldadura por su posición

Existen cuatro posiciones comunes para la colocación de soldadura:

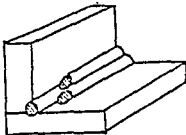
- plana
- horizontal
- vertical
- sobre-cabeza



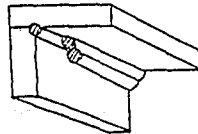
Posición plana



Posición vertical



Posición horizontal



Posición sobre-cabeza

Las cuatro posiciones que se ilustran arriba, se utilizan tanto para soldadura a tope como para soldadura de filete.

La posición de la soldadura es de gran importancia ya que su calidad depende directamente de la manera en que se realice. No todos los electrodos son apropiados para usarlos en cualquier posición, de



## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

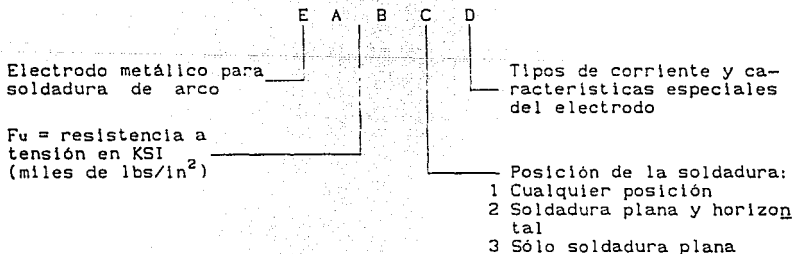
manera que muchos de ellos se especifican para una posición particular, debiendo usarlos sólo para tal posición para los mejores resultados; obviamente, la mejor posición es la realizada de arriba hacia abajo (soldadura plana), que puede ser hasta cuatro veces más rápida que la soldadura sobre-cabeza. Esta última y la de posición vertical requieren una limitada energía en el arco, y electrodos con los que se pueda depositar material relativamente frío, produciendo poca penetración para contrarrestar la fuerza de gravedad. Sólo en casos muy especiales se permiten estas dos últimas y bajo severa inspección.

### 1.6 Simbología de electrodos

Las propiedades químicas y físicas de la soldadura deben semejarse en lo posible a las del material base.

La mayoría de los electrodos están clasificados de acuerdo a designaciones preparadas conjuntamente por la American Welding Society (AWS) y la American Society Testing of Materials (ASTM). Estas designaciones proporcionan, junto con otros datos y requerimientos, un sistema de numeración que es en sí mismo una clasificación de los electrodos.

El sistema de numeración o nomenclatura es de la siguiente forma:

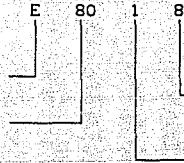


## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

### EJEMPLO:

Electrodo metálico para soldadura de arco

$F_u = 80 \text{ KSI}$



Corriente alterna y directa para soldaduras de aplicación difícil y fácil remoción de escoria

Cualquier posición de soldadura

Los electrodos más utilizados para la fabricación de estructuras ordinarias son de la serie:

E 60 XX (  $F_u = 60 \text{ KSI} = 4219 \text{ kg/cm}^2$  )

E 70 XX (  $F_u = 70 \text{ KSI} = 4922 \text{ kg/cm}^2$  )

## CAPITULO 2

### JUNTAS SOLDADAS BASICAS

Los tipos básicos de juntas soldadas son dos:

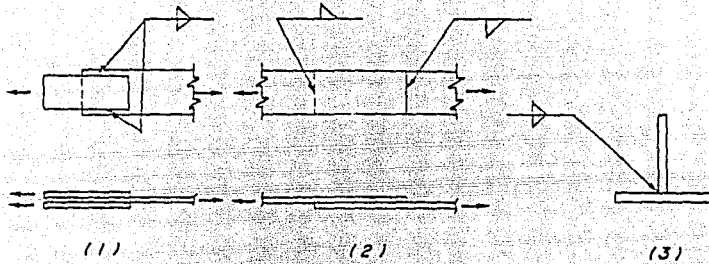
- a) De filete
- b) A tope o con preparación

La diferencia básica entre ambos tipos de soldadura es la forma en que se efectúa la transmisión de esfuerzos.

#### 2.1 Soldadura de filete

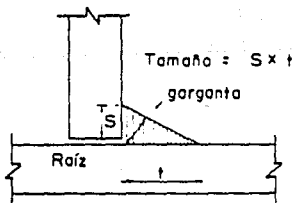
En las figuras 1, 2 y 3 se muestran soldaduras de filete típicas. El tamaño de una soldadura de filete está definido por las longitudes de los dos lados del mayor triángulo rectángulo que pueda inscribirse dentro de la sección transversal de la soldadura. La mayoría de las soldaduras de este tipo tienen ambos lados iguales, salvo indicación contraria, de manera que el tamaño de la soldadura será el del lado de un triángulo rectángulo isósceles.

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL



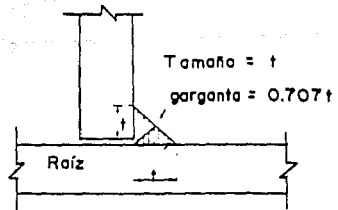
### 2.1.1 Sección transversal teórica

La dimensión crítica en una soldadura de filete es conocida como "garganta". Esta se define como la distancia más corta entre la raíz y la hipotenusa del triángulo en las figuras siguientes:



Lados desiguales

(3)

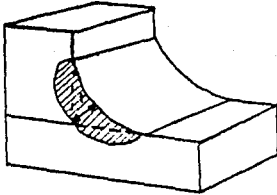


Lados iguales

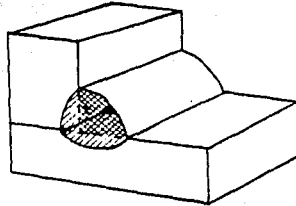
(4)

2.1.2 Sección transversal, real

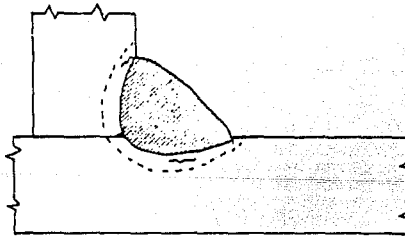
No obstante que el tamaño especificado de una soldadura debe reunir las mismas características estructurales, en la práctica la sección transversal de las soldaduras de filete presentan ciertas irregularidades.



(1) Cóncava



(2) Convexa



(3) Socavación del material base

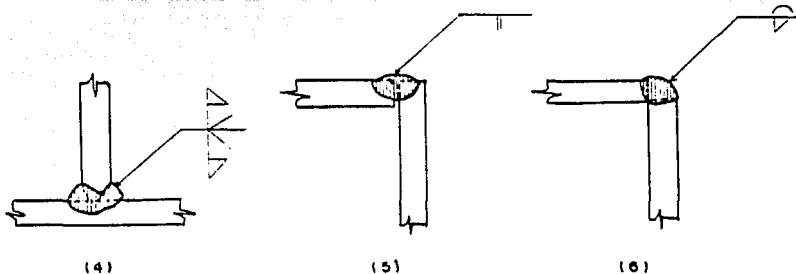
Las irregularidades (1) y (2), son aceptables pero la (3) es inconveniente ya que se reduce la sección transversal de trabajo de las placas afectadas. Respecto a las dos primeras hay controversia en

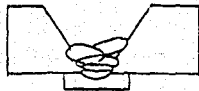
cuál de ellas es preferible; puede decirse que la primera origina una menor concentración de esfuerzos pero es más susceptible al agrietamiento. La segunda proporciona soldadura extra o refuerzo a la garganta, pero hay más tendencia a la socavación. Para estructuras bajo cargas estáticas, una superficie ligeramente convexa probablemente es mejor; pero si la fatiga es un factor importante es preferible una superficie cóncava.

En las figuras 4, 5 y 6 se muestran ciertas soldaduras especiales, las cuales son variantes o combinaciones de soldaduras de filete o penetración, algo difíciles de clasificar. Para éstas pueden ser necesarias notas o esquemas especiales.

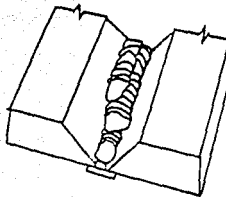
Las soldaduras de gran tamaño pueden realizarse con un cierto número de capas (pasos), según se muestra en las figuras 7 y 8. Como una guía práctica, el "paso" o "cordón" de soldadura de filete que puede realizarse con soldadura manual es de 5/16", mientras que con equipo automático puede ser considerablemente mayor.

-----  
 Por economía y siempre que sea posible, es recomendable seleccionar tamaños de soldadura que puedan efectuarse de un solo paso  
 -----





(8)



(7)

## 2.2 Soldadura a tope o con preparación

La característica fundamental de las soldaduras a tope es que el total o una parte de la sección (como en el caso de soldaduras de penetración parcial), de cuando menos una de las partes por unir, es sustituida por el metal de la soldadura, generando la misma condición de esfuerzos en la soldadura y en las placas conectadas, excepto ciertas diferencias causadas por la concentración local de esfuerzos.

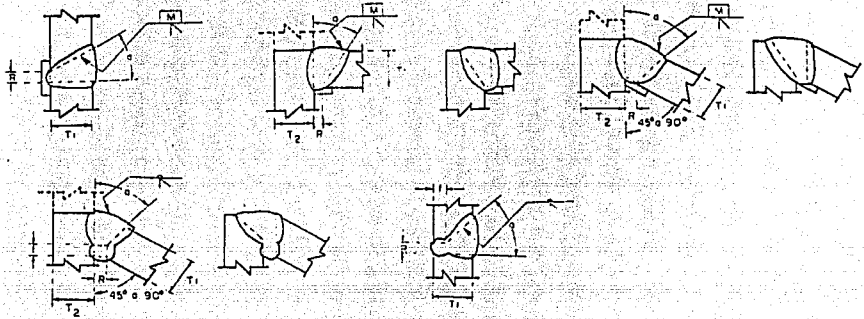
### 2.2.1 Tipos de soldaduras a tope

Dependiendo del tamaño de la soldadura respecto al espesor de la placa por unir existen dos tipos:

#### a) Soldaduras de penetración completa

En este caso el tamaño de la soldadura es igual al espesor de la placa por unir.

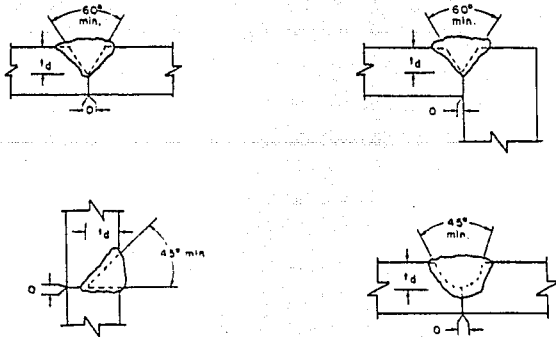
DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL



(Dibujos tomados del A.I.S.C., parte 4: Connections)

b) Soldaduras de penetración parcial

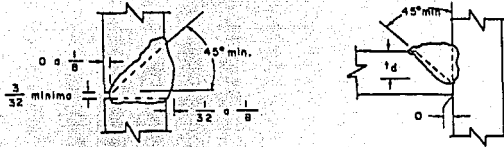
Son aquellas cuyo tamaño o profundidad total de penetración es siempre menor que el espesor de la placa conectada.



(Dibujos tomados del A.I.S.C., parte 4: Connections)



## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL



### 2.2.2 Selección de soldadura a tope

La selección apropiada de este tipo de soldadura depende de: el espesor de la placa, si la soldadura es manual o automática, del tipo de equipo de soldadura disponible, si ambos lados de soldadura son accesibles o no y de la posición de la soldadura. El objetivo es obtener la soldadura más económica y eficiente.

### CAPITULO 3

#### ESFUERZOS EN CONEXIONES SOLDADAS

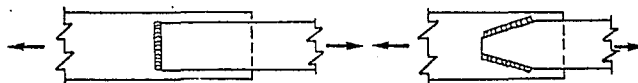
Según sea el caso, la soldadura puede transmitir tensión, compresión o cortante y para diseño por esfuerzos permisibles (método elástico) las fórmulas empleadas para el cálculo son las siguientes:

- Para esfuerzos axiales  $f_a = P/A$
- Para esfuerzos flexionantes  $f_b = My/I$
- Para esfuerzos cortantes en vigas  $f_c = VQ/I_c$
- Para esfuerzos cortantes por torsión  $f_t = M_t/J$

-----  
Debe observarse que en soldadura de filete, todos estos esfuerzos (axiales, flexionantes y cortantes), finalmente, sólo generan esfuerzos cortantes, por lo que para proporcionar soldaduras de este tipo debe calcularse la resultante de tales esfuerzos cortantes.  
-----

3.1 Esfuerzos en soldadura de filete

La fuerza resultante en una soldadura de filete puede ser perpendicular, inclinada o paralela al eje de la soldadura (figuras a, b y c respectivamente). De esta manera la redistribución de esfuerzos en las soldaduras y su resistencia estática varían, materialmente, con la orientación relativa entre la carga y el eje de la soldadura.



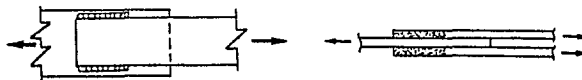
(FIG. a)

TRANSVERSAL



(FIG. b)

OBLICUA



(FIG. c)

LONGITUDINAL

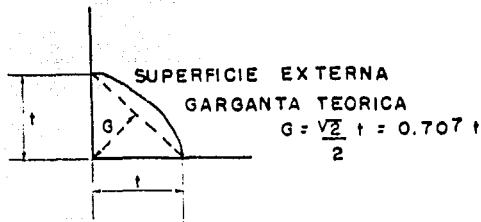
Ciertas especificaciones y métodos de diseño toman en cuenta estas diferencias, pero generalmente se considera a todas las soldaduras de filete como orientadas en la dirección más débil y que es justamente aquella paralela a la dirección de la fuerza aplicada (fig C).

La AWS (American Welding Society) acepta esta simplificación y establece que:

## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

"El área efectiva de una soldadura de filete será igual a su longitud multiplicada por la garganta efectiva, independientemente de la dirección de la carga aplicada"

De esta manera la fuerza actuante en la soldadura se considera uniformemente distribuida en dicha área, sin importar cuál es la dirección en la que se aplica la carga.



AREA EFECTIVA:

$$L (\sqrt{2}/2) t = 0.707 L t$$

FUERZA QUE SOPORTA LA SOLDADURA DE FILETE:

$$F = 0.707L t F_v$$

donde :

$t$  = Lado de la soldadura

$L$  = Longitud del cordón de soldadura

$F_v$  = Esfuerzo permisible a cortante

Una excepción a esta práctica general es la de la AWAS (American Waterworks Association Standard), que permite esfuerzos, en soldadura de filetes transversales, un 30 % mayores que en filetes longitudinales.

Las principales razones para despreciar la mayor resistencia de la soldadura de filete transversal son probablemente:

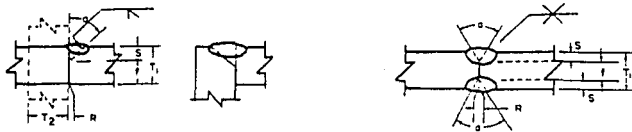
- 1) Simplificar el diseño
- 2) En la mayoría de los casos es despreciable la diferencia entre la capacidad de la soldadura de filete transversal y longitudinal

### 3.2 Esfuerzos en soldadura de penetración completa.

El análisis de esfuerzos de esta soldadura, en estructuras sometidas a cargas estáticas de tensión, compresión o cortante (directo o por torsión), está limitada sólo por la capacidad del metal base.

### 3.3 Esfuerzos en soldadura de penetración parcial

La soldadura de penetración parcial (como las mostradas en la siguiente figura) se utiliza en empates de columnas y en las partes conectadas de miembros armados, cuando la soldadura no es requerida para desarrollar esfuerzos sustanciales.



(Dibujos tomados del A.I.S.C., parte 4: Connections)

De la misma manera que en soldadura de penetración completa, los esfuerzos en esta soldadura pueden tomarse como los permisibles en el metal base. Las especificaciones del AISC (American Institute Steel Construction) prohíben el uso de soldadura de penetración parcial excepto en empates de columnas u otros miembros sujetos, fundamentalmente, a esfuerzos axiales de compresión. En estos casos se permite un esfuerzo permisible a tensión en la garganta igual al esfuerzos permisible a cortante en soldadura de filete.

### 3.4 Esfuerzos permisibles en soldadura de filete

De acuerdo a las especificaciones para soldadura del AISC (tabla de esfuerzos permisibles en soldadura, 1.5.3 del AISC), el esfuerzo cortante permisible en el área efectiva será:

$$F_v = 0.3 F_u$$

$F_u$  = Resistencia nominal a tensión del metal de la soldadura.

Siempre que el esfuerzo cortante en el metal base no exceda de  $0.4 F_y$  (siendo  $F_y$  el esfuerzo de fluencia en el metal base).

Según el tipo de electrodo usado se tiene:

PARA ELECTRODOS E - 60 :

$$F_v = 0.3 \times 60000 = 18000 \text{ lb/in}^2 = 1265 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Capacidad} = A_e F_v = 0.707 L t \times 1265 = 894 L t \text{ [kg]}$$

$$\text{Capacidad por unidad de longitud} = q = 894 t \text{ [kg/cm]}$$

PARA ELECTRODOS E - 70:

$$F_v = 0.3 \times 70000 = 21000 \text{ lb/in}^2 = 1477 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Capacidad} = 0.707 L t \times 1477 = 1044 L t \text{ [kg]}$$

$$\text{Capacidad por unidad de longitud} = q = 1044 t \text{ [kg/cm]}$$

TABLA 3.1  
ESFUERZOS PERMISIBLES\*\*

TIPO DE SOLDADURA	ESFUERZOS EN SOLDADURA	ESFUERZOS PERMISIBLES
F I L E T E	Cortante sobre el área efectiva	0.30 de la resistencia nominal a tensión del metal de soldadura, siempre que el esfuerzo cortante en el metal base no exceda al 40 % de la resistencia admitida por el metal base
	Tensión normal al área efectiva	El mismo que para el metal base
	Compresión normal al área efectiva	El mismo que para el metal base
P E N C O M T R A C L E I O N	Tensión o compresión paralela al eje axial de la soldadura	El mismo que para el metal base
	Cortante sobre el área efectiva	0.30 de la resistencia nominal a tensión del metal de soldadura, siempre que el esfuerzo cortante en el metal base no exceda al 40 % de la resistencia admitida por el metal base

\*\* Los esfuerzos permisibles en soldadura no pueden exceder los listados en la tabla anterior.

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

TABLA 3.1  
(Continuación)

TIPO DE SOLDADURA	ESFUERZOS EN SOLDADURA	ESFUERZOS PERMISIBLES
P E N E T R A C I O N  P A R T I C I P A L	Compresión normal al área efectiva	El mismo que para el metal base
	Tensión o compresión paralela al eje axial de la soldadura	El mismo que para el metal base
	Cortante sobre el área efectiva	0.30 de la resistencia nominal a tensión del metal de soldadura, siempre que el esfuerzo cortante en el metal base no exceda al 40 % de la resistencia admitida por el metal base
	Tensión normal al área efectiva	0.30 de la resistencia nominal a tensión del metal de soldadura, siempre que el esfuerzo cortante en el metal base no exceda al 60 % de la resistencia admitida por el metal base



### 3.5 Tamaño mínimo de soldadura de filete

Para asegurar un calentamiento y enfriamiento adecuado del área de soldadura, el espesor de ésta no debe ser menor que el tamaño indicado en la tabla siguiente:

Tamaño de filete [ mm ]	Espesor de la más gruesa de las partes soldadas [mm]	
3	6	
5	6	13
6	13	19
8	19	38
10	38	57
13	57	152
16	152	

(Basada en la tabla J2.4 del AISC)

### 3.6 Tamaño máximo de soldadura de filete

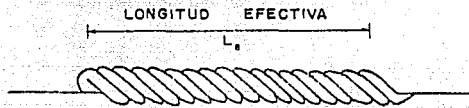
Para evitar que el metal base pueda llegar a cristalizarse, el espesor de la soldadura no debe ser mayor que los mencionados en la tabla siguiente:

Parte más delgada por conectar [in] [mm]		Espesor máximo de de soldadura [mm]
$t \leq 1/4$	$t \leq 6$	$w = t$
$t \geq 1/4$	$t \geq 6$	$w = t - (1/16)^*$

\* A menos que se especifique en los planos una dimensión igual a  $w$  para obtener un espesor total en la garganta.

### 3.7 Longitud mínima de soldadura

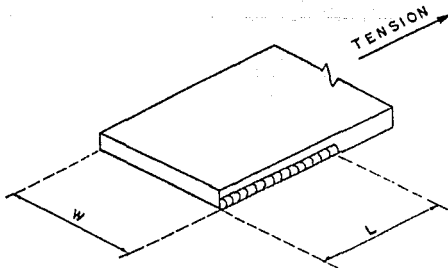
La longitud mínima efectiva de una soldadura de filete para resistir esfuerzos no será menor que cuatro veces la dimensión nominal de la misma, o dicho de otro modo, la dimensión de la soldadura no debe exceder la cuarta parte de su longitud efectiva (ver figura).



$$L_e \geq 4 w_e$$

$$w_e \leq L / 4$$

Si se usa únicamente soldadura de filete longitudinal en las conexiones extremas de miembros a tensión, compuestos de perfiles planos, la longitud de cada tramo de soldadura no será menor a la distancia perpendicular a ellas. El espaciado transversal de soldadura longitudinal de filete utilizada en conexiones extremas, no deberá exceder de 20 cm (8 in), a menos que por medio de otros recursos de diseño se evite la flexión transversal excesiva en la conexión (ver fig)

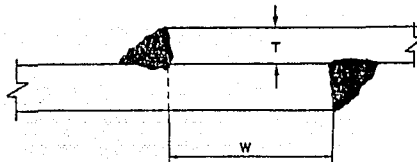


$$L \geq w$$

$$w \leq 8'' (20 \text{ cm.})$$

### 3.8 Ancho mínimo de traslape

El ancho mínimo de traslape en conexiones de este tipo no será menor que cinco veces el espesor de la pieza unida más delgada ni menor que 2.5 cm (1 in). Los traslapes de placas o barras sujetas a esfuerzos axiales llevarán soldadura de filete a lo largo de los cantos de ambas piezas, excepto donde la flexión de las mismas esté controlada para evitar aberturas en las uniones bajo las cargas máximas (ver figura).



$$1'' (2.5 \text{ cm}) \leq 5t \leq w$$

Las soldaduras laterales o en los extremos de las piezas deberán, cuando sea posible, continuarse dándoles vuelta en las esquinas una longitud no menor que dos veces el tamaño nominal de la soldadura; o no considerarla en la longitud de la misma.

### 3.9 Espesor efectivo

- En soldaduras de filete es la distancia más corta entre la raíz y el plano inclinado exterior.
- En soldaduras a tope de penetración completa, será el espesor de la parte más delgada a unir.
- En soldaduras en  $\nabla$  sencilla o bisel sencillo que no tengan abertura en la raíz, de penetración parcial, el espesor efectivo será 3 mm menor que el peralte efectivo de la  $\nabla$  o bisel.

- d) En soldaduras en "J" o "U" sencillas sin abertura en la raíz, de penetración parcial, el espesor será el mismo que el de la "J" o "U".

En soldaduras de penetración parcial el mínimo espesor efectivo será:

$$w_{min} = \sqrt{T/6}$$

donde:

T = Espesor de la parte más delgada [ mm ]

w<sub>min</sub> = Espesor mínimo de la soldadura [ mm ]

### 3.10 Espesor de soldadura requerido

Para calcular el espesor de una soldadura de una conexión se deberán seguir los pasos siguientes:

- Obtener los elementos mecánicos al centro de gravedad de la soldadura.
- Obtener las propiedades geométricas de dicha soldadura tratada como una línea de espesor unitario. (En la tabla 5.5 se presentan algunas formas de soldaduras típicas y sus propiedades geométricas).
- Calcular el máximo esfuerzo por unidad de longitud de soldadura.
- Con este esfuerzo y con el esfuerzo admisible de la soldadura obtener el espesor requerido. (Ver ejemplos de aplicación).

### 3.11 Capacidades de soldaduras de filete

Puede obtenerse la capacidad de una soldadura de filete, conociendo el área efectiva y el esfuerzo cortante permisible. La variable para definir el área efectiva es únicamente el tamaño de la soldadura, y el esfuerzo permisible sólo lo determina el tipo de electrodo.

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

Ahora bien, si:

$F_v$  = esfuerzo cortante permisible

$C_s$  = capacidad de soldadura de filete por unidad de longitud

$A_e$  = área efectiva por unidad de longitud.

$$C_s = A_e F_v = 0.7071 t (0.3 F_u) = 0.21213 t F_u$$

entonces, puede elaborarse una tabla de capacidades para los electrodos E-60 y E-70, eligiendo algunos espesores de soldadura.

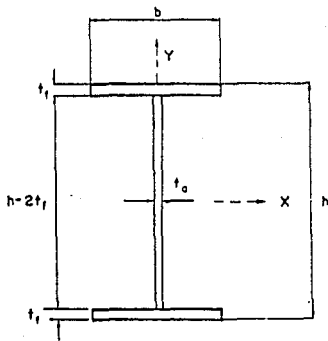
Capacidad de soldadura [kg/cm]

Tamaño (t) soldadura		Electrodos	
[in]	[mm]	E-60	E-70
3/16	5	426	497
1/4	6	568	663
5/16	8	710	829
3/8	10	852	994
1/2	13	1137	1326
5/8	16	1421	1657
7/8	22	1989	2320
1	25	2273	2552

## CAPITULO 4

### DISEÑO DE SOLDADURA Y CONEXIONES

#### 4.1 Diseño de soldadura unión alma-patín en vigas sección I



1º caso: Soldadura de filete corrida (2 cordones)

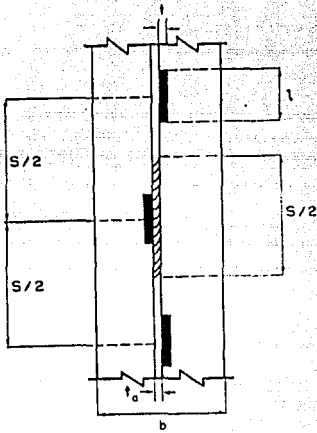
Si  $q = \frac{V_y}{b_y}$  ( fuerza unitaria uniformemente distribuida)

$$q = VQ/I$$

y siendo  $C_s$  la capacidad de soldadura por unidad de longitud, debe cumplirse:

$$2 C_s \geq q$$

Comparando  $q$  con la tabla de capacidades de soldadura de filete, se determina el tamaño de la soldadura requerido.



2º caso: Soldadura de filete intermitente (cordones alternados) en este caso el área de cortante tributaria, para cada cordón es:

$$A_v = t_a s/2$$

y si  $C_{cs}$  = capacidad de un cordón de soldadura de longitud L, resulta:

$$V_y / A_v = C_{cs}$$

$$V_y (t_a s/2) = C_{cs}$$

pero:

$$V_y t_a = q = VQ/I$$

$$S = 2 C_{cs} / q$$

3º caso: Soldadura de filete intermitente (cordones no alternados)

en este caso:  $A_v = S t_a$

$$V_y A_v = 2 C_{cs}$$

$$V_y (S t_a) = 2 C_{cs}$$

y, siendo:

$$V_y t_a = q = VQ/I$$

resulta:

$$S = 2 C_{cs} / q$$

Existen dos tipos principales de conexiones:

- 1) A cortante
- 2) A momento

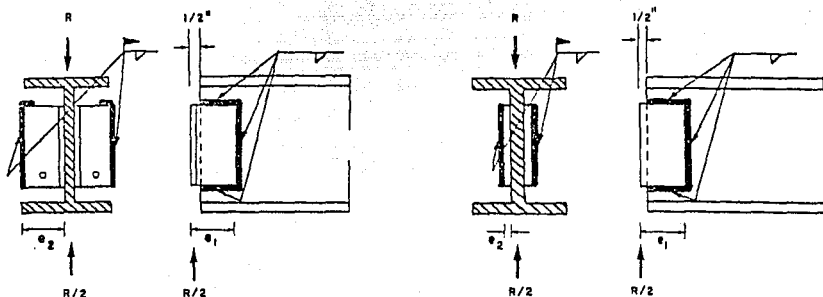
#### 4.2 Diseño de conexiones a cortante

##### 4.2.1 Conexiones en vigas

En este capítulo se tratarán las conexiones simples soldadas. Estas conexiones se diseñan para transmitir esfuerzos cortantes y

eliminar, prácticamente, la resistencia al momento: generalmente se emplean placas o ángulos soldados en el taller al alma de la viga, y a la columna o trabe en la obra.

Es común el uso de tornillos de montaje para el caso de los ángulos de conexión (ver figura).



a) Con ángulos de conexión

b) Con placas de conexión

### Conexiones a cortante

Los ángulos o placas de conexión están sujetos a cortante vertical, que es la reacción en el extremo de la viga, sin embargo esta reacción es excéntrica con respecto tanto a la soldadura de taller como a la soldadura de campo.

#### 4.2.2 Diseño de la conexión

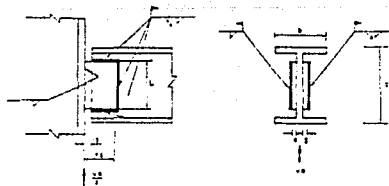
Tanto la soldadura de campo como la de taller deben resistir la fuerza cortante del extremo de la viga. El procedimiento de cálculo es similar al utilizar ya sean ángulos o placas:



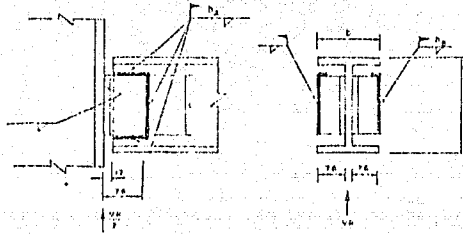
- a) Se determinan las dimensiones del ángulo o placa de conexión. La longitud  $L$  depende de la magnitud de la fuerza cortante que debe soportarse, pero está limitada por el peralte de la viga y los espacios requeridos para soldar. Esta longitud puede variar desde un máximo igual a la dimensión  $T$  del perfil de la viga soportada, hasta un mínimo igual a  $T/2$ . Generalmente, para una viga con peralte total  $d$  y ancho  $b$ , la longitud  $L$  se asume igual a  $d-b/2$ , y el ancho de la placa o ángulo es 3" (7.5 cm) que comúnmente es suficiente.
- b) Conocidas las dimensiones del ángulo o placa, se determinan las propiedades de la sección de soldadura de taller y de campo (asumiendo un espesor unitario):  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $I_x$ ,  $I_y$ ,  $I_p$ . Luego se calculan los esfuerzos que actuarán sobre la soldadura:  $r_s$ ,  $r_v$ ,  $r_h$ ,  $r$ .
- c) Finalmente se calcula el espesor de la soldadura de taller y de campo, y se revisa la capacidad a cortante del alma y del ángulo.

#### 4.2.3 Formación de tablas

Las tablas mostradas en el capítulo 5, fueron hechas para algunos perfiles IPR de acero A-36 que fabrica AHMSA (Altos Hornos de México) y siguiendo las especificaciones del AISC. En la página 34 se presenta un algoritmo para el diseño a cortante, que puede utilizarse para calcular la soldadura requerida con algún otro perfil.



a) Con placas de conexión [mm]  
Dimensiones de la soldadura



b) Con ángulos de conexión (mm)  
Dimensiones de la soldadura.

El dimensionamiento se hace tomando en cuenta la capacidad a cortante de los perfiles, que es:

$$VR = d \cdot t_w \cdot F_v$$

donde:

$F_v$  = Esfuerzo permisible a cortante, igual a  $0.4 F_u$

$d$  = Peralte de la sección laminada

$t_w$  = Espesor del alma de la sección

$VR$  = Fuerza cortante permisible de la sección laminada

La longitud  $l$ , de la placa o ángulo es:

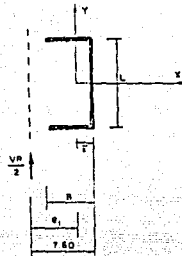
$$l = d - b/2$$

donde:

$b$  = Ancho del patín de la sección laminada

Ahora se calculan las propiedades de la sección de soldadura de la viga, asumiendo un espesor unitario (ver figura sig.).

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL



Propiedades de la soldadura de taller

$$B_y = B^2$$

$$l = 2B + L$$

$$x = B_y / l$$

$$I_y = 2 (B^3/12) + 2 [B (B/2 - x)^2] + L (x^2)$$

$$I_x = L/12 + 2 [B (L/2)^2]$$

$$J = I_y + I_x$$

Conocidas las propiedades de la soldadura, se determinan los esfuerzos a que estará sujeta:

$$r_s = \frac{VR/2}{l}$$

$$M_e = \frac{VR}{2} (e_1)$$

$$r_v = \frac{M_e}{J} (B - x)$$

$$r_h = \frac{M_e}{J} \left( \frac{L}{2} \right)$$

$$r = \sqrt{(r_s + r_v)^2 + (r_h)^2}$$

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

El espesor de la soldadura de la viga es:

$$h_a = \frac{r}{0.7071 F_v'}$$

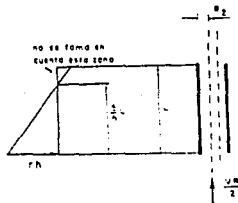
La tabla 5.1 de las ayudas de diseño sólo incluirá valores para electrodos E - 70, por lo tanto:

$$F_v' = 1475 \text{ kg/cm}^2$$

$$h_a = \frac{r}{1040}$$

Para soldadura de campo aplicada en la columna, la carga se transfiere a una distancia  $e_2$  como se muestra en la figura siguiente, y el momento en cada soldadura es:

$$M_w = \frac{VR}{2} (e_2)$$



a) Con placas de conexión



b) Con ángulos de conexión

La soldadura de campo está sujeta a un efecto de rotación que hace que los ángulos de conexión sean forzados contra el alma de la viga, y empujados en su base, tendiendo a cortar horizontalmente la

soldadura de filete. La práctica determina que es funcional considerar que el eje neutro está situado a  $1/6$  de la distancia hacia abajo desde la parte superior de los ángulos. El corte horizontal variará desde cero en este punto, hasta un máximo en la base de los ángulos.

De acuerdo a la figura anterior, el corte horizontal deberá situarse en el centro de gravedad del triángulo; como el par es producido por esta fuerza, debe ser igual y opuesto al momento externo, el valor de  $r_h$  se determina como sigue:

$$\left( \frac{1}{2} r_h \right) \left( \frac{5}{6} L \right) \left( \frac{2}{3} \right) \left( \frac{5}{6} L \right) = \left( \frac{VR}{2} \right) (e_2)$$

$$r_h = \frac{54 (VR) (e_2)}{25 (L)^2}$$

El esfuerzo de corte vertical es:

$$r_s = \frac{VR}{2L}$$

y el esfuerzo máximo:

$$r = \sqrt{(r_s)^2 + (r_h)^2}$$

El espesor de la soldadura de la columna es:

$$h_b = \frac{r}{0.7071 F_v'}$$

Análogamente al caso de la soldadura de taller, se tiene que:

$$F_v' = 1475 \text{ kg/cm}^2$$

$$h_b = \frac{r}{1040}$$

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

El espesor de los ángulos o placas de conexión debe ser normalmente 1/16 a 1/8 de pulgada mayor que el tamaño de la soldadura correspondiente, aunque es preferible tener espesores pequeños con objeto de reducir al mínimo la restricción al giro de la viga en su soporte.

Ahora bien, con todo lo anterior, es factible dar un algoritmo para el diseño a cortante, el cual queda como sigue:

a) Dimensiones del perfil y ángulo

$$\begin{array}{l} \text{Perfil: } b = \quad \quad \quad d = \quad \quad \quad t = \\ \text{Angulo: } 3'' \times 3'' \times \quad \quad L = d - b/2 \quad \quad \quad (a) \end{array}$$

b) Capacidad a cortante del perfil

$$VR = d t 0.4 F_y \quad (b)$$

c) Propiedades de la sección de soldadura de la viga

$$B_y = B^2 \quad (c)$$

$$I = 2B + L \quad (d)$$

$$x = B_y / I \quad (e)$$

$$I_y = 2(B^3/12) + 2[B(B/2 - x)^2] + L(x^2) \quad (f)$$

$$I_x = L^3/12 + 2[B(L/2)^2] \quad (g)$$

$$J = I_y + I_x \quad (h)$$

d) Esfuerzos reales

$$r_s = \frac{VR}{2I} \quad (i)$$

$$e_1 = 7.6 - x \quad (j)$$

$$M_e = \frac{VR}{2} e_1 \quad (k)$$

$$r_v = \frac{Me}{J} (B - x) \quad (l)$$

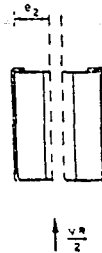
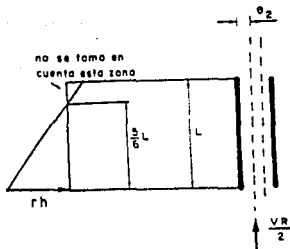
$$r_h = \frac{Me}{J} (L/2) \quad (m)$$

$$r = \sqrt{(r_s + r_v)^2 + (r_h)^2} \quad (n)$$

e) El espesor de la soldadura será para un electrodo E - 70:

$$h_a = r/1040 \quad (o)$$

Para soldadura de campo aplicada en la columna la carga se transfiere a una distancia  $e_2$ :



## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

### a) Esfuerzos reales

$$r_h = \frac{54 (VR) (e_2)}{25 (L)^2} \quad ( p )$$

$$r_s = \frac{V \cdot R}{2 \cdot L} \quad ( q )$$

$$r = \sqrt{(r_s)^2 + (r_h)^2} \quad ( r )$$

### b) El espesor de la soldadura será:

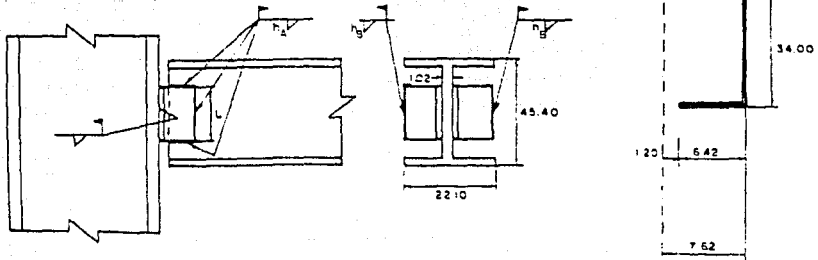
$$h_b = r/1040 \quad ( s )$$



## DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

### EJEMPLO DE APLICACION

Diseñar a cortante la conexión mostrada, empleando ángulos, para una IPR 18'' x 8 3/4'' x 95.4. Utilizar las especificaciones del A. I. S. C., electrodos E - 70 y acero A - 36.



Solución:

a) Dimensiones del perfil y ángulo

Perfil:  $b = 22.1 \text{ cm}$      $d = 45.4 \text{ cm}$      $t = 1.02 \text{ cm}$

Ángulo:  $3'' \times 3'' \times 1/4''$

$$L = 45.4 - 22.1/2 = 34 \text{ cm}$$

b) Capacidad a cortante del perfil

$$VR = (45.4)(1.02) 0.4 (2530) = 46.864 \text{ kg}$$

c) Propiedades de la sección de soldadura de la viga

$$B = 7.62 - 1.2 = 6.42 \text{ cm}$$

$$B_y = (6.42)^2 = 41 \text{ cm}$$

$$l = 2(6.42) + (34) = 46.84 \text{ cm}$$

$$x = (41)/(46.84) = 0.88 \text{ cm}$$

$$I_y = 2[(6.42)^3/12] + 2[(6.42)[(6.42)/2 - (0.88)]^2] + 34(0.88)^2$$

$$I_y = 140.14 \text{ cm}^4$$

$$I_x = (34)^3/12 + 2[(6.42)[(34)/2]^2] = 6.986.1 \text{ cm}^4$$

$$J = 140.14 + 6986.1 = 7.126.2 \text{ cm}^4$$

d) Esfuerzos reales

$$\tau_s = \frac{48864}{2(46.84)} = 500.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_y = 7.6 - 0.88 = 6.72 \text{ cm}$$

$$M_e = \frac{48864}{2} (6.72) = 157.463 \text{ kg-cm}$$

$$\tau_v = \frac{157.463}{7.126.2} (6.42 - 0.88) = 122.41 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_h = \frac{157.463}{7.126.2} (34/2) = 375.64 \text{ kg/cm}^2$$

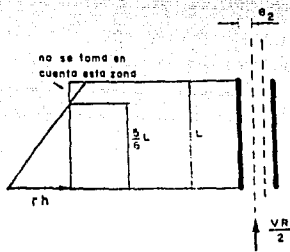
$$\tau = \sqrt{(500.3 + 122.41)^2 + (375.64)^2} = 727.24 \text{ kg/cm}^2$$

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

e) El espesor de la soldadura será para un electrodo E - 70:

$$h_a = 727.24/1040 = 0.70 \text{ cm}$$

Para soldadura de campo aplicada a la columna, la carga se transfiere a una distancia  $e_2$ :



a) Esfuerzos reales

$$r_h = \frac{54(46\ 864)(8.82)}{25(34)^2} = 772.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$r_s = \frac{46\ 864}{2(34)} = 689.20 \text{ kg/cm}^2$$

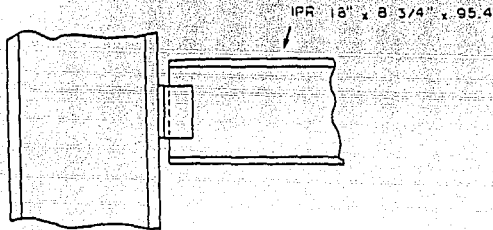
$$r = \sqrt{(689.2)^2 + (772.30)^2} = 1\ 035 \text{ kg/cm}^2$$

b) El espesor de la soldadura será:

$$h_b = 1\ 035/1040 = 1.0 \text{ cm}$$

EJEMPLO DE APLICACION

Diseñar a cortante, de acuerdo con la tabla 5.1, la conexión mostrada empleando ángulos, para una IPR 18'' x 8 3/4'' x 95.4. Utilizar las especificaciones del AISC, electrodos E - 70 y acero A - 36.



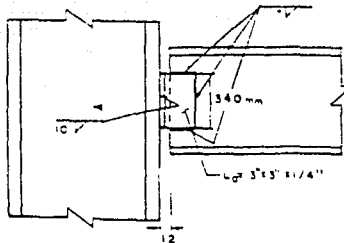
De acuerdo con la tabla 5.1, se tiene:

$$L_c = 35 \text{ cm}$$

$$h_a = 6 \text{ mm}$$

$$h_b = 10 \text{ mm}$$

$$L_o = 3'' \times 3'' \times 1/4''$$



### 4.3 Diseño de conexiones a momento

#### 4.3.1 Conexiones en vigas

Las conexiones para vigas pueden ser clasificadas, según su propensión a girar, en los siguientes tipos:

- a) Conexiones rígidas. Son aquellas que no permiten rotación y transmiten, en su totalidad, el momento al empotramiento.
- b) Conexiones semirígidas. Son las que tienen una considerable resistencia a la rotación y desarrollan momentos de extremo apreciables.
- c) Conexiones simples. Estas permiten girar a los extremos de la viga, y sólo son capaces de resistir fuerza cortante.

Las conexiones semirígidas están limitadas tanto por las especificaciones, que sólo las permiten ante la evidencia de que resisten cierta cantidad del momento que soportan las conexiones rígidas, como por el análisis, que estaría entre el de una estructura de vigas simples y el de una de vigas continuas.

Las conexiones más utilizadas son las de los tipos rígido o simple, y de éstas, las soldadas son más populares porque son a menudo más fáciles de construir que las atornilladas, además de otras ventajas, como la economía por la reducción en el peso de acero.

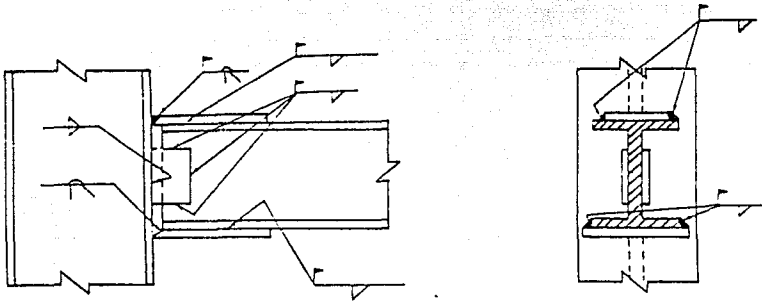
Para el diseño correcto de conexiones soldadas de vigas, se deben conocer las condiciones de esfuerzo del elemento y la forma de transmitirlos por medio de las conexiones soldadas. Si se trata de transmisión de esfuerzos de flexión en vigas, las soldaduras necesitan localizarse primordialmente en los patines de la viga; para el caso de los esfuerzos de corte en vigas, que en su mayor parte se presentan en el alma, la soldadura necesita colocarse en ella.

En esta parte se tratarán las conexiones rígidas soldadas.

#### 4.3.2 Conexiones soldadas resistentes a momento

Estas conexiones se diseñan para resistir la totalidad de los momentos dados por el análisis de cargas.

La siguiente figura muestra un tipo muy común de conexión resistente a momento.



Conexión resistente a momento

En la conexión, las fuerzas de tensión y compresión de los patines de la viga, son transferidos por soldadura de filete a las placas y por soldadura a tope, de las placas a las columnas.

Aún cuando puede ser empleada la soldadura de filete para hacer la conexión, entre los patines de la viga y la columna, la soldadura a tope de bisel es más fuerte y más económica que la soldadura de doble filete, por lo que es más recomendable.

#### 4.3.3 Diseño de la conexión

La soldadura, como cada una de las placas, debe tener dimensiones para resistir una de las fuerzas de un par, cuyo momento es igual al del extremo de la viga, es decir:

$$F = M/d$$

donde:

F = Fuerza debida al momento [ton]

M = Momento en el extremo de la viga [ton-m]

d = Peralte de la viga [m]

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

- a) Una vez determinada la fuerza F, se calcula el ancho y el espesor de cada placa, a partir del ancho del perfil de la viga (b) y del esfuerzo permisible a tensión o compresión ( $F_t$ ).

$$A = F/F_t$$

donde:

A = Area de la placa

- b) Conocido el espesor de las placas, se propone un tamaño de soldadura de filete (D) y se calcula la longitud (L).

$$L = \frac{F}{0.7071 F_v' D}$$

donde:

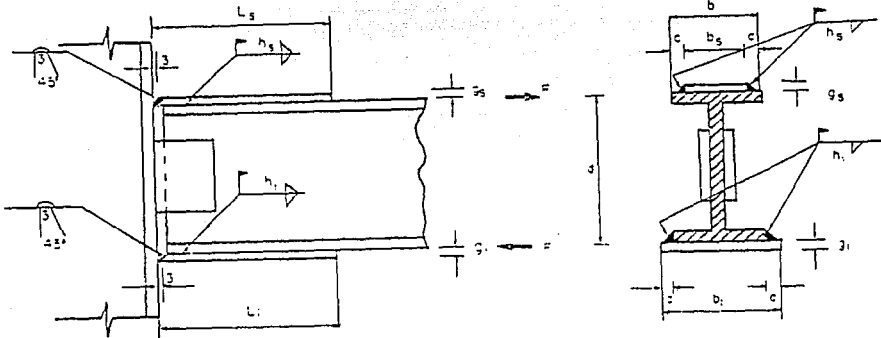
$F_v'$  = Esfuerzo permisible de la soldadura

D = Tamaño de la soldadura

- c) Conocida la longitud de soldadura requerida, se determina la longitud de las placas.

4.3.4 Formación de tablas

Las tablas que se muestran en el capítulo 5, fueron hechas para algunos perfiles IPR de acero A - 36 que fabrica AHMSA, siguiendo las especificaciones del AISC. En la página 46 se presenta un algoritmo para el diseño a momento, que puede utilizarse para calcular la soldadura requerida con algún otro perfil.



Dimensiones de las placas y las soldaduras para la conexión

De la figura anterior se tiene:

$$F = MR/d$$

pero:

$$MR = S F_b$$

donde:

MR = Momento resistente de la sección laminada de la viga

S = Módulo de la sección

$F_b$  = Esfuerzo permisible a la flexión



Se asumirá un valor de  $F_b = 0.66 F_y = 1670 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual quiere decir que se diseñará la conexión para que resista el momento máximo que resiste la sección de la viga considerándola como compacta y soportada lateralmente.

Sustituyeno MR:

$$F = \frac{S F_b}{d} = \frac{S}{d} F_b$$

Los valores de  $S \text{ [cm}^3\text{]}$  y  $d \text{ [cm]}$  son datos para cada perfil.

Conocido el valor de  $F \text{ [kg]}$ , se puede determinar el área  $\text{[cm}^2\text{]}$  de las placas superior e inferior.

$$A_s = A_i = F/F_t$$

además:

$$F_t = 0.6 F_y = 1\ 520 \text{ kg/cm}^2$$

y

$$A_s = b_s g_s$$

$$A_i = b_i g_i$$

pero por recomendación del AISC:

$$b_s = b - 2 c$$

$$b_i = b + 2 c$$

sustituyendo:

$$b_s g_s = \frac{F}{F_t} = \frac{F}{1\ 520}$$

$$g_s = \frac{F}{1\ 520 b_s}$$

análogamente:

$$g_1 = \frac{F}{1520 b_1}$$

Ahora se proponen los valores de  $h_s$  y  $h_1$  [cm] para calcular  $L_s$  y  $L_1$  [cm].

$$L_s = \frac{F}{2 (0.7071 F_v' h_s)}$$

$$L_1 = \frac{F}{2 (0.7071 F_v' h_1)}$$

Las tablas sólo incluirán valores para electrodos E-70, por lo tanto:

$$F_v' = 1475 \text{ kg/cm}^2$$

y

$$L_s = \frac{F}{2086 h_s}$$

$$L_1 = \frac{F}{2086 h_1}$$

La soldadura a tope que se muestra en la figura anterior es típica para cualquiera de las secciones de las tablas.

De igual forma que en el caso anterior, es factible dar un algoritmo para el diseño a momento, quedando como sigue:

a) Determinación de "F" a partir del perfil

$$F_b = 0.66 F_y \quad (A)$$

$$F = \frac{S}{d} F_b \quad (B)$$

b) Espesor y ancho de las placas

$$F_t = 0.6 F_y \quad ( C )$$

$$A = \frac{F}{F_t} \quad ( D )$$

Por recomendación del AISC:  $c = 2.55 \text{ cm}$

$$b_s = b - 2c \quad ( E )$$

$$b_l = b + 2c \quad ( F )$$

pero:

$$b_s g_s = A_s \quad ( G )$$

$$b_l g_l = A_l \quad ( H )$$

$$g_s = \frac{A_s}{b_s} \quad ( I )$$

$$g_l = \frac{A_l}{b_l} \quad ( J )$$

c) Se proponen los valores de  $h_s$  y  $h_l$  para calcular  $L_s$  y  $L_l$

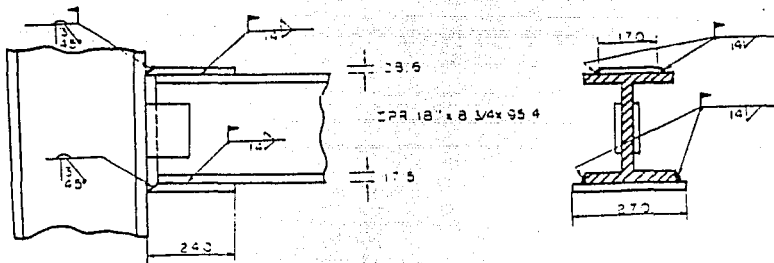
$$L_s = \frac{F}{2086 h_s} \quad ( K )$$

$$L_l = \frac{F}{2086 h_l} \quad ( L )$$

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

EJEMPLO DE APLICACION

Diseñar a momento, la conexión mostrada, para una viga IPR 18'' x 8 x 95.4. Utilizar las especificaciones del AISC, electrodos E - 70 y acero A - 36.



Solución:

a) Determinación de "F" a partir del perfil

$$F_b = 0.66 (2530) = 1670 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = \frac{(1917)}{(45.4)} (1670) = 70515 \text{ kg}$$

b) Espesor y ancho de las placas

$$F_t = 0.6 (2530) = 1520 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \frac{(70515)}{(1520)} = 46.4 \text{ cm}^2$$

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

Por recomendación del AISC  $c = 2.55 \text{ cm}$

$$b_s = 22.1 - 2(2.55) = 17 \text{ cm}$$

$$b_i = 22.1 + 2(2.55) = 27 \text{ cm}$$

pero:

$$b_s g_s = 46.4 \text{ cm}^2$$

$$b_i g_i = 46.4 \text{ cm}^2$$

$$g_s = \frac{(46.4)}{(17)} = 2.7 \text{ cm}$$

$$g_i = \frac{(46.4)}{(27)} = 1.72 \text{ cm}$$

c) Se proponen los valores de  $h_s$  y  $h_i$  para calcular  $L_s$  y  $L_i$ :

$$h_s = 1.43 \text{ cm}$$

$$h_i = 1.43 \text{ cm}$$

$$L_s = \frac{(70 \ 515)}{2 \ 086 (1.43)} = 24 \text{ cm}$$

$$L_i = \frac{(70 \ 515)}{2 \ 086 (1.43)} = 24 \text{ cm}$$

EJEMPLO DE APLICACION

Diseñar a momento, y de acuerdo con la tabla 5.2, la conexión mostrada, para una viga IPR 18'' x 8'' x 95.4. Utilizar las especificaciones del AISC, electrodos E - 70 y acero A - 36.

Solución:

De acuerdo con la tabla 5.2, se tiene:

$$b_s = 17 \text{ cm}$$

$$b_l = 27 \text{ cm}$$

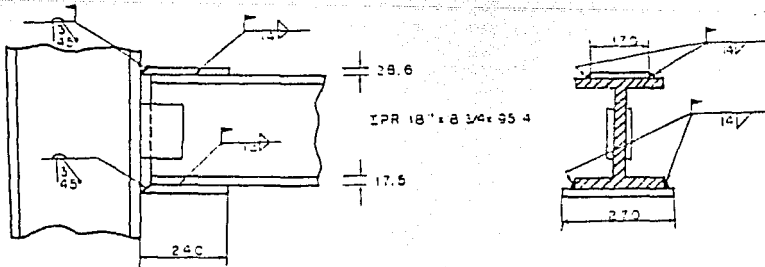
$$g_s = 28.6 \text{ mm}$$

$$g_l = 17.5 \text{ mm}$$

$$h_s = h_l = 14.3 \text{ mm}$$

$$L_s = L_l = 24 \text{ cm}$$

por lo tanto la conexión queda de la manera siguiente:



## CAPITULO 5

### AYUDAS DE DISEÑO

DISEÑO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

TABLA 5.1

DIMENSIONES DE PLACAS, ANGULOS Y SOLDADURAS  
PARA CONEXIONES A CORTANTE

IPR	d	t <sub>a</sub>	VR	b	PLACAS*				ANGULOS*			
					L <sub>c</sub>	h <sub>A</sub>	g	h <sub>B</sub>	h <sub>A</sub>	h <sub>B</sub>	L <sub>o</sub>	
[ln ln kg/m]	[cm]	[cm]	[kg]	[cm]	[cm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
6x4x12.7	14.8	0.43	6440	10.0	10	5	8	5	5	10	3x3x3/16	
6x4x17.9	15.2	0.58	8922	10.2	10	5	8	5	5	16	3x3x3/16	
6x4x23.8	15.9	0.66	10620	10.2	11	6	10	5	6	16	3x3x3/16	
8x4x14.9	20.1	0.43	8747	10.0	15	5	8	5	5	6	3x3x3/16	
8x4x19.4	20.3	0.58	11915	10.2	15	5	8	5	5	10	3x3x3/16	
8x4x22.4	20.6	0.62	12925	10.2	15	5	8	5	5	10	3x3x3/16	
8x5x25.8	20.3	0.58	11915	13.3	13	5	10	5	5	13	3x3x3/16	
8x5x29.8	20.6	0.63	13134	13.3	14	6	10	5	6	13	3x3x3/16	
10x4x17.1	25.1	0.46	11685	10.0	20	5	8	5	5	6	3x3x3/16	
10x4x22.4	25.4	0.58	14909	10.2	20	5	8	5	5	6	3x3x3/16	
10x4x25.3	25.7	0.61	15865	10.2	20	5	8	5	5	6	3x3x3/16	
10x4x28.3	26.0	0.64	16840	10.2	21	5	8	5	5	8	3x3x3/16	
10x5x31.3	25.1	0.61	15495	14.6	18	5	8	5	5	8	3x3x3/16	
10x5x37.3	25.6	0.64	16581	14.6	18	5	10	5	5	10	3x3x3/16	
10x5x43.2	25.9	0.78	19134	14.7	18	6	10	6	6	10	3x3x3/16	
12x4x20.9	30.2	0.51	15587	10.0	25	5	8	5	5	5	3x3x3/16	
12x4x24.6	30.5	0.58	17902	10.2	25	5	8	5	5	6	3x3x3/16	
12x4x28.3	30.9	0.61	19075	10.2	26	5	8	5	5	6	3x3x3/16	
12x4x32.8	31.3	0.66	20906	10.2	26	5	8	5	5	6	3x3x3/16	
12x6x0.3	30.4	0.61	18767	16.5	22	5	8	5	5	8	3x3x3/16	
12x6x46.2	30.7	0.67	20816	16.6	22	5	10	5	5	8	3x3x3/16	
12x6x53.7	31.1	0.77	24234	16.7	22	6	10	6	6	10	3x3x3/16	

\* ACERO A-36

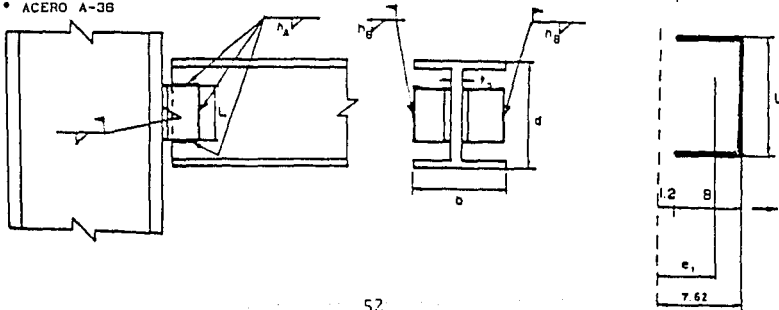




TABLA 5.1  
CONTINUACION

IPR	d	t <sub>a</sub>	VR	b	PLACAS				ANGULOS		
					L <sub>c</sub>	h <sub>A</sub>	g	h <sub>B</sub>	h <sub>A</sub>	h <sub>B</sub>	L <sub>o</sub>
(in in kg/m)	[cm]	[cm]	[kg]	[cm]	[cm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
12x8x59.8	30.3	0.75	22998	20.3	20	6	10	6	6	10	3x3x1/4
12x8x67.1	30.6	0.85	26322	20.4	20	6	11	6	6	13	3x3x1/4
12x8x74.5	30.9	0.94	29395	20.5	20	8	11	8	8	13	3x3x1/4
14x6 <sup>3</sup> x44.7	35.2	0.69	24579	17.1	26	5	10	5	5	8	3x3x3/16
14x6 <sup>3</sup> x50.7	35.6	0.78	26300	17.1	27	5	10	5	5	8	3x3x3/16
14x6 <sup>3</sup> x56.6	35.9	0.79	28701	17.2	27	6	10	6	6	8	3x3x3/16
14x8x64.1	34.7	0.78	27391	20.3	24	6	10	6	6	10	3x3x3/16
14x8x71.5	35.1	0.86	30548	20.4	25	6	10	6	6	10	3x3x1/4
14x8x79.0	35.4	0.94	33675	20.5	25	6	11	6	6	10	3x3x1/4
16x7x53.6	40.3	0.76	30996	17.7	31	6	10	5	6	6	3x3x3/16
16x7x59.6	40.6	0.78	32048	17.8	31	6	10	5	6	8	3x3x3/16
16x7x67.4	40.9	0.88	36424	17.9	32	6	10	6	6	8	3x3x1/4
16x7x74.5	41.3	0.96	40124	18.0	32	6	10	6	6	8	3x3x1/4
18x8 <sup>3</sup> x95.4	45.4	1.02	46864	22.1	34	6	11	6	6	10	3x3x1/4
18x8 <sup>3</sup> x104.3	45.7	1.11	51336	22.2	34	8	11	8	8	10	3x3x1/4
18x8 <sup>3</sup> x114.7	46.1	1.21	56450	22.3	35	8	13	8	8	10	3x3x5/16
18x8 <sup>3</sup> x126.7	46.5	1.34	63058	22.4	35	10	13	8	10	10	3x3x5/16
18x11 <sup>3</sup> x140.0	46.1	1.30	60649	29.8	31	10	14	10	10	13	3x3x3/8
18x11 <sup>3</sup> x156.5	46.5	1.41	66352	29.9	31	10	16	10	10	16	3x3x3/8
18x11 <sup>3</sup> x170.0	46.9	1.51	71669	30.1	32	10	16	10	10	16	3x3x7/16

• ACERO A-36

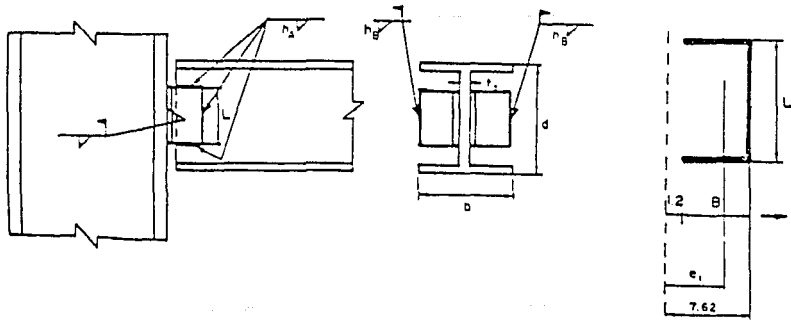


TABLA 5.2  
DIMENSIONES DE PLACAS Y SOLDADURAS  
PARA CONEXIONES A MOMENTO

IPR	d	b	S	S/d	F	2c	b <sub>s</sub>	b <sub>1</sub>	e <sub>s</sub> calc	e <sub>s</sub> real	e <sub>1</sub> calc	e <sub>1</sub> real	h <sub>s</sub>	h <sub>1</sub>	l <sub>s</sub>	L <sub>1</sub>
[in in kg/m]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> /cm]	[kg]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm]	[cm]
6x4x12.7	14.8	10.0	83	5.6081	9364	2.8	7	13	0.83	9.5	0.49	4.8	4.8	4.8	10	10
6x4x17.9	15.2	10.2	119	7.8289	13078	2.8	7	13	1.16	12.7	0.66	7.9	6.4	6.4	10	10
6x4x23.8	15.9	10.2	165	10.3774	17328	2.8	7	13	1.54	17.5	0.88	9.5	6.4	6.4	13	13
8x4x14.9	20.1	10.0	127	6.3184	10500	2.6	7	13	0.94	11.1	0.55	6.4	4.8	4.8	11	11
8x4x19.4	20.3	10.2	162	7.9508	13300	2.6	8	13	1.15	12.7	0.68	7.9	6.4	6.4	10	10
8x4x22.4	20.6	10.2	193	9.8689	15644	2.8	7	13	1.89	15.9	0.79	7.9	6.4	6.4	12	12
8x5x25.5	20.3	13.3	231	11.8793	19901	2.8	11	16	1.19	12.7	0.73	7.9	6.4	6.4	15	15
8x5x29.8	20.6	13.3	279	13.5437	22615	3.2	10	17	1.47	15.9	0.90	9.5	7.9	7.9	14	14
10x4x17.1	25.1	10.0	172	6.8526	11442	2.6	7	13	1.02	11.1	0.60	6.4	4.8	4.8	12	12
10x4x22.4	25.4	10.2	226	8.8576	14857	2.8	7	13	1.32	14.3	0.75	7.9	6.4	6.4	12	12
10x4x25.3	25.7	10.2	265	10.3113	17216	3.2	7	13	1.82	17.5	0.85	9.5	7.9	7.9	11	11
10x4x28.3	26.0	10.2	308	11.8462	19761	3.2	7	13	1.86	19.1	0.97	11.1	7.9	7.9	12	12
10x5x21.3	25.1	14.6	301	14.0289	23417	3.2	11	18	1.35	14.3	0.87	9.5	7.9	7.9	15	15
10x5x27.3	25.6	14.6	432	16.8750	28178	3.6	11	18	1.69	17.5	1.02	11.1	9.5	9.5	15	15
10x5x30.2	25.9	14.7	505	19.4381	32508	3.6	11	18	1.93	22.2	1.17	12.7	9.5	9.5	17	17
12x4x20.9	30.2	10.0	243	8.0464	13456	2.8	7	13	1.23	12.7	0.69	7.9	6.4	6.4	11	11
12x4x24.6	30.5	10.2	286	9.3770	15888	2.8	7	13	1.39	15.9	0.79	7.9	6.4	6.4	12	12
12x4x28.3	30.9	10.2	340	11.3269	18514	3.2	7	13	1.78	19.1	0.93	9.5	7.9	7.9	12	12
12x4x32.6	31.3	10.2	414	13.2268	22036	3.2	7	13	2.08	22.2	1.08	11.1	7.9	7.9	14	14
12x6x40.3	30.4	16.5	558	18.3553	30250	3.6	13	20	1.56	15.9	1.00	11.1	9.5	9.5	16	16
12x6x46.2	30.7	16.6	645	21.0998	35032	3.6	13	20	1.78	19.1	1.14	12.7	9.5	9.5	18	18
12x6x53.7	31.1	16.7	752	24.1801	40346	4.2	13	21	2.13	22.2	1.27	12.7	11.1	11.1	18	18

54

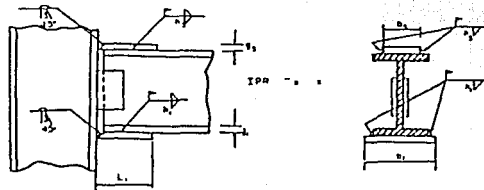


TABLA 5.2  
DIMENSIONES DE PLACAS Y SOLDADURAS  
PARA CONEXIONES A MOMENTO

IPR	d	b	S	S/d	F	2c	b <sub>s</sub>	b <sub>1</sub>	g <sub>s</sub> calc	g <sub>s</sub> real	g <sub>1</sub> calc.	g <sub>1</sub> real	h <sub>s</sub>	h <sub>1</sub>	L <sub>s</sub>	L <sub>1</sub>
{in in kg/m}	{cm}	{cm}	{cm <sup>3</sup> }	{cm <sup>3</sup> /cm}	{kg}	{cm}	{cm}	{cm}	{cm}	{mm}	{cm}	{mm}	{mm}	{mm}	{cm}	{cm}
12x8x59.6	30.3	20.3	850	28.0528	46843	4.2	16	25	1.91	22.2	1.26	12.7	11.1	11.1	21	21
12x8x67.1	30.6	20.4	953	31.1438	52004	4.2	16	25	2.11	22.2	1.39	14.3	12.7	12.7	20	20
12x8x74.5	30.9	20.5	1060	34.3042	57281	4.2	16	25	2.31	25.4	1.53	15.9	12.7	12.7	22	22
14x6x44.7	35.2	17.1	665	19.4662	34495	3.6	14	21	1.58	15.9	1.03	11.1	9.5	9.5	17	17
14x6x50.7	35.6	17.1	735	22.3115	37289	3.6	14	21	1.82	19.1	1.19	12.7	9.5	9.5	19	19
14x6x56.6	35.9	17.2	835	24.6394	41629	3.6	14	21	2.01	22.2	1.32	14.3	11.1	11.1	18	18
14x8x64.1	34.7	20.3	1037	29.5965	49420	4.2	16	25	2.02	22.2	1.33	14.3	11.1	11.1	22	22
14x8x71.5	35.1	20.4	1150	32.4685	54709	4.2	16	25	2.22	22.2	1.46	14.3	12.7	12.7	21	21
14x8x79.0	35.4	20.5	1275	36.0169	60141	4.2	16	25	2.43	25.4	1.60	15.9	12.7	12.7	23	23
16x7x51.6	40.3	17.7	923	22.9032	38244	4.2	14	22	1.86	19.1	1.15	12.7	11.1	11.1	17	17
16x7x59.6	40.6	17.8	1045	25.6852	43330	4.2	14	22	2.10	22.2	1.30	14.3	11.1	11.1	19	19
16x7x67.1	40.9	17.9	1185	28.6376	48370	4.2	14	22	2.34	25.4	1.44	15.9	12.7	12.7	19	19
16x7x74.5	41.3	18.0	1332	32.0097	53450	4.2	14	22	2.55	28.6	1.58	17.5	12.7	12.7	21	21
18x3x35.4	15.4	22.1	1517	62.3317	85507	4.8	17	27	2.68	28.6	1.72	17.5	14.3	14.3	24	24
18x3x40.3	15.7	22.2	1660	65.9519	96730	4.8	17	27	2.90	31.8	1.87	19.1	15.9	15.9	24	24
18x3x44.7	16.1	22.3	1813	70.8888	104106	4.8	18	27	3.16	34.9	2.04	22.2	15.9	15.9	26	26
18x3x49.6	16.5	22.4	2003	75.6108	118557	4.8	18	27	3.43	38.9	2.22	25.4	15.9	15.9	28	28
18x11x144.0	46.1	29.3	3051	66.6315	109424	5.4	25	35	2.95	31.8	2.05	22.2	17.5	17.5	30	30
18x11x156.5	46.5	29.9	3313	71.1723	118689	5.4	25	35	3.19	34.9	2.22	25.4	17.5	17.5	31	31
18x11x170.9	46.9	30.1	3609	74.9170	129486	5.4	25	36	3.42	38.9	2.38	27.4	19.1	19.1	31	31

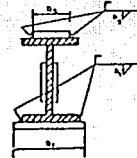
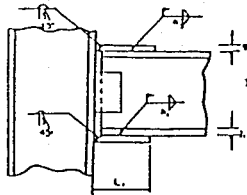


TABLA 5.3

FORMA b= ANCHO d= PERALTE	FLEXION ALREDEDOR DEL EJE X-X	TORSION ALREDEDOR DEL CG DE LA SOLD.
	$S_w = \frac{d^3}{6} \text{ in.}^2$	$J_w = \frac{d^3}{12} \text{ in.}^3$
	$S_w = \frac{d^3}{3}$	$J_w = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$S_w = bd$	$J_w = \frac{b^3 + 3bd^2}{6}$
	$S_w = \frac{4bd + d^2}{6} = \frac{d^2(4b+d)}{6(4b+d)}$ FIBRA: SUP. INF.	$J_w = \frac{(b+d)^3 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$S_w = bd + \frac{d^2}{6}$	$J_w = \frac{(2b+d)^3}{12} - \frac{b^2(b+d)^2}{(2b+d)}$
	$S_w = \frac{2bd + d^2}{3} = \frac{d^2(2b+d)}{3(b+d)}$ FIBRA: SUP. INF.	$J_w = \frac{(b+2d)^3}{12} - \frac{d^2(b+d)^2}{(b+2d)}$
	$S_w = bd + \frac{d^2}{3}$	$J_w = \frac{(b+d)^3}{6}$
	$S_w = \frac{2bd + d^2}{3} = \frac{d^2(2b+d)}{3(b+d)}$ FIBRA: SUP. INF.	$J_w = \frac{(b+2d)^3}{12} - \frac{d^2(b+d)^2}{(b+2d)}$
	$S_w = \frac{4bd + d^2}{3} = \frac{4bd^2 + d^3}{6b + 3d}$ FIBRA: SUP. INF.	$J_w = \frac{d^3(4b+d)}{6(b+d)} + \frac{b^3}{6}$
	$S_w = bd + \frac{d^2}{3}$	$J_w = \frac{b^3 + 3bd^2 + d^3}{6}$
	$S_w = 2bd + \frac{d^2}{3}$	$J_w = \frac{2b^3 + 6bd^2 + d^3}{6}$
	$S_w = \frac{\pi d^2}{4}$	$J_w = \frac{\pi d^3}{4}$
	$I_w = \frac{\pi d}{2} \left( D^2 + \frac{d^2}{2} \right)$ $S_w = \frac{I_w}{c}$ DONDE $c = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{2}$	

## APENDICE " A "

### SIMBOLOS DE SOLDADURA

NOTA: LOS APENDICES A, B y C, SON UNA TRADUCCION DE LAS NORMAS A.W.S.

#### 1. SIMBOLOS BASICOS

##### 1.1 Distinción entre símbolos de soldadura y símbolos de soldar

Esta norma hace una distinción entre los términos símbolo de soldadura (Weld Symbol) y símbolo de soldar (Welding Symbol). El símbolo de soldadura (fig 7) indica el tipo de soldadura, mientras que el símbolo de soldar (fig 3) es un método de representación en dibujos, del símbolo de soldadura, e incluye información suplementaria y consiste de los siguientes ocho elementos (no es necesario utilizarlos todos, a menos que sean requeridos para mayor claridad).

- Línea de referencia
- Flecha
- Símbolos básicos de soldadura
- Dimensiones y otros datos
- Símbolos suplementarios
- Símbolos de acabado
- Cola
- Especificación, proceso y otras referencias

## 1.2 Ilustraciones

Los ejemplos dados, incluyendo dimensiones, sólo son ilustrativos y están encaminados para facilitar la comunicación. Ellos no están destinados para representar prácticas de diseño o para remplazar códigos o requerimientos especificados.

## 1.3 Símbolos básicos de soldadura

Los símbolos básicos de soldadura serán como los mostrados en la fig 1. Los símbolos se dibujarán en la línea de referencia (mostrada punteada).

(RANURA O PREPARACION)							
RECTA	SESGADA	V	BISEL	U	J	V ACAMPANA NADA	BISEL ACAMPANA NADO

FILETE	TAPON O RANURA	PUNTO O PRO- YECCION	COSTURA	POR ATRAS O DE RES- PALDO (TRA- BAJAR RAZ)	ACABADO	PATIN	
						V ACAMPANA NADA	BISEL ACAMPANA NADO

Fig. 1 -SÍMBOLOS BÁSICOS DE SOLDADURA

#### 1.4 Símbolos suplementarios

Los símbolos suplementarios a utilizarse en conexión con los símbolos de soldadura serán como se muestra en la fig 2.

SOLDADURA TODO ALREDEDOR	S O L D A D U R A D E C A M P O	FUNDIR DE UN LADO A OTRO	MATERIAL DE RESPAL- DO O SEPA- RADOR	C O N T O R N O		
				ENRASE	CONVEXO	CONCAVO

Fig.2-SÍMBOLOS SUPLEMENTARIOS

#### 1.5 Localización estándar de elementos de un símbolo de soldar

Los elementos de un símbolo de soldar tendrán posiciones estándar respecto a cada uno de los otros, como se muestra en la fig 3. Las referencias de proceso y especificación deben mostrarse en la cola del símbolo de soldar.

### 2. TIPOS BASICOS DE JUNTAS Y SOLDADURAS

#### 2.1 Tipos básicos de juntas

Los tipos básicos de juntas se muestran en la fig 4.

#### 2.2 Soldaduras aplicables

Las soldaduras aplicables en tipos básicos de juntas están listadas en la fig 4.

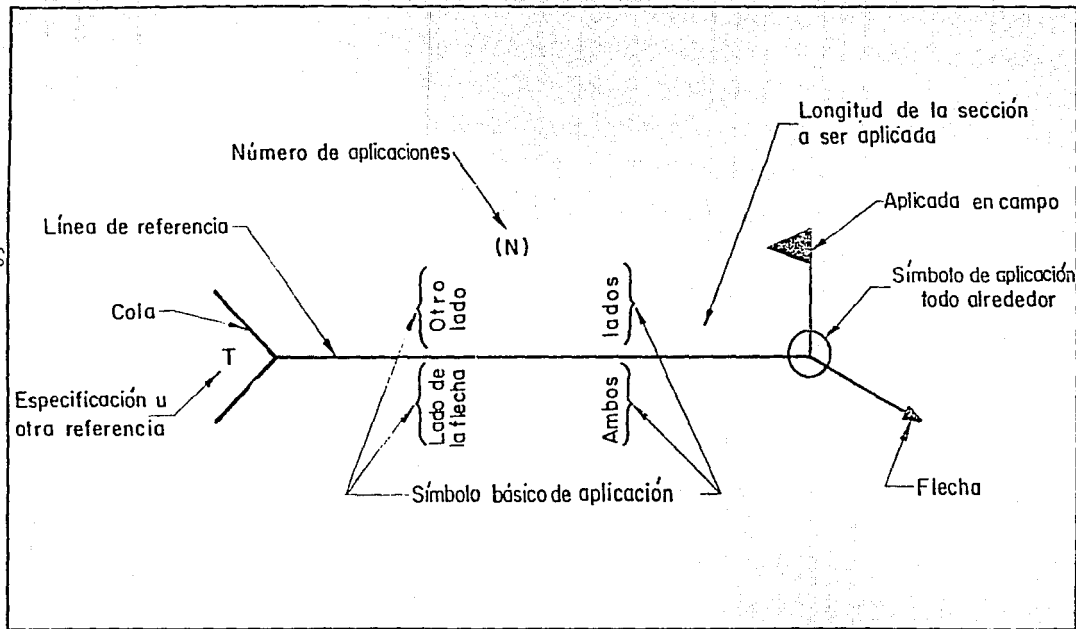


Fig. 3 - LOCALIZACION ESTANDAR DE ELEMENTOS



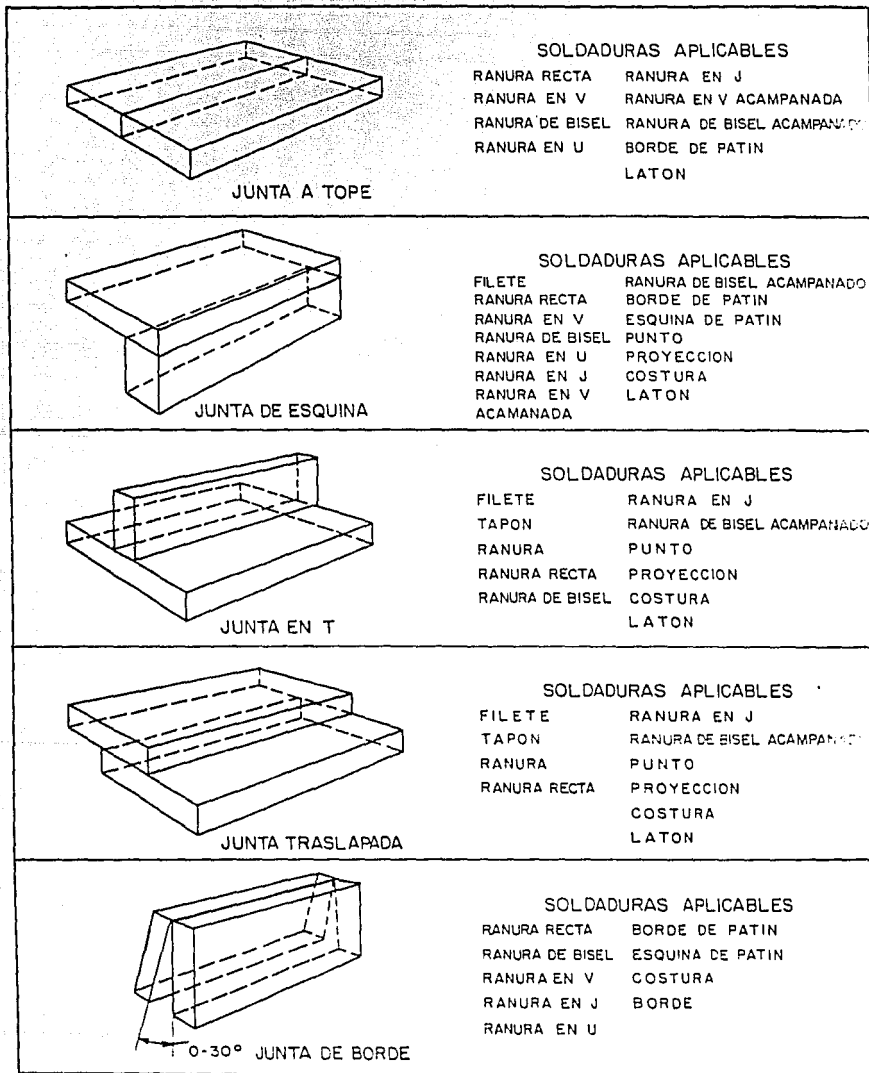
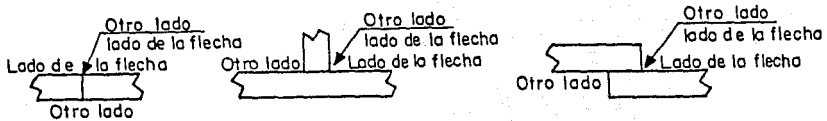


Fig.4-TIPOS BASICOS DE JUNTA  
61

### 3. ESTIPULACIONES GENERALES

#### 3.1 Significado de la posición de la flecha



##### 3.1.1 Símbolos de soldadura de filete, preparación y patin

Para estos símbolos, la flecha conectará la línea de referencia del símbolo de soldar a un lado de la junta y este lado de la junta será considerado "el lado de la flecha" de la junta. El lado opuesto al lado de la flecha de la junta, será considerado "el otro lado de la junta" (fig 5).

##### 3.1.2 Símbolos de soldadura de tapón, ranura, punto, costura y proyección

Para estos símbolos, la flecha conectará la línea de referencia del símbolo de soldar hacia la superficie exterior de uno de los miembros de la junta en la línea central de la soldadura deseada. El miembro hacia el cual apunta la flecha será considerado "el miembro del lado de la flecha". El otro miembro de la junta será "el miembro del otro lado".

##### 3.1.3 Símbolos sin significado de posición

Algunos símbolos de soldadura no tienen el significado del lado de la flecha o del otro lado, aunque símbolos suplementarios utilizados en unión con ellos, pueden tener dicho significado (ver 7.1.2 y 7.1.4).

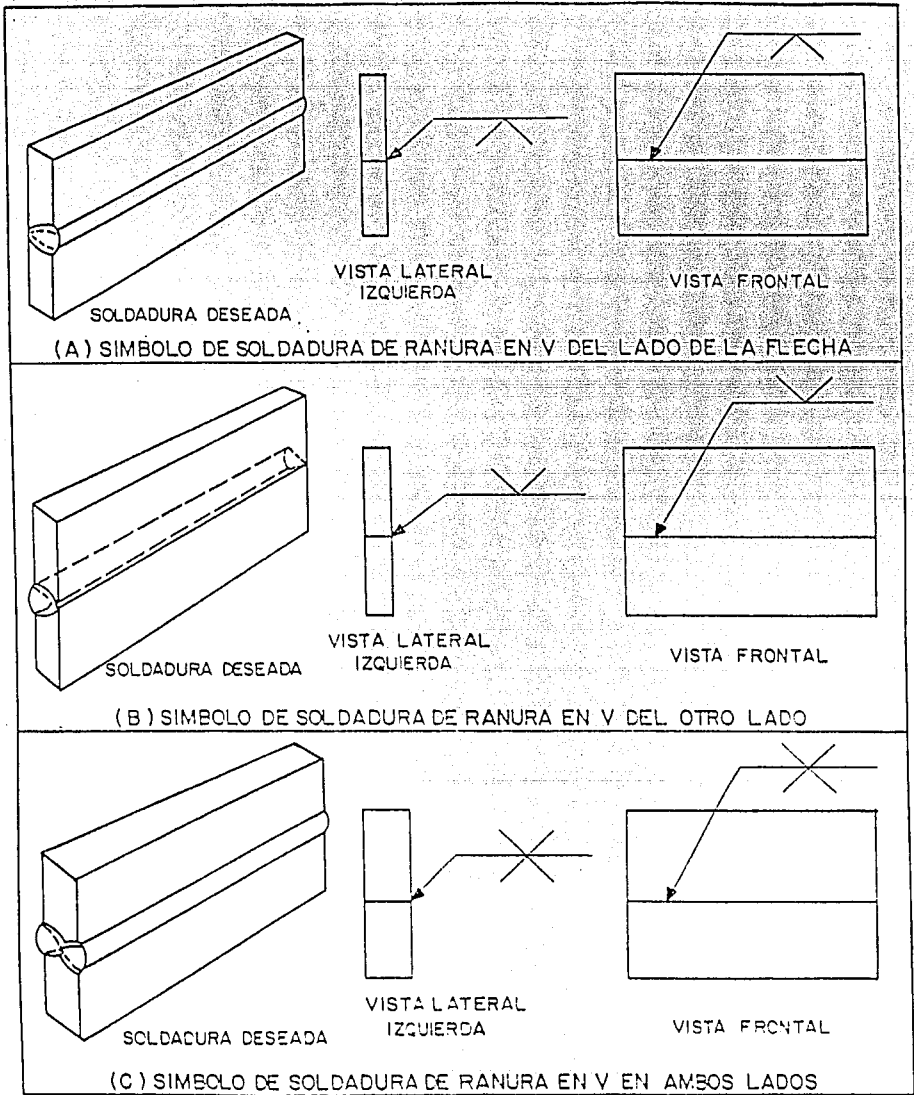
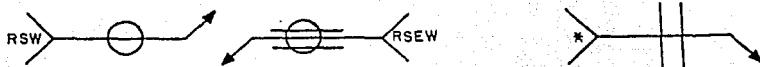


Fig 5-APLICACION DE LA CONVENCION DEL LADO DE LA FLECHA Y DEL OTRO LADO



### 3.2 Ubicación de la soldadura respecto a la junta

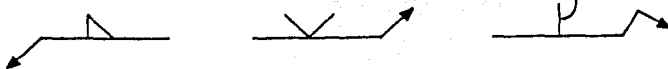
#### 3.2.1 Lado de la flecha

La soldadura en el lado de la flecha de la junta, se indica colocando el símbolo de la misma en el lado de la línea de referencia hacia el lector (ver 3.1.1)



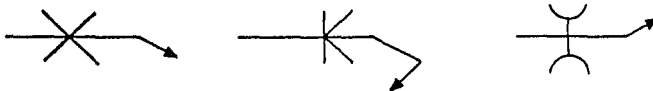
#### 3.2.2 Del otro lado

La soldadura en el otro lado de la junta se indica colocando el símbolo de la misma en el lado de la línea de referencia más alejado al lector (ver 3.1.1).



#### 3.2.3 Ambos lados

La soldadura en ambos lados de la junta se indica colocando símbolos de soldadura en ambos lados de la línea de referencia, del lado de y más alejado del lector (ver 3.1.1).



### 3.3 Método de dibujo de los símbolos

Los símbolos pueden dibujarse mecánicamente o a mano libre, según se desee. Los símbolos destinados a aparecer en publicaciones o de alta precisión pueden dibujarse con las dimensiones y proporciones mostradas en el apéndice c.

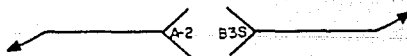
### 3.4 Unidades reglamentarias en US y unidades métricas

El mismo sistema de unidades que es estándar para los dibujos, será utilizado en símbolos de soldadura. No se utilizarán unidades dobles en símbolos de soldadura. Si se desea indicar conversiones de métricas a reglamentarias en US o viceversa, puede incluirse una tabla de conversiones en el dibujo. Para guía en normas de dibujo, se hace referencia al manual de dibujo ANSI Y14. Para guía en el uso de unidades métricas (SI) se hace referencia a la guía práctica métrica para la industria de la soldadura AWS A2 3-75.

### 3.5 Ubicación de una especificación, proceso u otra referencia

#### 3.5.1 Símbolos con referencia

Cuando una especificación proceso u otra referencia se utiliza con un símbolo de soldar, la referencia se coloca en la cola.



#### 3.5.2 Símbolos sin referencia

Cuando se desee, pueden utilizarse símbolos sin especificación, proceso u otra referencia, en las circunstancias siguientes:

- Cuando una nota como la siguiente aparece en el dibujo: "salvo indicación contraria, todas las soldaduras deben hacerse de acuerdo con la especificación No \_\_\_\_"

- Cuando el procedimiento de soldar a usarse es prescrito en otra parte, tal como en instrucciones de taller y hojas de proceso.

### 3.5.3 Notas generales

Cuando se desee pueden colocarse en el plano notas generales, para proporcionar información detallada correspondiente a la soldadura predominante. Tal información no necesita repetirse en los símbolos:

- "Salvo indicación contraria, todas las soldaduras del filete - son de 8 mm de tamaño"
- "Salvo indicación contraria, las aberturas de las raíces para todas las soldaduras de ranura son de 3mm"

### 3.5.4 Indicación de proceso

Cuando se requiere el uso de un proceso definido, éste se indicará por medio de letras que lo designan y están mostradas en las tablas A y B.



### 3.5.5 Símbolo sin cola

Cuando no se utilice especificación, proceso u otra referencia con el símbolo de soldar, puede omitirse la cola.



### 3.6 Símbolo de soldadura de campo

La soldadura de campo (soldadura no hecha en taller o en el

lugar de construcción inicial) se indica mediante el símbolo de soldadura de campo. La bandera apuntará en dirección contraria a la flecha.



### 3.7 Símbolo de fundir de un lado a otro

#### 3.7.1 Uso

El símbolo de fundir de un lado a otro se usará sólo cuando se requiere un cien por ciento de penetración en la junta o miembro más refuerzo en soldaduras de un lado solamente (fig 6).

#### 3.7.2 Ubicación

Se indicará fundir de un lado a otro colocando el símbolo (de fundir) de un lado a otro de la línea de referencia, opuesto al símbolo de soldadura (fig 6).



#### 3.7.3 Dimensiones

Las dimensiones necesarias de la fundición de un lado a otro no se indicarán en el símbolo de soldar. Si se desea especificar altura de refuerzo, se mostrará en el dibujo (fig 6).



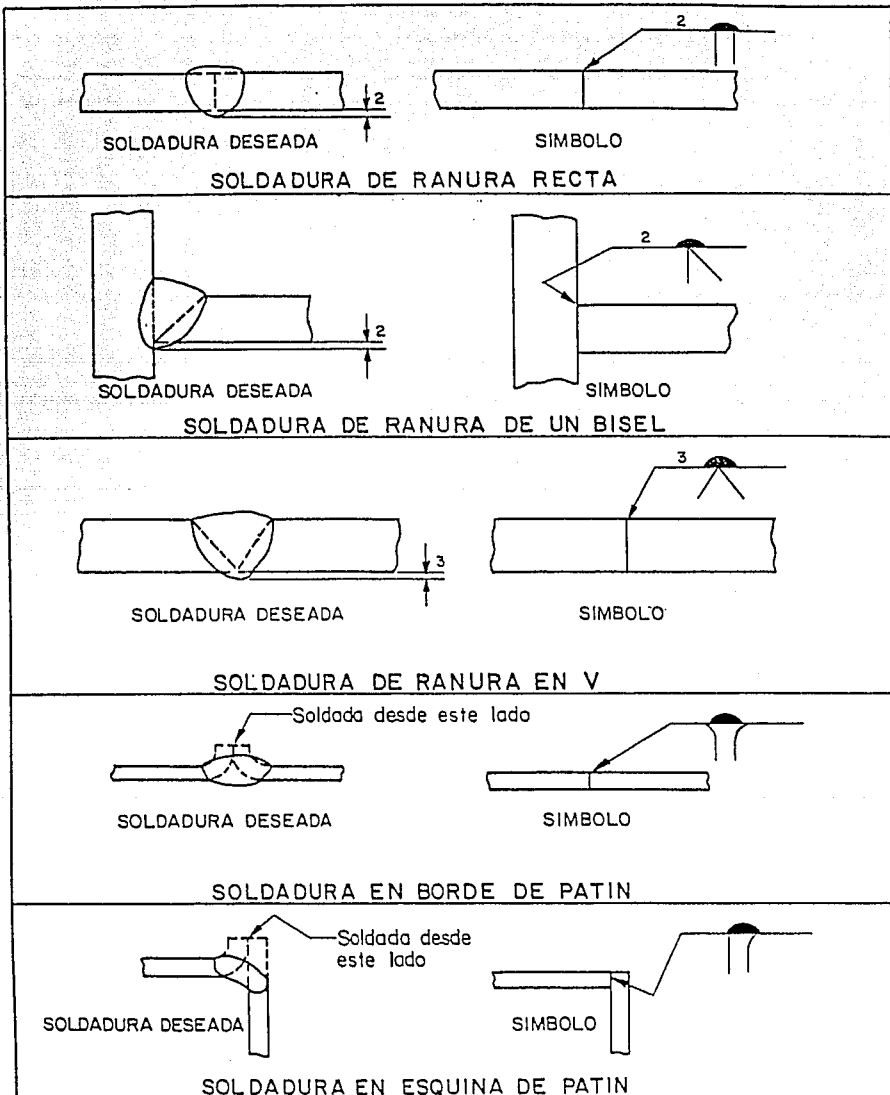


Fig.6-APLICACION DEL SIMBOLO DE FUNDIR DE UN LADO A OTRO



### 3.8 Método de acabado de contorno y superficie para fundir de un lado a otro

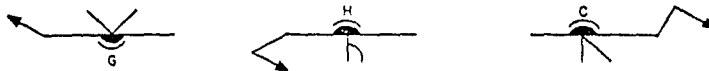
#### 3.8.1 Contorno enrasado o liso

La fundición de un lado a otro que deba ser enrasada por medios mecánicos se indicará adicionando al símbolo de fundir de un lado a otro tanto el símbolo de contorno enrasado como el símbolo de acabado usual estándar (ver 3.1.1).



#### 3.8.2 Contorno convexo

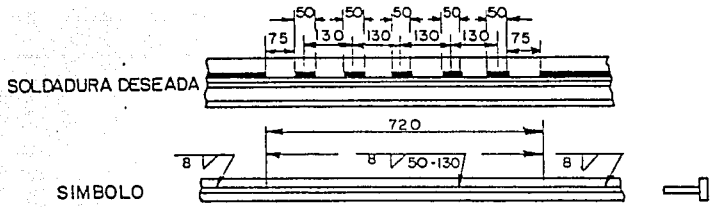
La fundición de un lado a otro que deba ser acabada mecánicamente a un contorno convexo, se indicará adicionando al símbolo de fundir de un lado a otro tanto el símbolo de contorno convexo como el símbolo de acabado usual estándar.



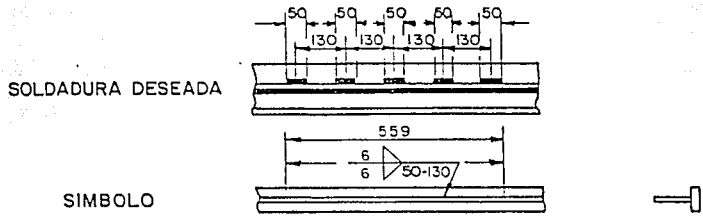
### 3.9 Extensión de soldadura indicada con símbolos

#### 3.9.1 Cambios bruscos

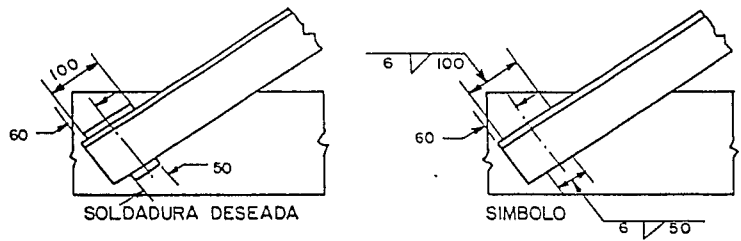
Se aplicarán símbolos entre cambios bruscos en la dirección de la soldadura o para la extensión de líneas de dimensionamiento o acotación, excepto cuando se use el símbolo de soldadura todo alrededor (figs 7 y 8).



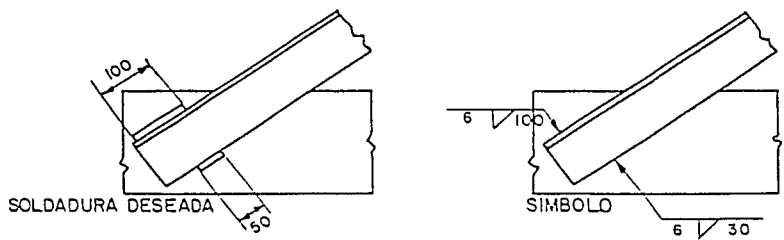
(A) SOLDADURA COMBINADA INTERMITENTE Y CONTINUA  
(UN LADO DE LA JUNTA)



(B) SOLDADURA COMBINADA INTERMITENTE Y CONTINUA  
(LADOS OPUESTOS DE JUNTA)



(C) SOLDADURAS LOCALIZADAS PRECISAMENTE

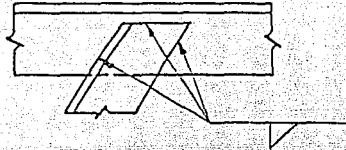


(D) SOLDADURAS LOCALIZADAS APROXIMADAMENTE

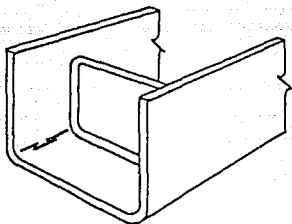
Fig.7—INDICACION DE POSICION Y EXTENSION DE SOLDADURA DE FILETE



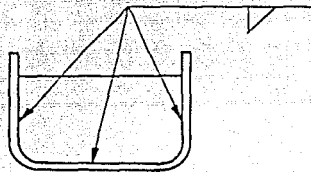
SOLDADURA DESEADA



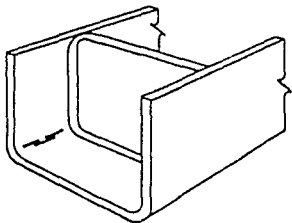
SIMBOLO



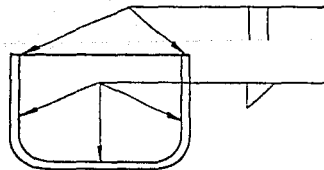
SOLDADURA DESEADA



SIMBOLO



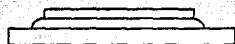
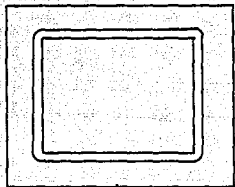
SOLDADURA DESEADA



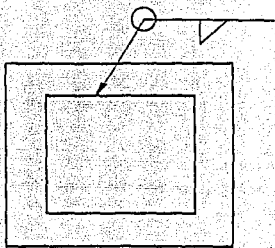
SIMBOLO

(A) SOLDADURA CON CAMBIOS BASICOS DE DIRECCION

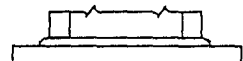
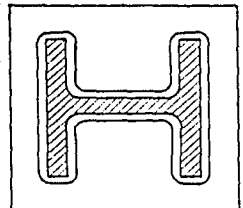
Fig. 8 — INDICACION DE EXTENSION DE SOLDADURA



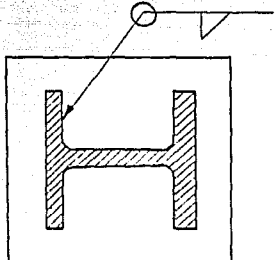
SOLDADURA DESEADA



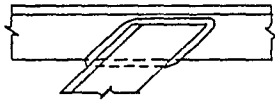
SIMBOLO



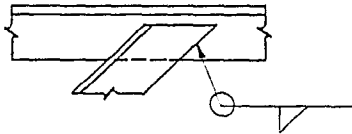
SOLDADURA DESEADA



SIMBOLO



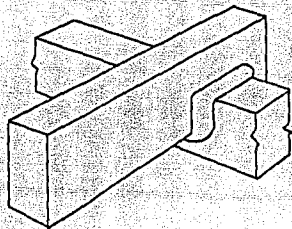
SOLDADURA DESEADA



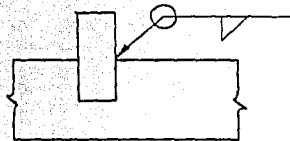
SIMBOLO

(B) SIMBOLO DE SOLDADURA TODO ALREDEDOR

Fig. 8 (cont.) — INDICACION DE EXTENSION DE SOLDADURA

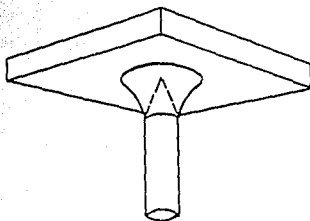


SOLDADURA DESEADA

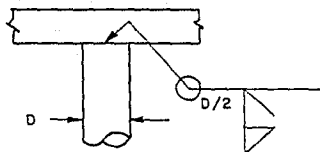


SIMBOLO

(C) SOLDADURA EN VARIOS PLANOS  
(SOLDADURAS CONTINUAS ALREDEDOR DE LA PERIFERIA)

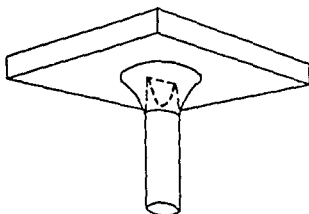


SOLDADURA DESEADA

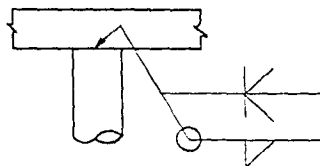


SIMBOLO

(D) PUNTA REDONDA  
(PIEZA REDONDA MAQUINADA DE PUNTA REDONDA)



SOLDADURA DESEADA



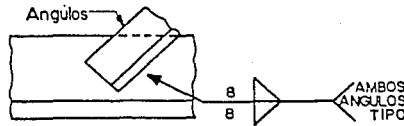
SIMBOLO

(E) PUNTA DE CINCEL  
(PIEZA REDONDA MAQUINADA DE PUNTA CINCEL)

Fig.8(cont.)-DESIGNACION DE EXTENSION DE SOLDADURA

### 3.9.2 Juntas ocultas

Cuando la soldadura de una unión oculta es la misma que en la visible, la soldadura en uniones ocultas puede incluirse, como se muestra abajo. En tal caso, es deseable pero no necesaria una sección. El dibujo indicará la presencia de miembros ocultos; si la soldadura en la unión oculta es diferente que en la visible, se dará información específica para ambas soldaduras. Si es necesario, por calidad, se añadirán vistas e ilustraciones auxiliares.

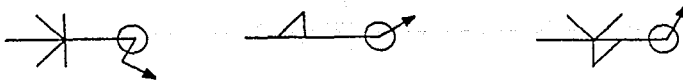


### 3.9.3 Ubicación aproximada

Cuando no es crítica la posición exacta de la soldadura, puede indicarse como en la fig 7D.

### 3.9.4 Uso del símbolo soldadura todo alrededor

La soldadura que se extiende completamente alrededor de una junta, se indica mediante el símbolo "todo alrededor".



Las soldaduras que están completamente alrededor de una junta que incluye más de un tipo de soldadura, indicadas mediante un símbolo todo alrededor. Las soldaduras completamente alrededor de una junta en las que están en más de un plano intersecciones de metal en los puntos de soldadura se indicarán mediante el símbolo de soldadura todo alrededor (fig 8C).

### 3.10 Continuidad de soldaduras

Salvo indicación contraria, todas las soldaduras serán continuas y de proporciones usuales estándar.

### 3.11 Acabado de soldaduras

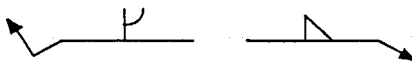
El acabado de soldaduras, diferente al de limpieza, se indicará mediante símbolos adecuados de contorno y acabado. Los siguientes símbolos indican el método no el grado<sup>1</sup> de acabado:

C : Cincelar  
G : Esmerillar  
M : Maquinar  
R : Laminar  
H : Martillar

(Ver 3.8, 4.9, 5.6, 6.4, 7.6, 8.6, 9.4 y 9.5.3)

### 3.12 Construcción de símbolos

Los símbolos de soldadura de filete, ranura de bisel y en "J", ranura de bisel acampanada y esquina de patín se indicarán siempre con el lado perpendicular hacia la izquierda.



### 3.13 Flecha quebrada

Cuando la pieza de una junta deba tener preparación, la flecha apuntará, con un quiebre definido, hacia tal pieza (fig 9 y 10).

<sup>1</sup> Para métodos de indicación de grado, ver ANSI B46, Textura superficial

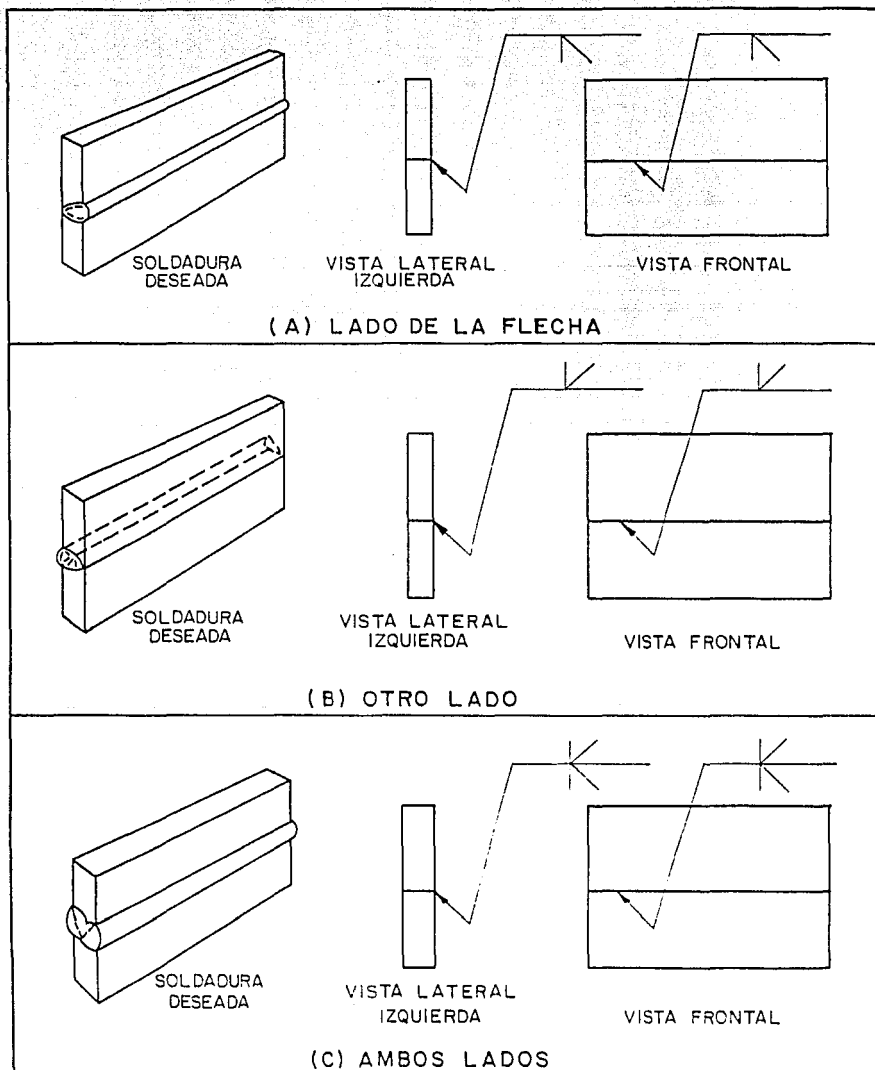


Fig.9-APLICACION DE LA LINEA QUEBRADA DE SIMBOLO DE SOLDAR  
(SOLDADURA DE RANURA DE BISEL)



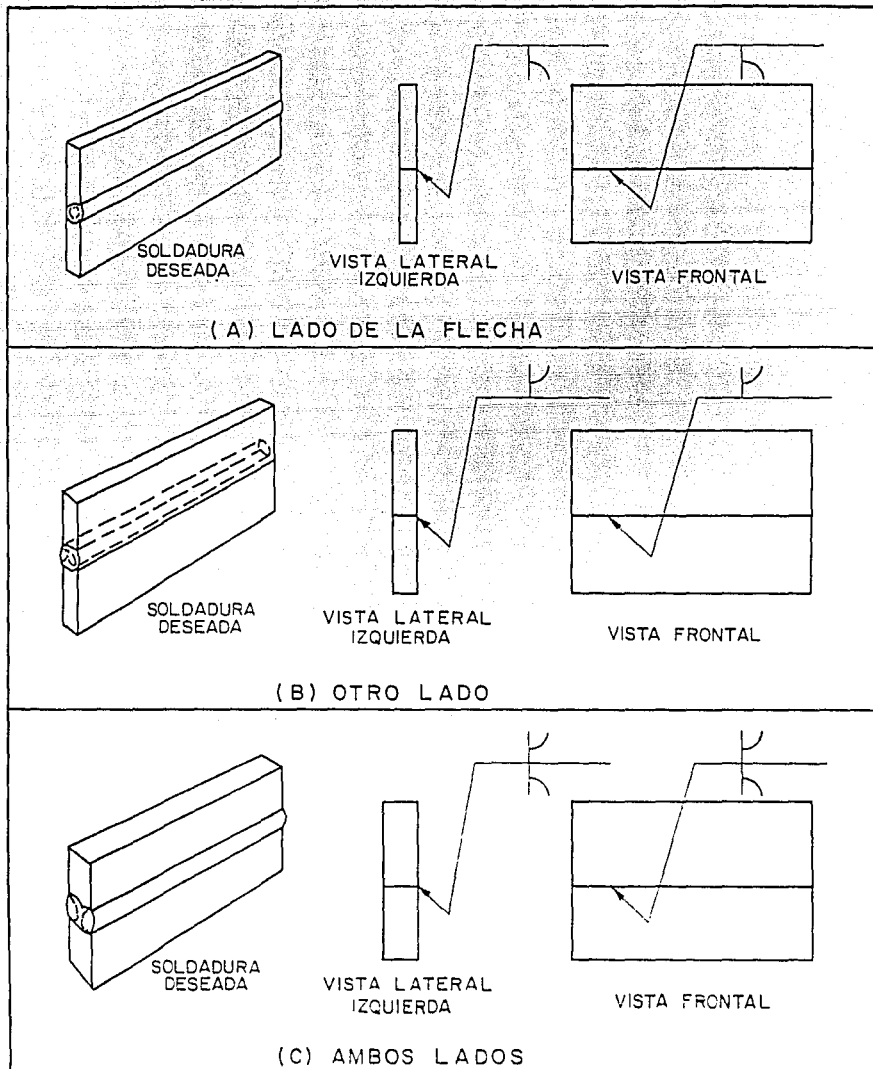


Fig.10-APLICACION DE LA FLECHA QUEBRADA DEL SIMBOLO DE SOLDAR  
(SOLDADURA DE RANURA EN J)

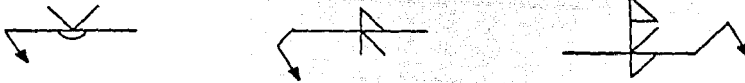
### 3.14 Lectura de información en símbolos de soldar

La información en símbolos de soldar se colocará, para leerla, de izquierda a derecha a lo largo de la línea de referencia, de acuerdo con las convenciones usuales de dibujo.



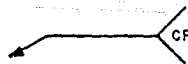
### 3.15 Símbolos combinados de soldadura

Para uniones que tengan más de una soldadura, se indicará un símbolo para cada una de ellas (figs 11 y 12).



### 3.16 Penetración completa

Las letras C. P. en la cola de la flecha indican soldadura de penetración completa, independientemente del tipo de soldadura o preparación de la junta (ver 9.2.7 y fig 30).

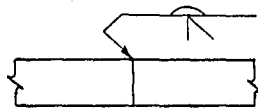


### 3.17 Indicación de tipos especiales de soldadura

Cuando los símbolos básicos de soldadura son inadecuados para indicar la soldadura deseada, esta se mostrará mediante una sección transversal, detalle u otro dato con una referencia a ella en el símbolo de soldar de acuerdo con las convenciones dadas en 3.1.

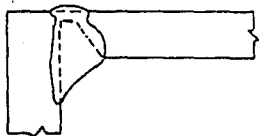


SOLDADURAS DESEADAS

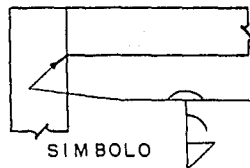


SIMBOLO

(A) SIMBOLOS DE SOLDADURA DE RANURA DE UN SOLO BISEL Y  
"TRABAJANDO LA RAIZ"

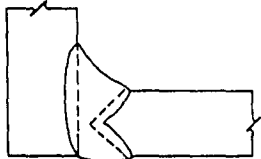


SOLDADURAS DESEADAS

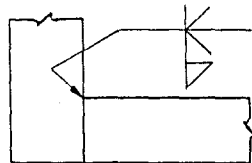


SIMBOLO

(B) SIMBOLOS DE SOLDADURA DE UNA SOLA RANURA EN J Y  
"TRABAJANDO LA RAIZ"

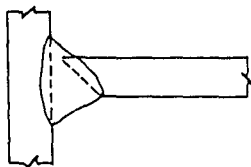


SOLDADURAS DESEADAS

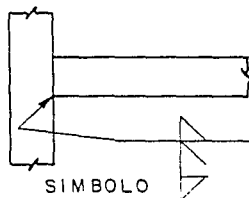


SIMBOLO

(C) SIMBOLOS DE SOLDADURA DE FILETE Y RANURA DE DOBLE BISEL



SOLDADURAS DESEADAS



SIMBOLO

(D) SIMBOLOS DE SOLDADURA DE RANURA DE UN BISEL  
Y DE DOBLE BISEL

Fig.II-COMBINACION DE SIMBOLOS DE SOLDADURA MOSTRANDO FLECHA QUEBRADA

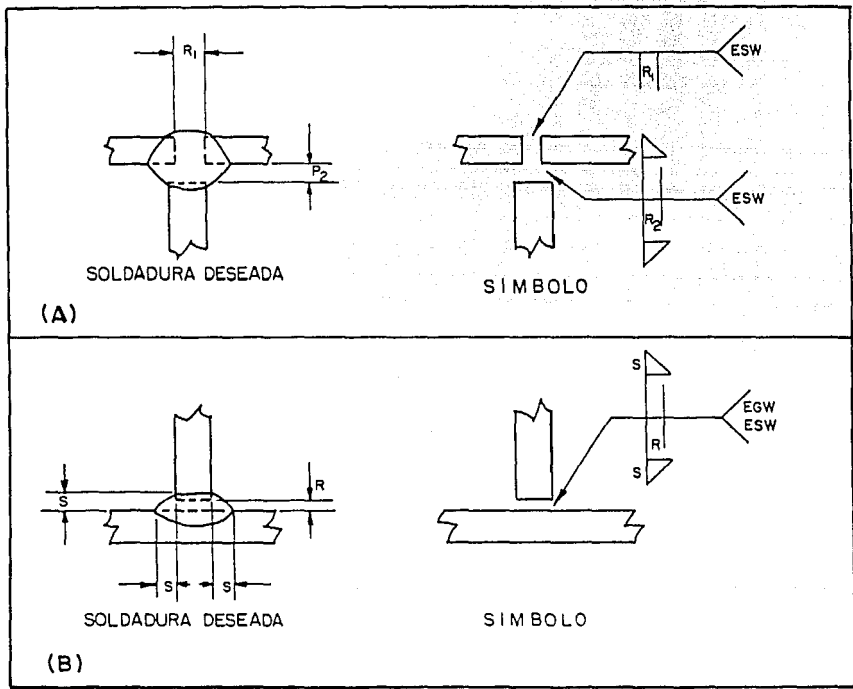
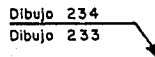
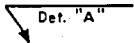


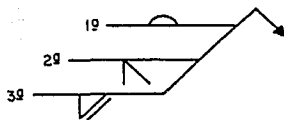
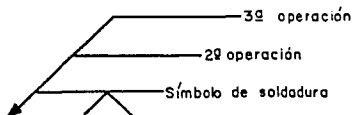
Fig.12- APLICACION EGW Y ESW CON COMBINACION DE SIMBOLOS DE SOLDADURA



### 3.18 Líneas de referencia múltiples

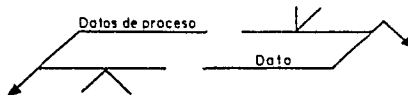
#### 3.18.1 Secuencia de operaciones

Para indicar una secuencia de operaciones pueden utilizarse dos o más líneas de referencia. La primera operación se muestra en la línea de referencia más cercana a la flecha. Las operaciones subsiguientes se mostrarán secuencialmente en otras líneas de referencia.



#### 3.18.2 Datos suplementarios

Pueden utilizarse líneas de referencia adicionales para mostrar datos suplementarios a la información del símbolo de soldadura incluida en la línea de referencia más próxima a la flecha.

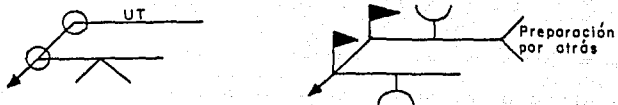


#### 3.18.3 Información de pruebas

Es posible mostrar información de pruebas en una segunda o tercera línea de referencia, como se describe en la parte B.

### 3.18.4 Símbolos suplementarios

Cuando se requiera, el símbolo de soldadura (o prueba) todo alrededor se colocará en la unión de la línea de la fecha y la de referencia para cada aplicación que sea aplicable. El símbolo de soldadura de campo puede aplicarse también de la misma manera.

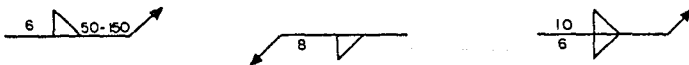


## 4 SOLDADURA DE FILETE

### 4.1 Generalidades

#### 4.1.1 Dimensionamiento de filetes

Las dimensiones de este tipo de soldadura se indicarán, como el símbolo de soldadura, del mismo lado de la línea de referencia (fig 7, 13 y 14).



#### 4.1.2 Símbolos sin notas generales

Cuando en el dibujo no aparezcan notas generales que gobiernen las dimensiones, en ambos lados de la junta se indicaran como sigue:

- Cuando ambas soldaduras sean del mismo tamaño, se dimensionarán ambas.

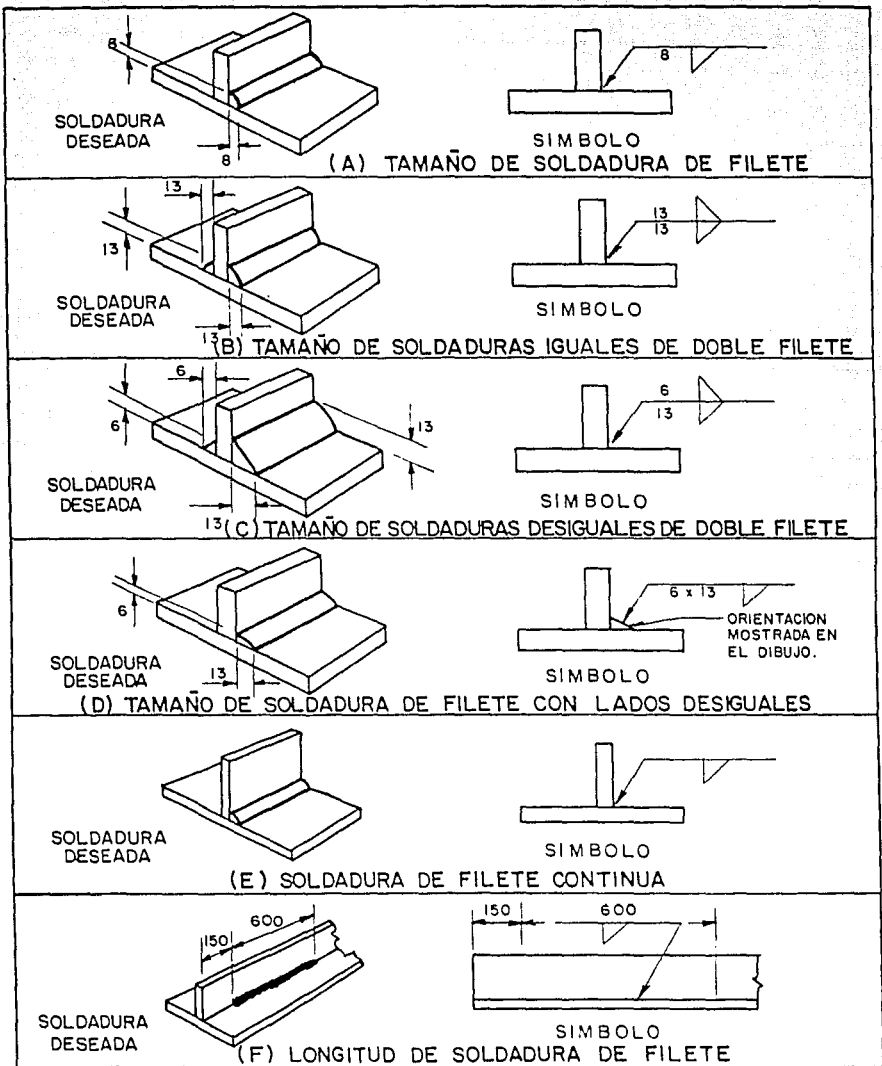
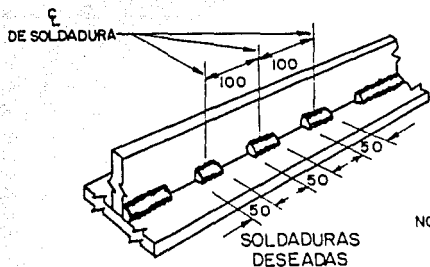
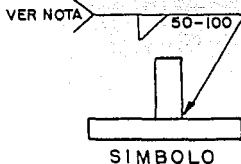


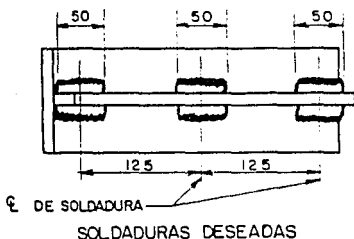
Fig.13-APLICACION DE SIMBOLOS DE DIMENSIONES PARA SOLDADURA DE FILETE



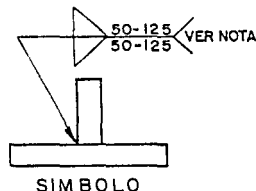
(A) LONGITUD Y SEPARACION DE INCREMENTOS (CORDONES) DE SOLDADURA INTERMITENTE



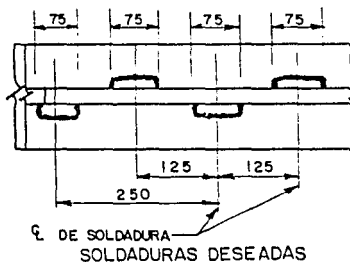
NOTA: SI SE REQUIERE, DEBIDO A LA LONGITUD REAL DE LA JUNTA, LA LONGITUD DEL INCREMENTO DE SOLDADURA EN EL EXTREMO DE LA JUNTA DEBE INCREMENTARSE HASTA TERMINAR LA SOLDADURA EN EL EXTREMO DE LA JUNTA.



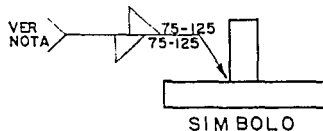
(B) LONGITUD Y SEPARACION DE INCREMENTOS (CORDONES) DE SOLDADURA INTERMITENTE EN CADENA



NOTA: SI SE REQUIERE, DEBIDO A LA LONGITUD REAL DE LA JUNTA, LA LONGITUD DEL INCREMENTO DE SOLDADURA EN EL EXTREMO DE LA JUNTA DEBE INCREMENTARSE HASTA TERMINAR LA SOLDADURA EN EL EXTREMO DE LA JUNTA.



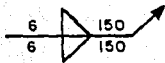
(C) LONGITUD Y SEPARACION DE INCREMENTOS DE SOLDADURA INTERMITENTE ALTERNADA



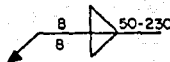
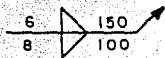
NOTA: SI SE REQUIERE, DEBIDO A LA LONGITUD REAL DE LA JUNTA, LA LONGITUD DEL INCREMENTO DE SOLDADURA EN EL EXTREMO DE LA JUNTA DEBE INCREMENTARSE HASTA TERMINAR LA SOLDADURA EN EL EXTREMO DE LA JUNTA.

Fig.14-APLICACION DE SIMBOLOS DE DIMENSIONES PARA SOLDADURA DE FILETE INTERMITENTE ALTERNADA





- Cuando las soldaduras difieran en tamaño, se dimensionaran cada una.



#### 4.1.3 Símbolos con notas generales

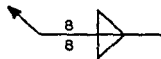
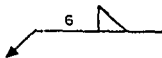
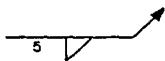
Cuando en el dibujo aparezca una nota general gobernando las dimensiones, tal como: "salvo indicación contraria, todas las soldaduras de filete serán de 8 mm de tamaño", las dimensiones de la soldadura no necesitan mostrarse en el símbolo.



#### 4.2 Tamaño de soldadura de filete<sup>1</sup>

##### 4.2.1 Localización

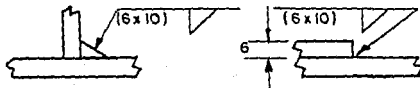
El tamaño de una soldadura se mostrará a la izquierda de su símbolo correspondiente (figs 13A, B, C y D).



<sup>1</sup> Se muestran ejemplos para juntas sin abertura de raíz. En caso de abertura de raíz, causadas por tolerancias de fabricación, deberán acatarse las Normas del Usuario para tamaños de soldaduras de este tipo.

#### 4.2.2 Lados desiguales

El tamaño de una soldadura con lados desiguales se indicará a la izquierda del símbolo de la misma, como se muestra abajo. La orientación de la soldadura no está indicada por el símbolo y será mostrada en el dibujo cuando sea necesario (fig 13D).



#### 4.2.3 Tamaño mínimo

Salvo indicación contraria, el tamaño de la soldadura depositada, no será menor que el tamaño mostrado en el dibujo.

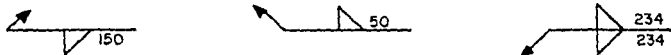
#### 4.2.4 Penetración

Cuando se especifique penetración para una abertura de raíz dada, como en la figura 15A, debe incluirse en la especificación aplicable, el método de inspección para determinar la profundidad de penetración.

#### 4.3 Longitud

##### 4.3.1 Localización

Cuando se indique en el símbolo de soldar la longitud de un filete de soldadura, se mostrará a la derecha del símbolo, como se indica:

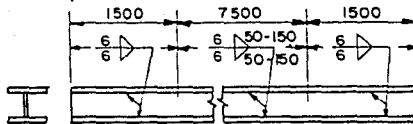


#### 4.3.2 Cambios bruscos

Cuando se extiende soldadura de este tipo por toda la distancia entre cambios bruscos, en dirección de la soldadura (ver 3.9), no es necesario indicar la dimensión de longitud (fig 13E).

#### 4.3.3 Longitudes específicas

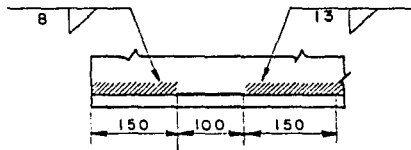
Se pueden especificar longitudes de soldadura mediante símbolos en unión con acotaciones (figs 7A y C).



#### 4.4 Extensión

##### 4.4.1 Aschiurado

Cuando se desea mostrar gráficamente la extensión de la soldadura, la posición de ésta puede indicarse mediante aschiurado.



##### 4.4.2 Soldadura fuera de cambios bruscos

La soldadura de filete extendida fuera de cambios bruscos en la dirección de la misma, se indicará mediante flechas adicionales apuntando a cada sección de la junta a soldarse (fig 8A), excepto cuando se utilice el símbolo de soldadura todo alrededor.

#### 4.5 Dimensionamiento de soldadura intermitente

1. La separación (centro a centro), se indicará como el incremento, en distancia, entre centros de un lado de la junta (fig 14).
2. La separación (centro a centro), se indicará a la derecha de la dimensión de longitud (fig 14).



3. Las dimensiones en cadena se indicarán en ambos lados de la línea de referencia. Este tipo de soldadura será opuesta entre sí (fig 14B).



4. Las dimensiones de soldadura de filete intermitente alternada<sup>1</sup> se mostrarán en ambos lados de la línea de referencia, utilizando la convención siguiente

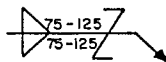


Salvo indicación contraria, la soldadura de filete intermitente alternada, será simétricamente espaciada en ambos lados (fig 14)

#### 4.6 Terminación de soldadura intermitente

##### 4.6.1 Sólo filetes intermitentes

<sup>1</sup> El símbolo 150 (150 2553), puede utilizarse para soldadura de filete intermitente alternado, pero es inusual.



Cuando únicamente se utiliza soldadura de filete intermitente

te, el símbolo indica que deberán colocarse cordones en los extremos de la longitud dimensionada (fig 7B).

#### 4.6.2 Soldadura intermitente entre soldadura continua

Al utilizar soldadura intermitente entre soldadura continua, el símbolo indica que se dejarán espacios iguales a la separación menos la longitud de un cordón en los extremos de la longitud dimensionada (figs 7A y 14A).

#### 4.7 Combinación de soldadura intermitente y continua

Se utilizarán símbolos de soldadura separados, para soldadura intermitente y continua, cuando los dos son usados en combinación a lo largo de un lado de la junta.

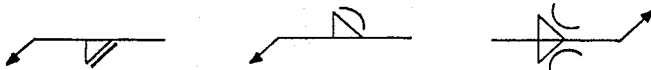
#### 4.8 Soldadura en agujeros y ranuras

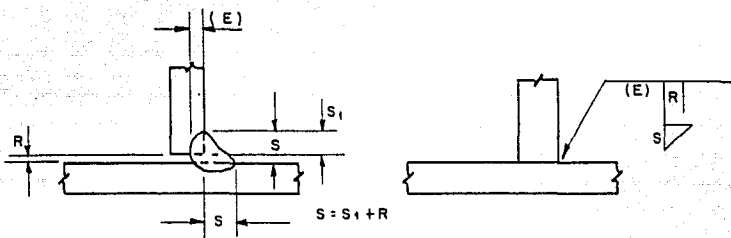
Este tipo de soldadura se indicará mediante símbolos de soldadura de filete (fig 15B).

#### 4.9 Acabado y contorno de superficie

##### 4.9.1 Contornos obtenidos mediante soldadura

Las soldaduras que deban ser hechas aproximadamente planas, convexas o cóncavas, sin recurrir a ningún método de acabado, se indicarán agregando al símbolo de soldadura el propio para contorno plano, convexo o cóncavo, de acuerdo con las convenciones de posición dadas en 3.1.

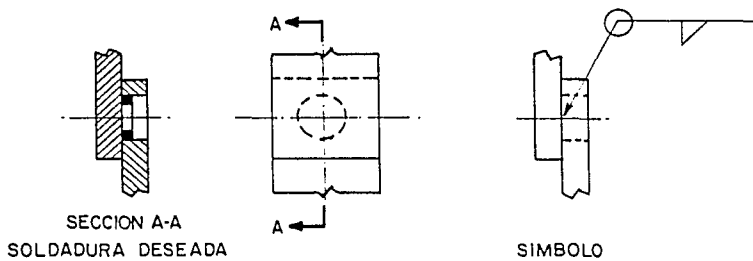




SOLDADURA DESEADA

SIMBOLO

(A) COMBINACION DE SOLDADURA DE FILETE Y CON PREPARACION EN JUNTA "T" CON ABERTURA DE RAIZ ESPECIFICADA



SECCION A-A  
SOLDADURA DESEADA

SIMBOLO

(B) SOLDADURA DE FILETE EN AGUJERO (o TAPON)

Fig.15-APLICACION DE SIMBOLOS DE SOLDADURA DE FILETE

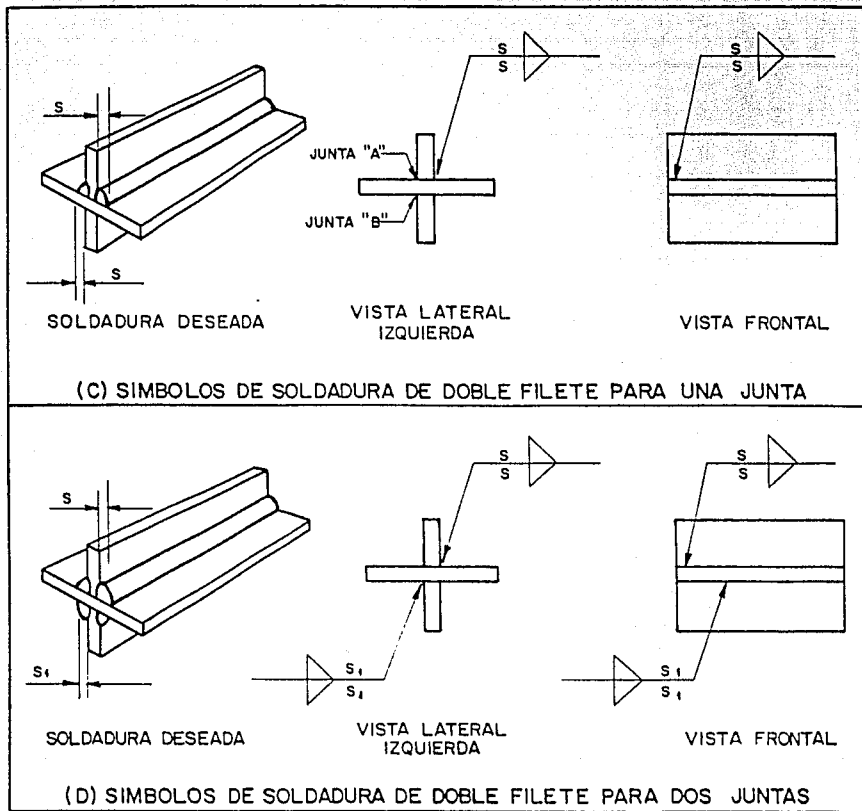
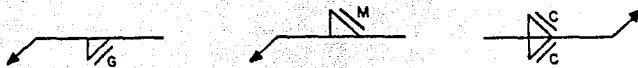


Fig.15(cont.)— APLICACION DE SIMBOLOS DE SOLDADURA DE FILETE

#### 4.9.2 Contorno plano por medios mecánicos

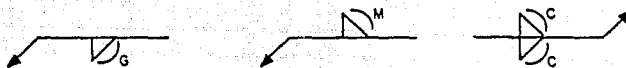
Cuando deban realizarse soldaduras de cara plana, por medios mecánicos, ésto se indicará adicionando al simbolo de soldadura, tanto el simbolo de contorno enrasado, como el simbolo de acabado de uso es-

tándar, de acuerdo con las convenciones de posición dadas en 3.1.



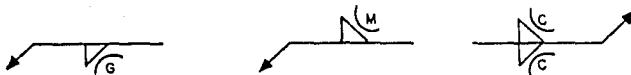
#### 4.9.3 Contorno convexo por medios mecánicos

Soldaduras que deban ser acabadas mecánicamente a un contorno convexo, se indicarán adicionando al simbolo de soldadura, tanto el simbolo de contorno convexo como el simbolo de acabado usual estándar, de acuerdo con las convenciones de posición dadas en 3.1 (ver 3.11).



#### 4.9.4 Contorno cóncavo por medios mecánicos

Soldaduras que deban ser acabadas mecánicamente a un contorno cóncavo, se indicarán adicionando al simbolo de soldadura, tanto el simbolo de contorno cóncavo como el simbolo de acabado usual estándar, de acuerdo con las convenciones de posición dadas en 3.1 (ver 3.11).



#### 4.10 Juntas oblicuas

En aquellos casos en que el ángulo entre las caras de fusión es tal que está en duda el tipo de soldadura y por ende el simbolo de soldadura apropiado, deberá mostrarse en el dibujo el detalle de la junta deseada y la configuración de la soldadura.

### 5 SOLDADURA DE TAPON



## 5.1 Generalidades

### 5.1.1 Agujeros del lado de la flecha

Los agujeros en el lado de la flecha, del miembro de una junta con soldadura de tapón, se indicarán colocando el símbolo de soldadura en el lado de la línea de referencia hacia el lector (fig 16A).

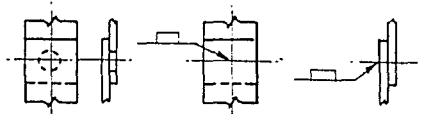


DESEADA

SIMBOLO

### 5.1.2 Agujeros en el otro lado

Los agujeros en el otro lado del miembro de una junta con soldadura de este tipo, se indicarán colocando el símbolo de la misma en el lado de la línea de referencia lejos del lector (fig 16B).

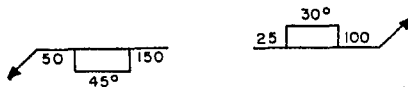


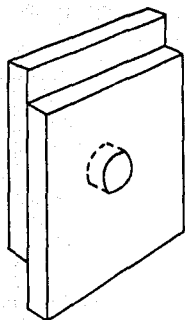
DESEADA

SIMBOLO

### 5.1.3 Dimensiones

Las dimensiones de tapones de soldadura se indicarán en el mismo lado de la línea de referencia, como el símbolo de soldadura (fig 17).

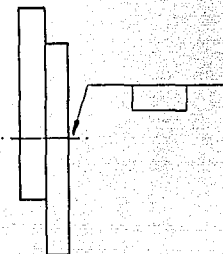




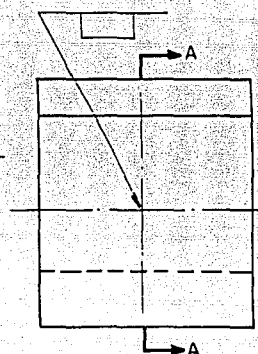
SOLDADURA DESEADA



SECCION A-A

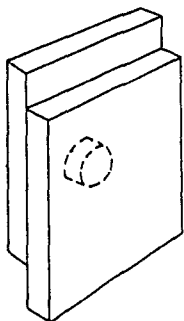


VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL

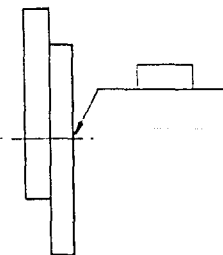
(A) SIMBOLO DE SOLDADURA DE TAPON DEL LADO DE LA FLECHA



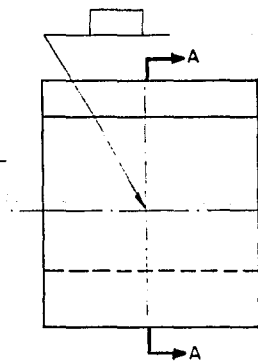
SOLDADURA DESEADA



SECCION A-A



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL

(B) SIMBOLO DE SOLDADURA DE TAPON DEL OTRO LADO

Fig.16—APLICACION DEL SIMBOLO DE SOLDADURA DE TAPON

#### 5.1.4 Filetes en agujeros

El símbolo de soldadura de tapón no se utilizará para designar soldadura de filete en agujeros (fig 4).

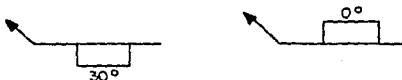
#### 5.2 Tamaño

El tamaño de una soldadura de este tipo se indicará a la izquierda del símbolo de la misma (fig 17A).



#### 5.3 Angulo de avellanado

Salvo indicación contraria, el ángulo de avellanado para esta soldadura será el estándar, en caso contrario, se indicará.



#### 5.4 Espesor de relleno

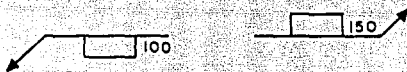
Salvo indicación contraria, para este tipo de soldadura, el espesor de relleno será completo. Cuando éste no es completo, deberá indicarse dentro del símbolo de soldadura (fig 17C).





## 5.5 Espaciamiento

La separación (centro a centro) de esta soldadura, se indicará a la derecha del símbolo (fig 17A).



## 5.6 Superficie de contorno

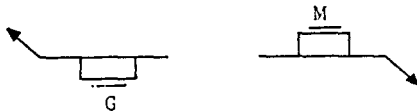
### 5.6.1 Soldadura enrasada sin acabado

La soldadura que deba enrasarse sin recurrir a ningún método de acabado, se indicará agregando al símbolo de soldadura el símbolo de contorno enrasado.



### 5.6.2 Soldadura enrasada acabada mecánicamente

Cuando la soldadura deba enrasarse por medios mecánicos, se indicará agregando al símbolo de soldadura tanto el símbolo de contorno enrasado como el de acabado usual estándar (ver 3.11).

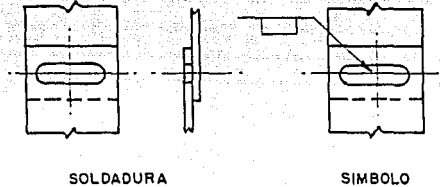


## 6 SOLDADURA DE RANURA

### 6.1 Generalidades

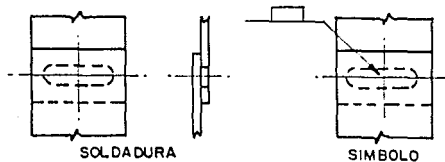
#### 6.1.1 Ranura del lado de la flecha

Las ranuras en el miembro de una junta del lado de la flecha se indicarán colocando el símbolo de soldadura en el lado de la línea de referencia hacia el lector (fig 18A).



#### 6.1.2 Ranura del otro lado

Las ranuras en el otro lado del miembro de una junta, se indicarán colocando el símbolo de soldadura en el lado de la línea de referencia lejos del lector (fig 18B).



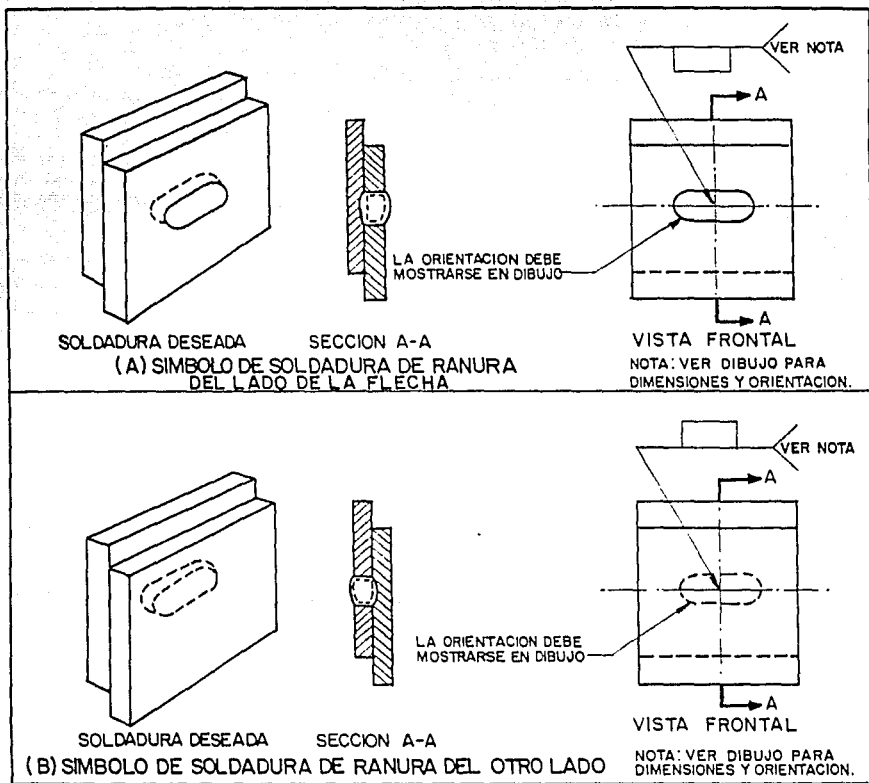
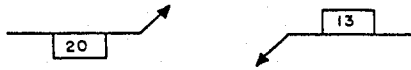


Fig.18-APLICACION DEL SIMBOLO DE SOLDADURA DE RANURA

### 6.1.3 Dimensiones

Las dimensiones en este tipo de soldadura se indicarán en el mismo lado de la línea de referencia que el símbolo de soldadura (fig 19).



### 6.1.4 Filetes en ranuras

El símbolo de soldadura de ranura no se usará para designar soldadura de filete en ranuras (ver 4.8).

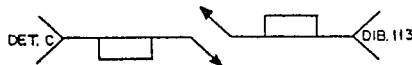
### 6.2 Espesor de relleno

Salvo indicación contraria, el espesor de relleno de soldaduras de ranura será completo. Cuando el espesor del relleno es menor que el total, deberá indicarse dentro del símbolo de soldadura (fig 19B).

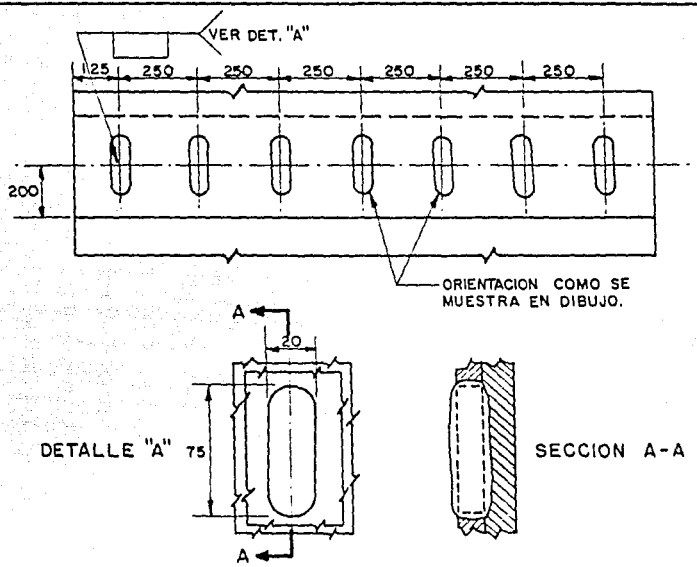


### 6.3 Detalles

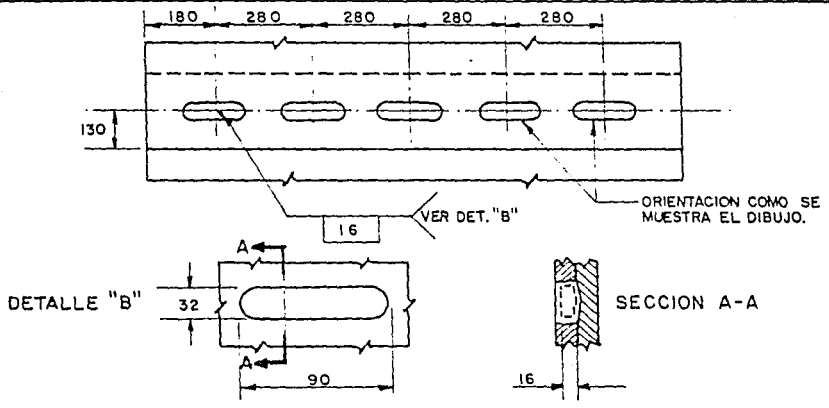
Longitud, ancho, espaciado, ángulo de avellanado, orientación y localización de soldadura, no pueden indicarse en el símbolo de soldadura. Estos datos se mostrarán en el dibujo o mediante un detalle, con una referencia en el símbolo de soldadura, de acuerdo con las convenciones de localización, todas en 3.1 (fig 19).







(A) SOLDADURAS DE RANURA COMPLETAMENTE RELLENAS



(B) SOLDADURAS DE RANURA PARCIALMENTE RELLENAS

Fig.19-APLICACION DE DIMENSIONES PARA SIMBOLOS DE SOLDADURA DE RANURA

## 6.4 Superficie de acabado y contorno

### 6.4.1 Soldadura enrasada sin acabado

Las soldaduras que deban realizarse aproximadamente enrasadas, sin recurrir a ningún método de acabado se indicarán agregando al símbolo de soldadura el de contorno enrasado.



### 6.4.2 Soldadura acabada mecánicamente

Las soldaduras que deban enrasarse por medios mecánicos, se indicarán agregando al símbolo de soldadura el de contorno enrasado como símbolo de acabado usual estándar (ver 3.11).



## 7 SOLDADURA DE FUSION

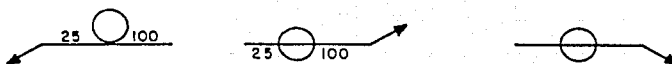
### 7.1 Generalidades

#### 7.1.1 Lado de la flecha

El símbolo de soldadura de fusión, de acuerdo con su posición en relación a la línea de referencia, puede o no tener significado del lado de la flecha o del otro lado.

### 7.1.2 Localización de dimensiones

Las dimensiones se indicarán en el mismo lado de la línea de referencia que el símbolo, o en cualquiera de los dos lados cuando el símbolo atraviese la línea de referencia y no tiene significado del lado de la flecha o del otro lado (fig 20).



### 7.1.3 Referencia de proceso

La referencia de proceso se indicará en la cola del símbolo de soldadura (ver 3.5.4).

### 7.1.4 Proyección de soldadura

Cuando deba emplearse proyección de soldadura, el símbolo de soldadura de fusión se usará con la referencia de proceso de proyección de soldadura en la cola del símbolo de la misma. El símbolo de soldadura de fusión está arriba o abajo (no en) de la línea de referencia para designar en qué miembro es colocado el realce, de acuerdo con las convenciones dadas en 3.1.

## 7.2 Tamaño y resistencia de puntos de soldadura

Los puntos de soldadura se dimensionarán por su tamaño o resistencia, como sigue:

### 7.2.1 Tamaño

El tamaño de puntos de soldadura se designará como el diámetro de la soldadura y se indicará a la izquierda del símbolo de la misma (fig 21A).

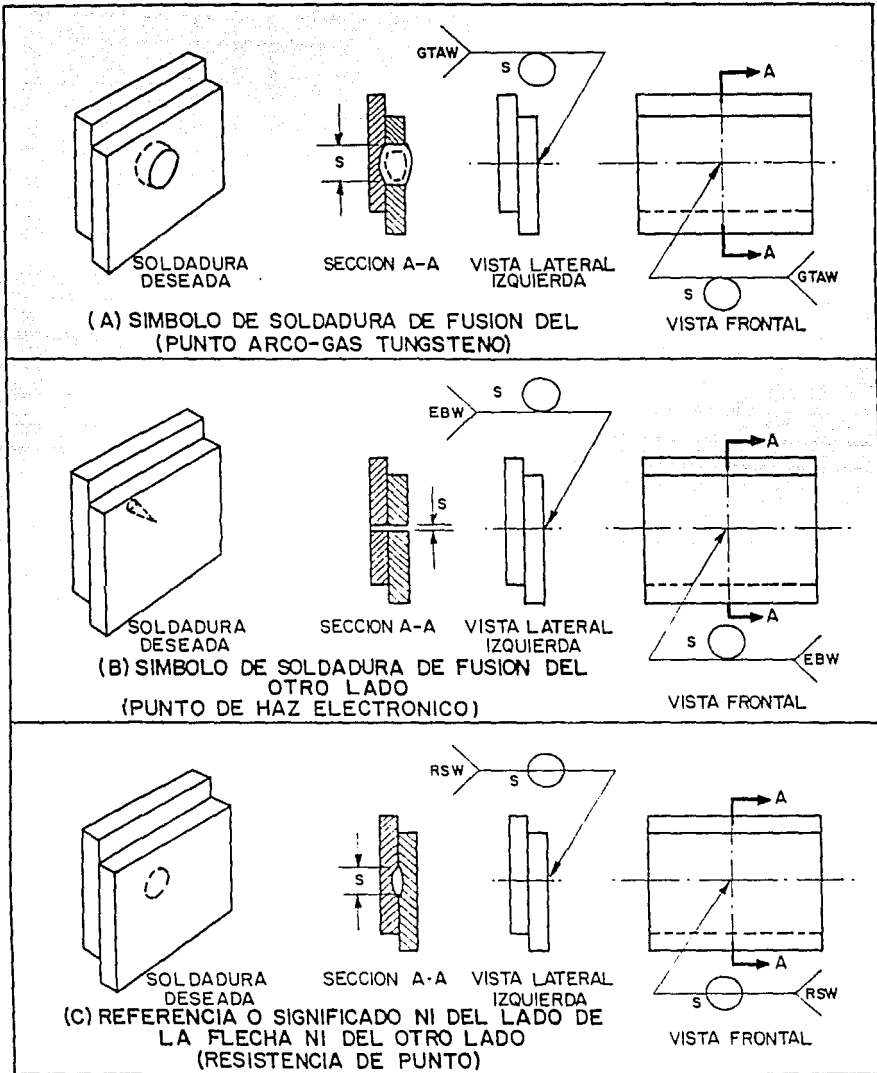
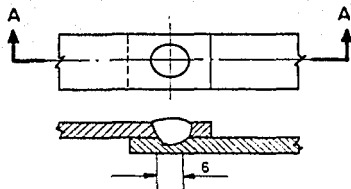


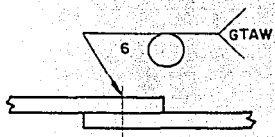
Fig. 20-APLICACION DE SIMBOLO DE SOLDADURA DE FUSION



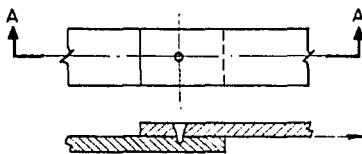
SOLDADURA DESEADA

SECCION A-A

(A) DIAMETRO DEL PUNTO DE SOLDADURA  
(PUNTO ARCO-GAS TUNGSTENO)



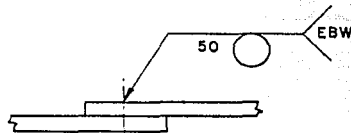
SIMBOLO



SOLDADURA DESEADA

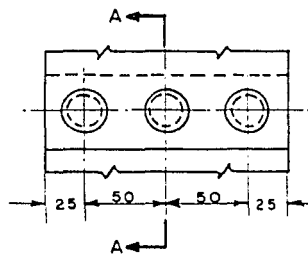
SECCION A-A

(B) RESISTENCIA A CORTANTE DE SOLDADURA DE FUSION  
(PUNTO DE HAZ ELECTRONICO).



SIMBOLO

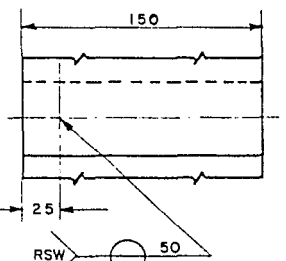
50 Kg. min.  
RESISTENCIA  
MINIMA ACEPTABLE  
A CORTANTE POR  
PUNTO



SOLDADURA DESEADA

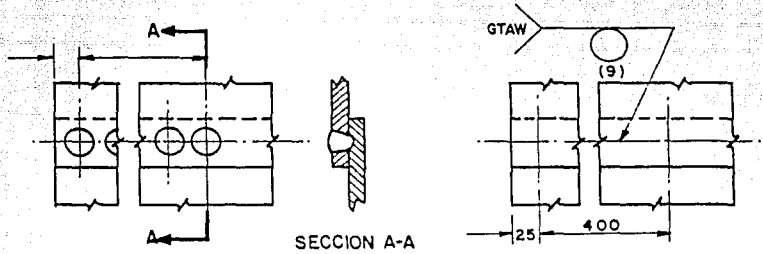
SECCION A-A

(C) SEPARACION DE PUNTOS DE SOLDADURA  
(RESISTENCIA DE PUNTO)

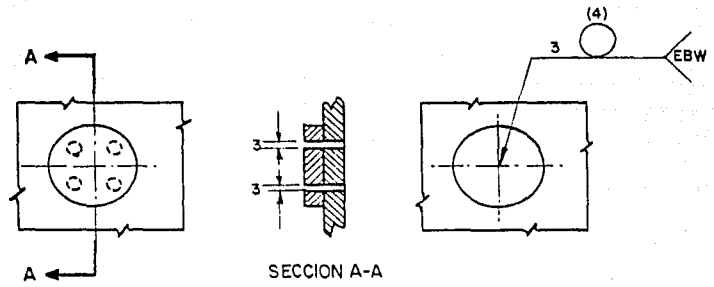


SIMBOLO

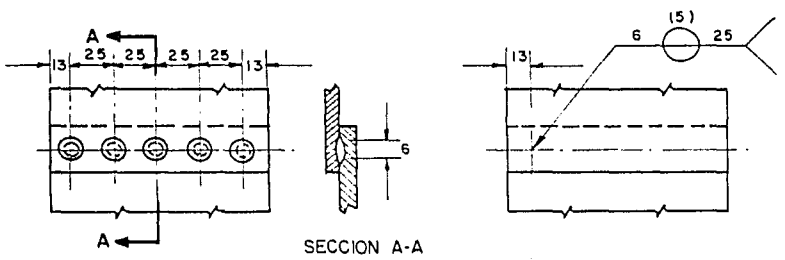
Fig. 21- APLICACION DE DIMENSIONES PARA SIMBOLOS DE SOLDADURA DE FUSION



SOLDADURA DESEADA  
 (D) EXTENSION DE SOLDADURA DE FUSION  
 (PUNTO ARCO-GAS TUNGSTENO)



SOLDADURA DESEADA  
 (E) NUMERO ESPECIFICADO DE PUNTO DE SOLDADURA LOCALIZADO AL AZAR  
 (PUNTO DE HAZ ELECTRONICO)



SOLDADURA DESEADA  
 (F) SIMBOLO DE SOLDADURA DE FUSION MOSTRANDO  
 EL USO DE DIMENSIONES COMBINADAS  
 (PUNTO DE RESISTENCIA)

Fig. 21 (cont.)- APLICACION DE DIMENSIONES PARA SIMBOLOS DE SOLDADURA DE FUSION



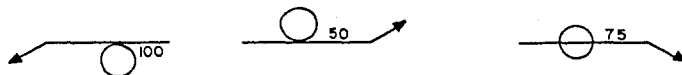
### 7.2.2 Resistencia

La resistencia de puntos de soldadura se designará en kilogramos o newtons por punto y se indicarán a la izquierda del símbolo de soldadura (fig 21B).



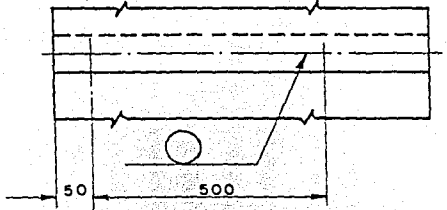
### 7.3 Espaciamiento de puntos de soldadura

La separación (centro a centro) de puntos de soldadura se indicará a la derecha del símbolo de la misma (fig 21C).



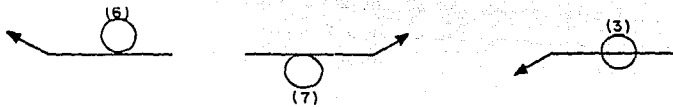
### 7.4 Extensión

La extensión se dimensionará cuando la soldadura se extiende menos que la distancia entre cambios bruscos en la dirección de la soldadura, o menos que la longitud total de la junta (ver 3.9 y fig 21A).



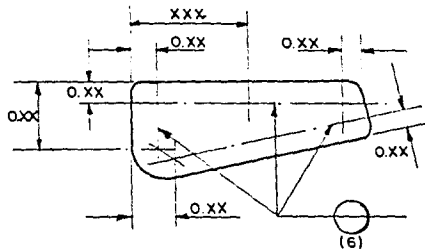
### 7.5 Número de puntos de soldadura

Cuando se desea en una cierta junta un número definido de puntos de soldadura, el número se indicará entre paréntesis arriba o abajo del símbolo de soldadura (fig 21E).



#### 7.5.1 Soldadura punteada agrupada

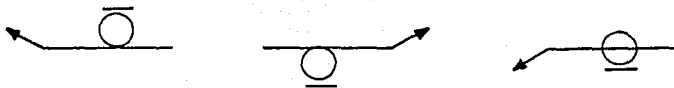
Un grupo de soldaduras punteadas puede localizarse en un dibujo mediante líneas de intersección. Las flechas apuntan cuando menos a una de las líneas, pasando a través de cada posición de soldadura.





## 7.6 Juntas soldadas enrasadas

Cuando la superficie expuesta de cualquiera de los dos miembros de una junta soldada de fusión deba enrasarse, tal superficie se indicará agregando al símbolo de soldadura el de contorno enrasado, de acuerdo a las convenciones de posición dadas en 3.1.



## 7.7 Soldadura en juntas múltiples

Para soldaduras de fusión, cuando una o más piezas son insertadas entre otras dos piezas, se utilizará el mismo símbolo que para las otras dos, independientemente del número de piezas insertado.

## 8 SOLDADURA DE COSTURA

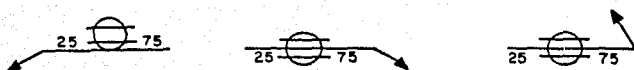
### 8.1 Generalidades

#### 8.1.1 Significado del lado de la flecha

El símbolo de soldadura de costura de acuerdo con su posición, en relación a la línea de referencia, puede o no tener significado del lado de la flecha o del otro lado.

#### 8.1.2 Dimensiones

Las dimensiones se indicarán del mismo lado de la línea de referencia que el símbolo, o en cualquiera de los dos lados cuando el símbolo la atraviese y no tiene significado del lado de la flecha o del otro lado.



### 8.1.3 Referencia de proceso

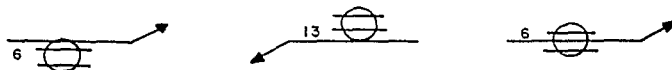
La referencia de proceso se indicará en la cola del símbolo de soldar.

### 8.2 Tamaño y resistencia

Este tipo de soldadura se dimensionará ya sea por el tamaño o por su resistencia, como sigue:

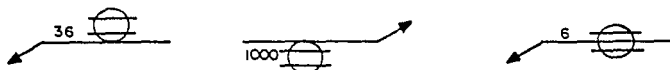
#### 8.2.1 Tamaño

El tamaño de la soldadura se designará como el ancho de la misma, expresada en fracciones o décimas de pulgada en mm y se indicará a la izquierda del símbolo de soldadura (fig 23A).



#### 8.2.2 Resistencia

La resistencia de esta soldadura se designará en kg/cm o en Nw/mm y se indicará a la izquierda del símbolo de soldadura (fig 23B)



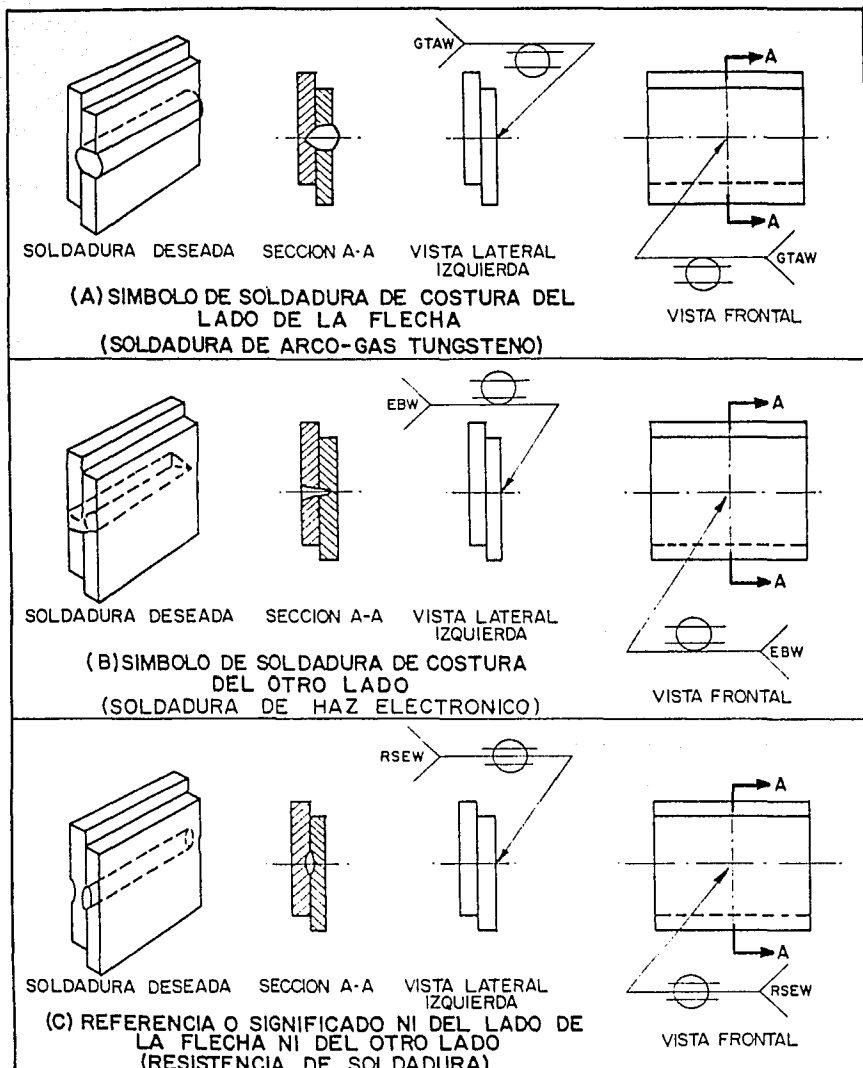


Fig. 22 - APLICACION DEL SIMBOLO DE SOLDADURA DE COSTURA

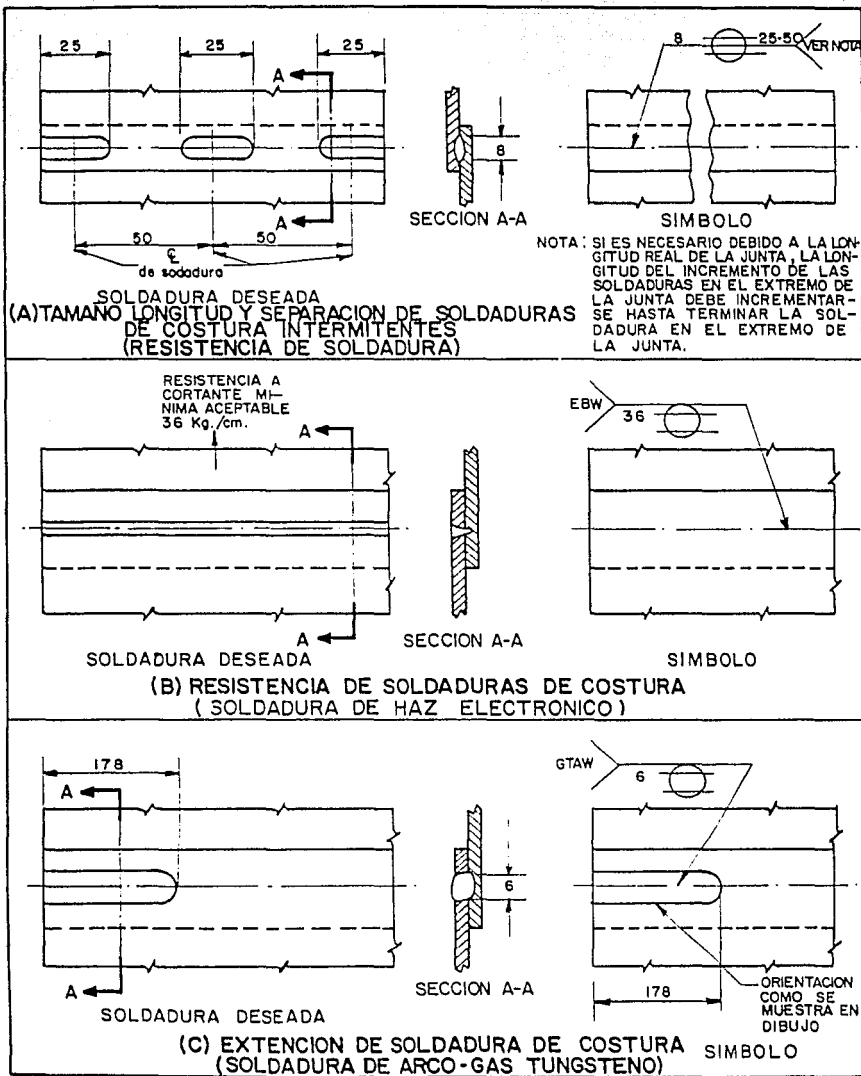
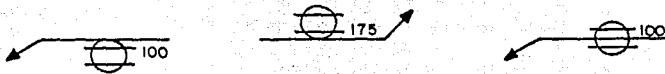


Fig. 23- APLICACION DE DIMENSIONES A SIMBOLO DE SOLDADURA DE COSTURA

### 8.3 Longitud

#### 8.3.1 Localización de dimensión

La longitud de costura, cuando se indique en símbolos de soldar, se mostrará a la derecha del símbolo de soldadura (fig 23A).

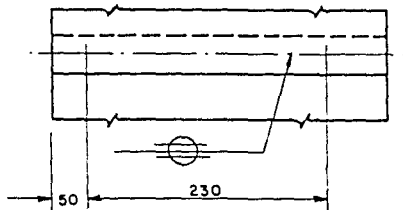


#### 8.3.2 Cambios bruscos

Cuando una soldadura se extiende en toda la distancia entre cambios bruscos en la dirección de la soldadura (ver 3.9), no se requiere indicar la dimensión de la longitud en el símbolo de soldadura.

#### 8.3.3 Longitudes especiales

Cuando una soldadura se extiende una longitud menor que la distancia entre cambios bruscos en la dirección de la soldadura, o menos que la longitud total de la junta, deberá dimensionarse la extensión (fig 23C).



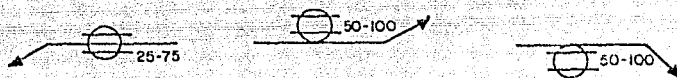
## 8.4 Dimensionamiento de soldadura intermitente

### 8.4.1 Espaciamiento

La separación de soldadura intermitente, se indicará como la distancia entre centros de incrementos de soldadura.

### 8.4.2 Localización de dimensión

La separación centro a centro, de este tipo de soldadura se indicará a la derecha de la dimensión de longitud (fig 23A).



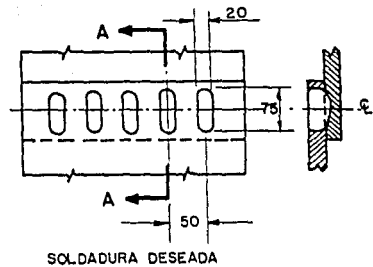
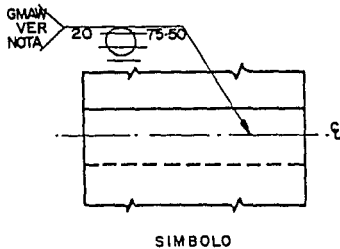
## 8.5 Orientación

### 8.5.1 Soldadura intermitente

Salvo indicación contraria, la soldadura de costura intermitente se interpretará con una longitud y separación paralela al eje de la misma (fig 23A).

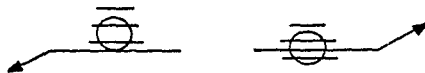
### 8.5.2 Mostrando orientación

Cuando la orientación de esta soldadura no es como en el inciso anterior, se utilizará un dibujo detallado para mostrar la orientación de ésta.



### 8.6 Juntas soldadas de costura enrasada

Cuando la superficie expuesta de cualquiera de los dos miembros de una junta soldada de costura deba enrasarse, tal superficie se indicará agregando al símbolo de soldadura el símbolo de contorno enrasado, de acuerdo con las convenciones dadas en 3.1.



### 8.7 Soldadura en juntas múltiples

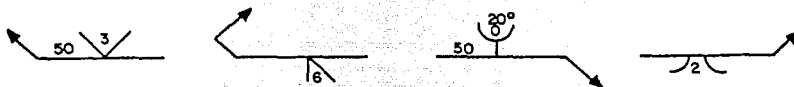
Para soldadura de costura, cuando una o más piezas son insertadas en otras dos piezas, se utilizará el mismo símbolo que para las otras dos piezas, independientemente del número de piezas insertadas.

## 9 SOLDADURA CON PREPARACION O A TOPE

### 9.1 Generalidades

#### 9.1.1 Localización de dimensiones

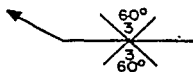
Las dimensiones que muestran preparación de juntas a tope, se indican del mismo lado de la línea de referencia que el símbolo de soldadura (fig 24).



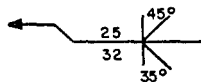
#### 9.1.2 Dimensiones de doble preparación

Cuando en el dibujo no aparezca una nota general, gobernando las dimensiones de soldadura a tope, deberán mostrarse las dimensiones de soldaduras con doble preparación.

- a) Cuando las soldaduras tienen las mismas dimensiones, ambas se dimensionarán.



- b) Cuando las soldaduras difieran en dimensiones, también deberán dimensionarse ambas.



#### 9.1.3 Flecha quebrada

Para soldaduras con preparación de bisel, preparación en J y en esquina de patin, se usará una flecha quebrada para indicar cuál



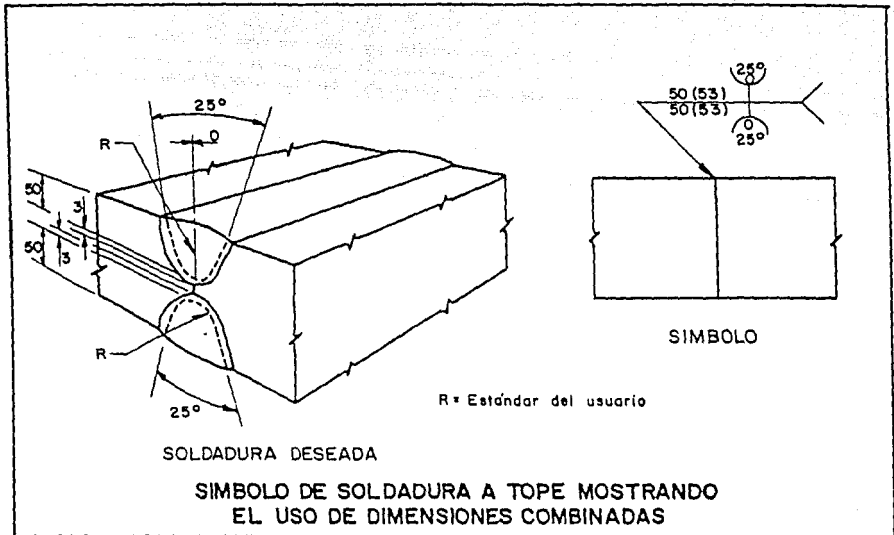
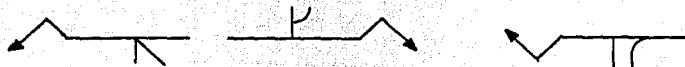


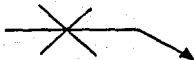
Fig.24—APLICACION DE DIMENSIONES A SIMBOLOS DE SOLDADURA A TOPE

miembro es preparado, como se describe en 3.13.



#### 9.1.4 Dimensiones en nota general

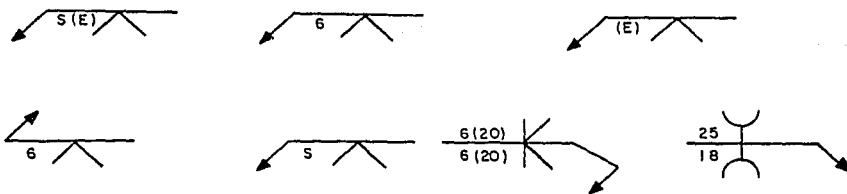
Cuando una nota general aparece en el dibujo, gobernando las dimensiones de soldadura con preparación, tal como: "salvo indicación contraria, todas las soldaduras con preparación en V, tendrán un ángulo de preparación de 60°", ninguna soldadura a tope necesita dimensionarse.



### 9.2 Espesor de preparación y garganta efectiva

#### 9.2.1 Localización

El espesor de la preparación "S" y la garganta efectiva "E" de una soldadura a tope, se mostrará a la izquierda del símbolo de la soldadura (figs 25 a 29).



#### 9.2.2 Junta requerida con penetración completa

Cuando para soldaduras con una sola o doble preparación,

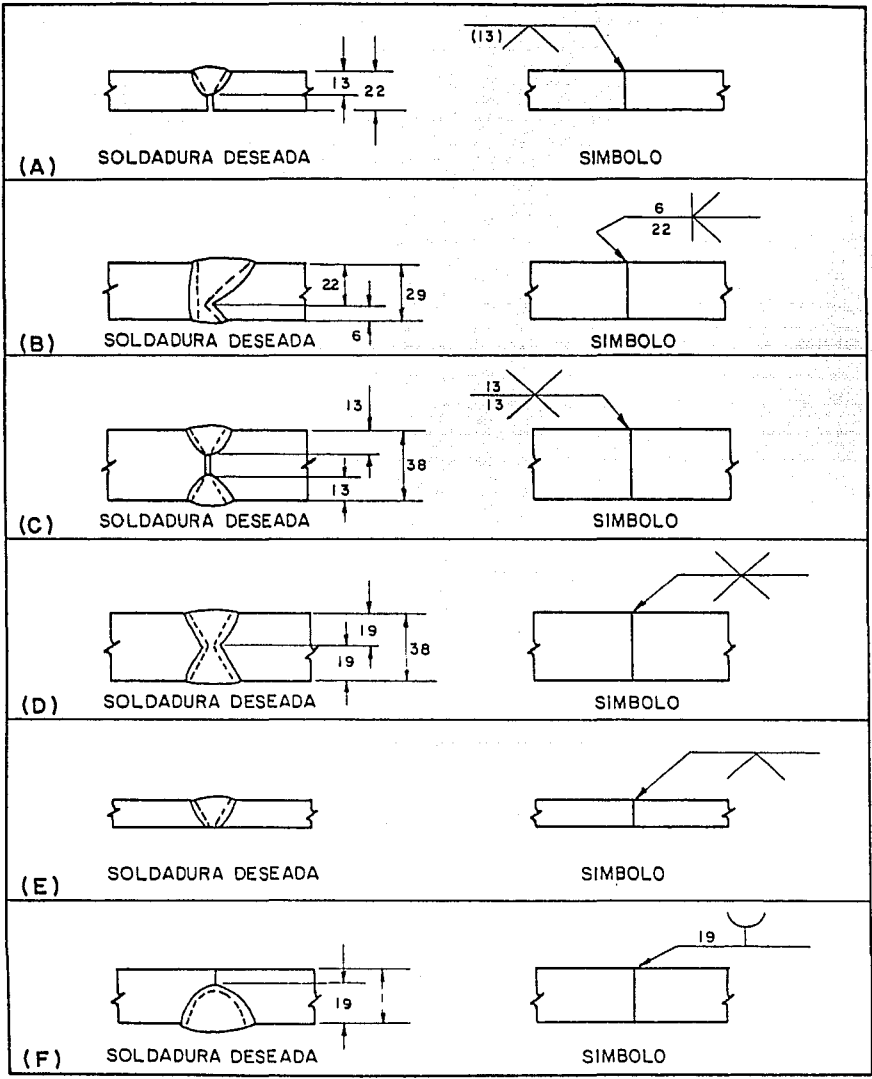


Fig. 25—DESIGNACION DE GARGANTA EFECTIVA DE SOLDADURA A TOPE, ESPESOR DE PREPARACION NO ESPECIFICADA

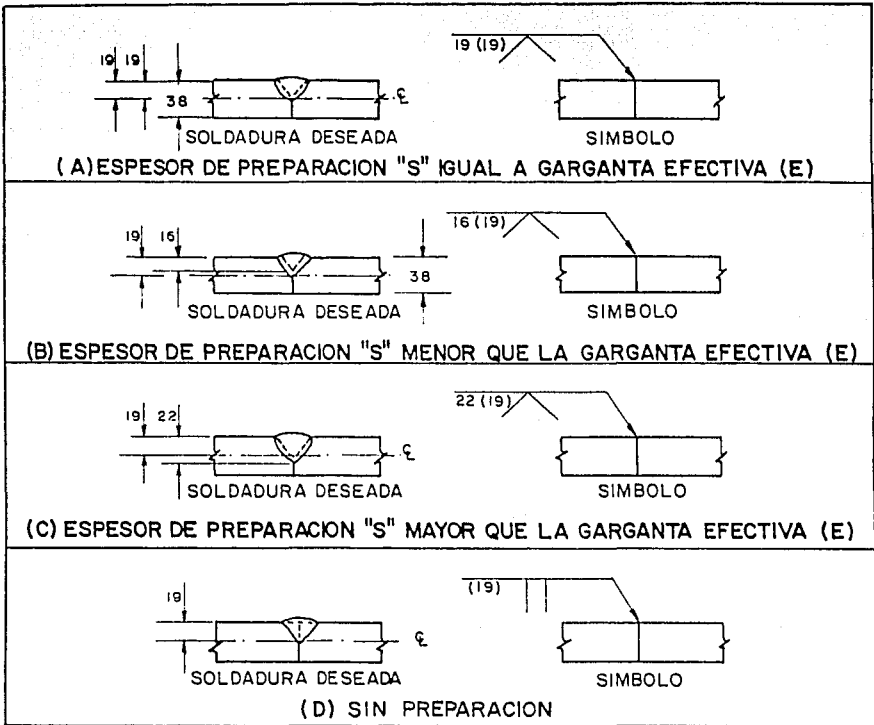


Fig. 26 - EJEMPLOS DE DIFERENTES RELACIONES ENTRE ESPESOR DE PREPARACION "s" Y GARGANTA EFECTIVA (E)

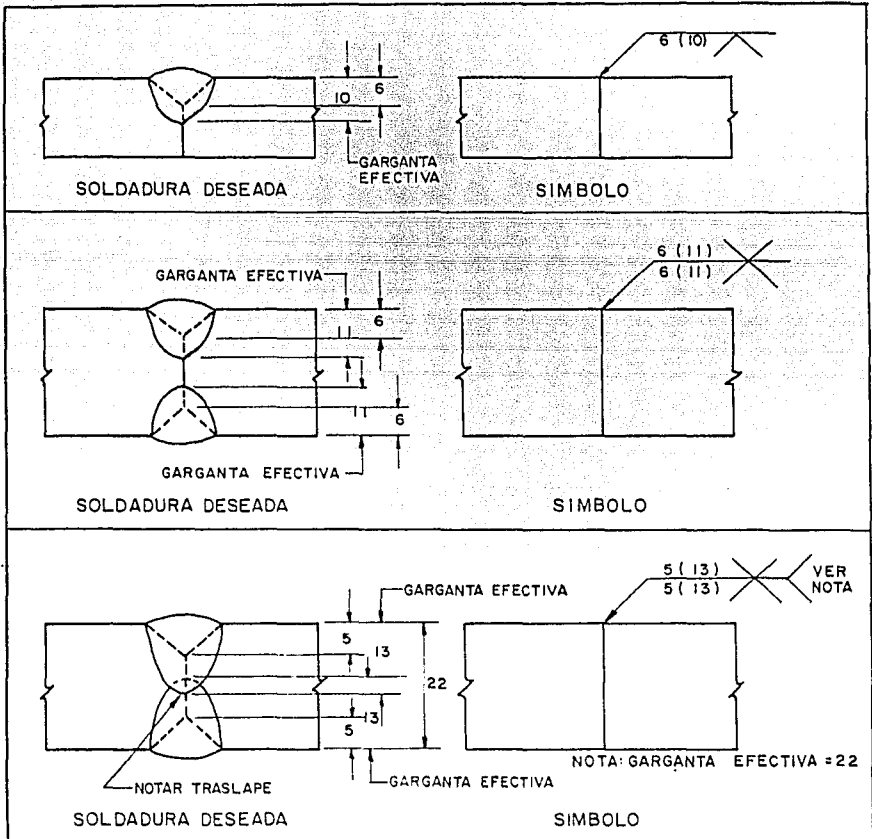
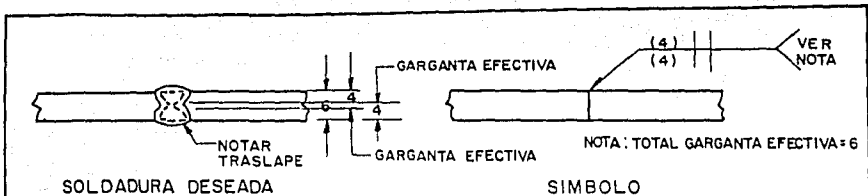
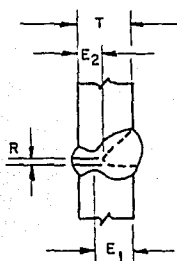


Fig. 27- DESIGNACION DE GARGANTA EFECTIVA DE SOLDADURAS DE TOPE CON PERALTE ESPECIFICADO DE PREPARACION

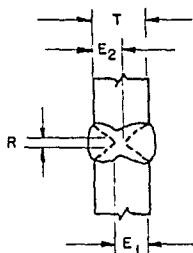


(A) JUNTA A TOPE SIN ABERTURA DE RAIZ



(B) SOLDADURA A TOPE CON BISEL DEL LADO DE LA FLECHA CON RAIZ ABIERTA

NOTA: EL ESPESOR TOTAL DE LA GARGANTA EFECTIVA NO PUEDE SER MAYOR QUE EL ESPESOR 'T' DE LA PLACA.



(C) SOLDADURA A TOPE CON AMBOS LADOS EN "V" CON RAIZ ABIERTA

NOTA: EL ESPESOR TOTAL DE LA GARGANTA EFECTIVA NO PUEDE SER MAYOR QUE EL ESPESOR 'T' DE LA PLACA.

Fig. 28 - DESIGNACION DE GARGANTA EFECTIVA DE SOLDADURAS A TOPE SIN ESPESOR DE PREPARACION ESPECIFICADO

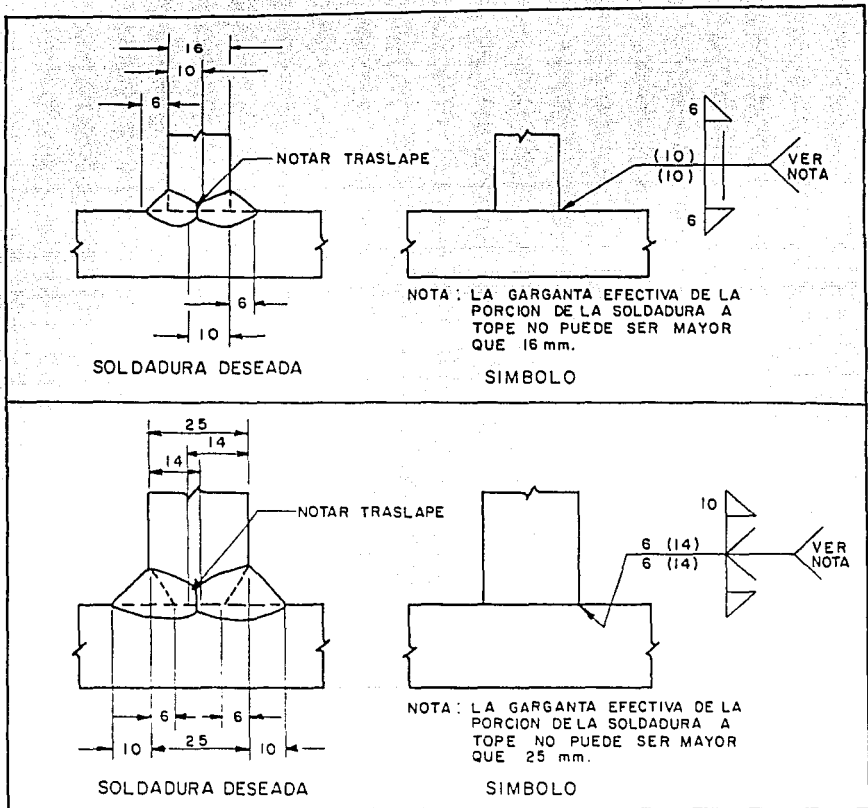
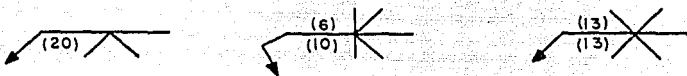


Fig. 29 → DESIGNACION DE GARGANTA EFECTIVA DE SOLDADURAS COMBINADAS

simétricas, no se muestra en el símbolo de soldadura ni el espesor de la preparación ni la garganta efectiva, significa que se requiere una junta con penetración completa (fig 25D y E).

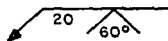
### 9.2.3 Junta de penetración parcial especificada, espesor de preparación no especificado

La garganta efectiva de soldadura a tope que se extienda sólo parcialmente por el miembro o miembros por unir, se indicará entre paréntesis en el símbolo de soldar (fig 26).



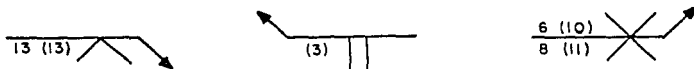
### 9.2.4 Espesor de preparación especificado, garganta efectiva no especificada o de otra parte especificada

La dimensión que no esté entre paréntesis, colocada a la izquierda del símbolo de soldadura de bisel o preparación en "V", "J" o "U", indica únicamente el espesor de la preparación.



### 9.2.5 Espesor de preparación y garganta efectiva especificada

Excepto para soldaduras con preparación rectangular, la garganta efectiva "E" con relación al espesor de la preparación, se indicará a la izquierda del símbolo de soldadura como s(E). Para soldaduras con preparación rectangular sólo se indica E (figs 27, 28 y 29).



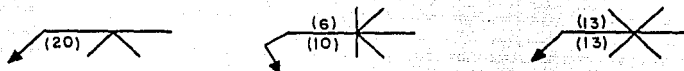
\* En ningún caso la garganta efectiva excedera el espesor del miembro más delgado de la junta soldada.



simétricas, no se muestra en el símbolo de soldadura ni el espesor de la preparación ni la garganta efectiva, significa que se requiere una junta con penetración completa (fig 25D y E).

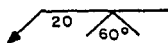
### 9.2.3 Junta de penetración parcial especificada, espesor de preparación no especificado

La garganta efectiva de soldadura a tope que se extienda sólo parcialmente por el miembro o miembros por unir, se indicará entre paréntesis en el símbolo de soldar (fig 26).



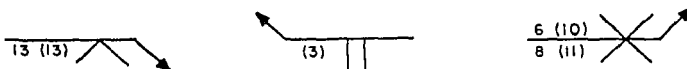
### 9.2.4 Espesor de preparación especificado, garganta efectiva no especificada o de otra parte especificada

La dimensión que no esté entre paréntesis, colocada a la izquierda del símbolo de soldadura de bisel o preparación en "V", "J" o "U", indica únicamente el espesor de la preparación.



### 9.2.5 Espesor de preparación y garganta efectiva especificada\*

Excepto para soldaduras con preparación rectangular, la garganta efectiva "E" con relación al espesor de la preparación, se indicará a la izquierda del símbolo de soldadura como s(E). Para soldaduras con preparación rectangular sólo se indica E (figs 27, 28 y 29).



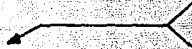
\* En ningún caso la garganta efectiva excedera el espesor del miembro más delgado de la junta soldada.

### 9.2.6 Caso especial de 9.2.5

Cuando se dedea especificar una garganta efectiva "E", menor que el espesor de la preparación a tope "S", la primera se indica menor que el segundo en el símbolo de soldadura (fig 26B y 32).

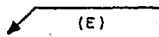
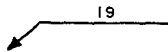
### 9.2.7 Junta con preparación opcional, penetración completa requerida

Dibujos de diseño del contratista u otros dibujos donde se dicten condiciones, pueden permitir juntas con preparación opcional, con penetración completa requerida, colocando las letras "CP" en la cola de la flecha y omitiendo el símbolo de soldadura (fig 30).



### 9.2.8 Junta con preparación opcional, especificación de garganta efectiva

Para la contracción designada en el dibujo, o para otros dibujos donde se especifiquen condiciones, la garganta efectiva puede especificarse colocando la dimensión "E" en el lado de la flecha o del otro lado de la línea de referencia, como se requiera, pero omitiendo el símbolo de soldadura (fig 31).



### 9.2.9 Soldadura acampanada y ranurada

La dimensión "S" de este tipo de soldadura es considerada como una extensión, únicamente para los puntos tangentes indicados abajo, mediante líneas de dimensión (fig 31).

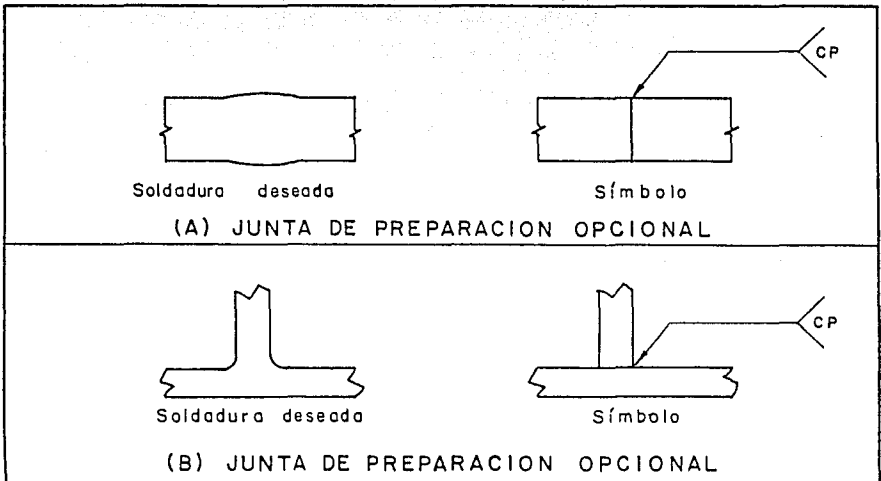
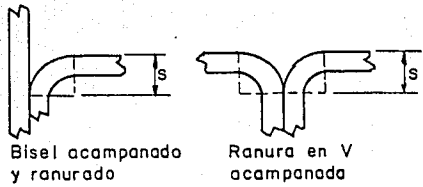


Fig. 30 Penetración completa requerida, junta de preparación opcional.

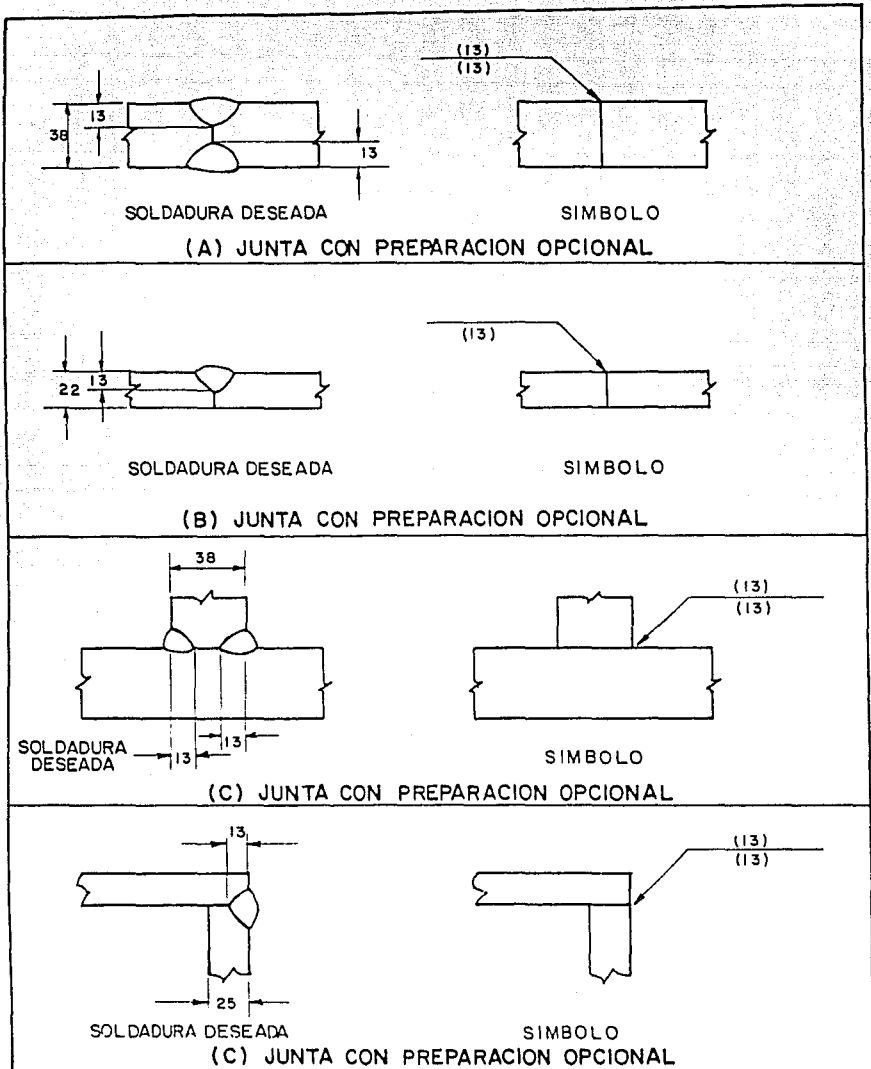
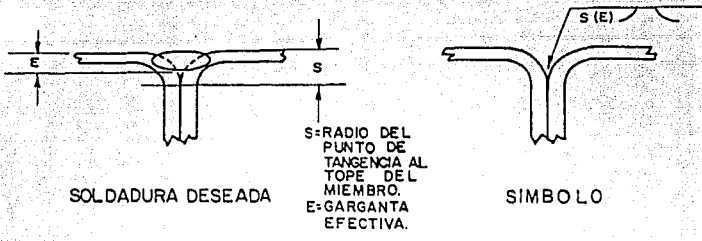
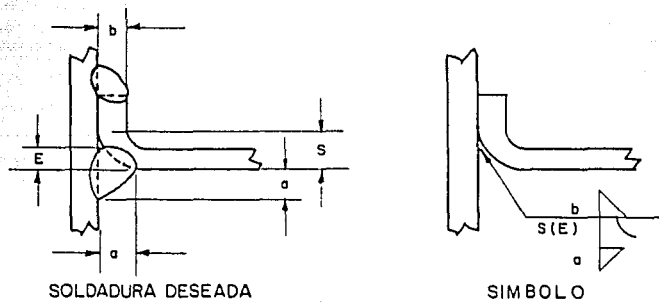


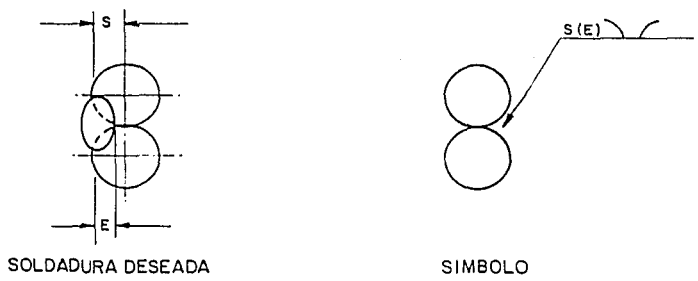
Fig.31— PENETRACION PARCIAL ESPECIFICADA, JUNTA CON PREPARACION OPCIONAL



(A) SOLDADURA A TOPE EN "V" ACAMPANADA CON PENETRACION PARCIAL ESPECIFICADA

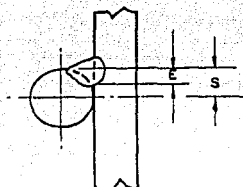


(B) SOLDADURA A TOPE DE BISEL ACAMPANADO CON PENETRACION PARCIAL ESPECIFICADO Y SOLDADURA DE FILETE

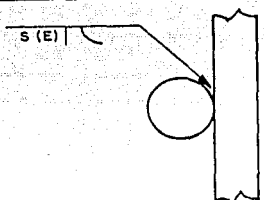


(C) SOLDADURA A TOPE CON UNA "V" ACAMPANADA

Fig. 32- APLICACION DE SIMBOLOS DE SOLDADURA A TOPE CON BISEL ACAMPANADO Y EN "V" ACAMPANADA

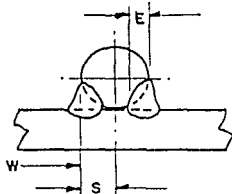


SOLDADURA DESEADA

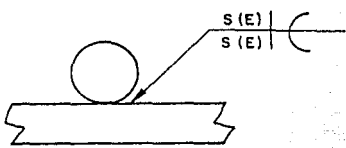


SIMBOLO

(D) SOLDADURA A TOPE DE UN BISEL ACAMPANADO Y DE RANURA SIMPLE

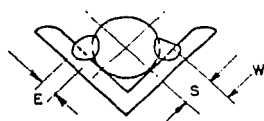


SOLDADURA DESEADA

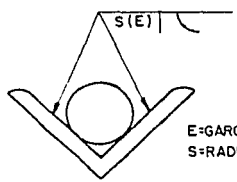


SIMBOLO

(E) SOLDADURA A TOPE DE DOBLE BISEL ACAMPANADO



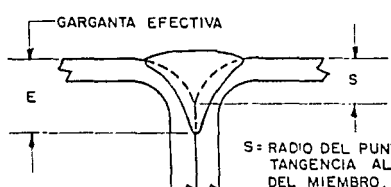
SOLDADURA DESEADA



E=GARGANTA EFECTIVA  
S=RADIO DE VARILLA

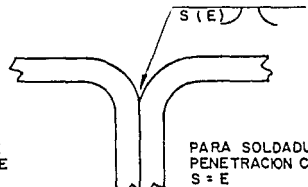
SIMBOLO

(F) SOLDADURA A TOPE CON DOS BISELES ACAMPANADO Y DE RANURA SIMP.



SOLDADURA DESEADA

S = RADIO DEL PUNTO DE TANGENCIA AL TOPE DEL MIEMBRO.



PARA SOLDADURA DE PENETRACION COMPLETA  
S = E

SIMBOLO

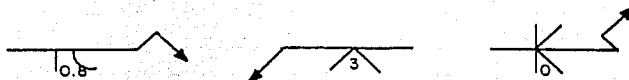
(G) SOLDADURA A TOPE EN "V" ACAMPANADA CON PENETRACION COMPLETA

Fig. 32 (cont.)— APLICACION DE SIMBOLOS DE SOLDADURA A TOPE DE BISEL ACAMPANADO Y EN "V" ACAMPANADA

### 9.3 Dimensiones de ranura

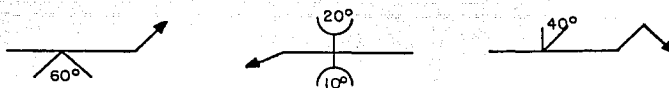
#### 9.3.1 Abertura de raíz

A menos que se indique de otra manera, la apertura de raíz de soldaduras ranuradas será la estándar del usuario. En caso contrario, será mostrada dentro del símbolo de soldadura (fig 33).



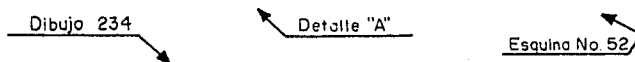
#### 9.3.2 Angulo de ranura

A menos que se indique de otra manera, el ángulo de ranura de soldaduras ranuradas será el estándar del usuario. En caso contrario, será mostrado fuera del símbolo de soldadura (fig 34).



#### 9.3.3 Radio y caras de la raíz

A menos que se indique de otra manera, el radio de la ranura y caras de las raíces U y J de soldadura a tope, serán los estándar del usuario. En caso contrario, la soldadura será mostrada mediante un corte o perfil transversal, detalle u otro dato con referencia a ello sobre el símbolo de soldadura, de acuerdo con las convenciones de localización dadas en 3.1.



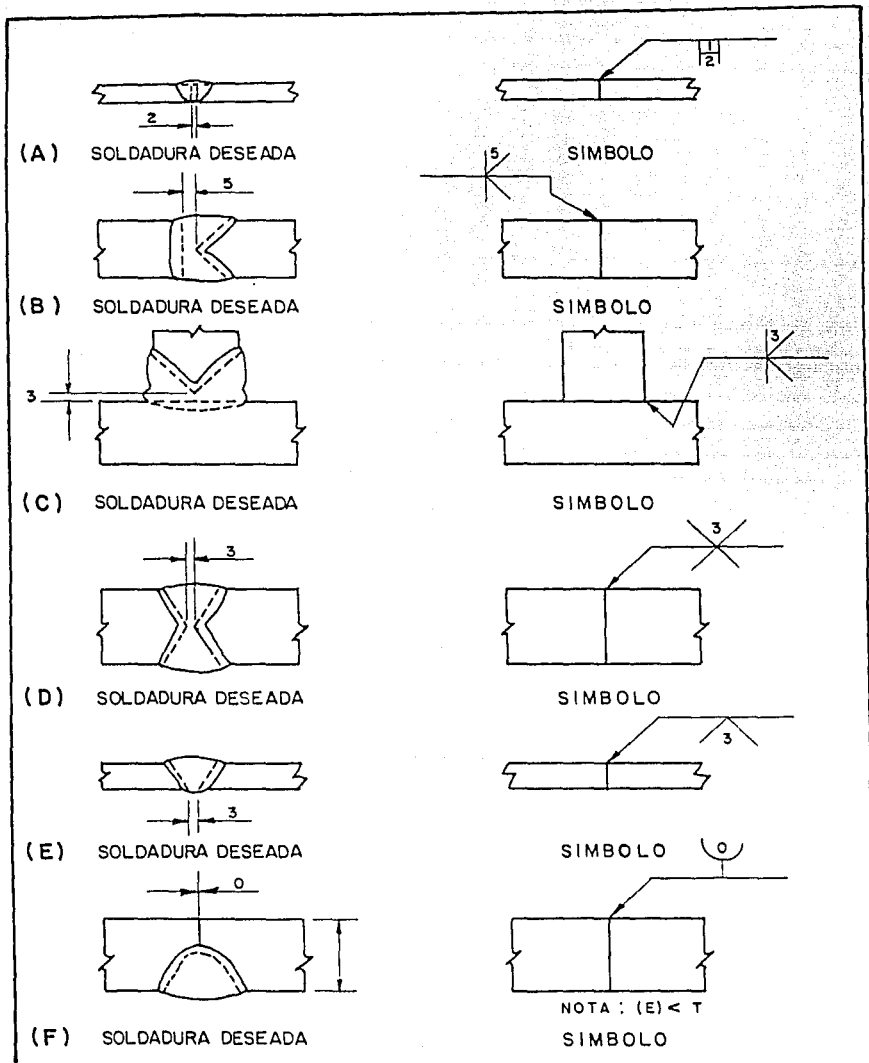


Fig.33 — DESIGNACION DE SOLDADURAS A TOPE DE RAIZ ABIERTA



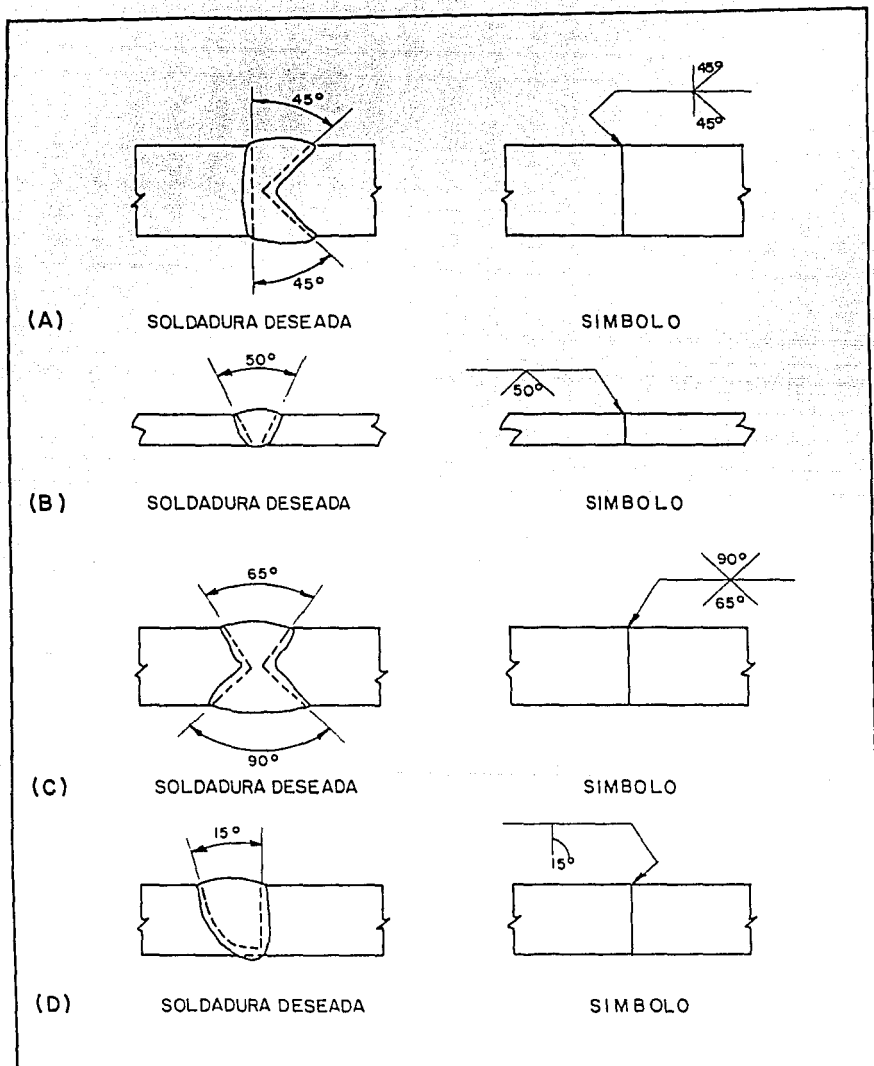
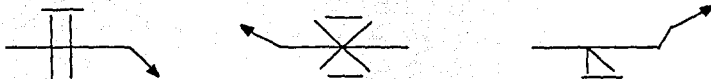


Fig.34-DESIGNACION DE ANGULO DE PREPARACION DE SOLDADURAS A TOPE

## 9.4 Superficie de acabado y contorno

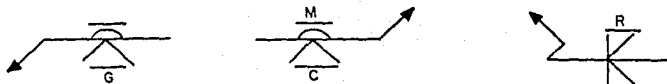
### 9.4.1 Contornos obtenidos mediante soldadura

Cuando este tipo de soldadura deba llevarse a cabo aproximadamente a ras, sin recurrir a ningún método de acabado, se mostrará añadiendo el símbolo de contorno a ras al símbolo de soldadura, de acuerdo con las convenciones dadas en 3.1 (fig 35A).



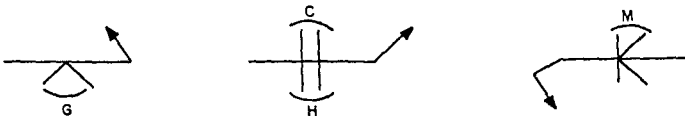
### 9.4.2 Contorno a ras mediante labrado

Cuando la soldadura deba ser hecha a ras, mediante medios mecánicos, se mostrará añadiendo tanto el símbolo de contorno a ras como el estándar de acabado del usuario al símbolo de soldadura, de acuerdo con las convenciones dadas en 3.1 (ver 3.11 y fig 35B).



### 9.4.3 Contorno convexo mediante labrado

La soldadura a tope con contorno convexo que deba tener un acabado mecánico, se mostrará añadiendo tanto el símbolo de contorno convexo como el estándar de acabado del usuario al símbolo de soldadura, de acuerdo con las convenciones dadas en 3.1 (ver 3.11 y fig 35C).



Soldadura depositada a ras con metal de base



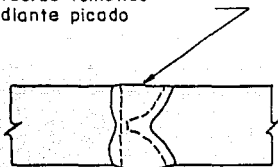
Soldadura deseada



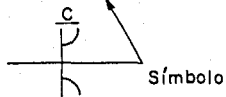
Símbolo

(A) SIMBOLO DE CONTORNO A RAS AL LADO DE LA FLECHA

Refuerzo removido mediante picado



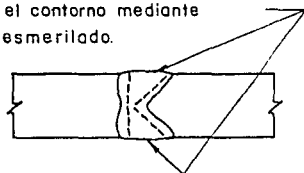
Soldadura deseada



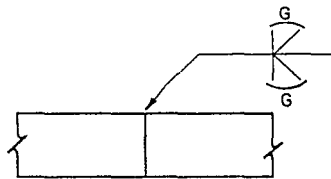
Símbolo

(B) SIMBOLO DE CONTORNO A RAS AL OTRO LADO

Acabado para suavizar el contorno mediante esmerilado.



Soldadura deseada



Símbolo

(C) SIMBOLO DE CONTORNO CONVEXO A AMBOS LADOS

Fig. 35- APLICACION DE SIMBOLOS DE CONTORNO A RAS Y CONVEXO PARA SIMBOLOS DE SOLDADURA.

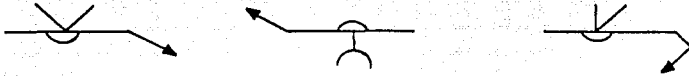
## 9.5 Soldadura de respaldo

### 9.5.1 Generalidades

El símbolo de soldadura de respaldo será utilizado para indicar cordones o tipo de soldadura de respaldo de una soldadura a tope.

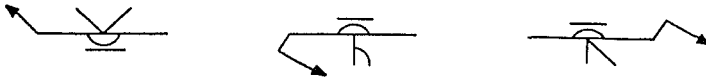
### 9.5.2 Símbolo

La soldadura de respaldo de soldadura de ranura simple se mostrará colocando un símbolo de soldadura de respaldo al lado de la línea de referencia, en dirección opuesta al símbolo de soldadura a tope (fig 36).

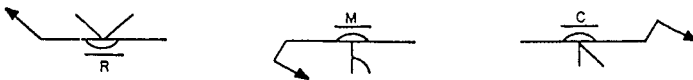


### 9.5.3 Contorno de la superficie

- a) Cuando este tipo de soldaduras deban ser hechas aproximadamente a ras, sin recurrir a algún método de acabado, serán mostradas añadiendo el símbolo de contorno a ras al símbolo de la soldadura.



- b) Las soldaduras de respaldo que se hagan a ras, por medios mecánicos, se mostrarán añadiendo tanto el símbolo de contorno a ras como el símbolo estándar de acabado del usuario, al símbolo de soldadura de respaldo (ver 3.11).



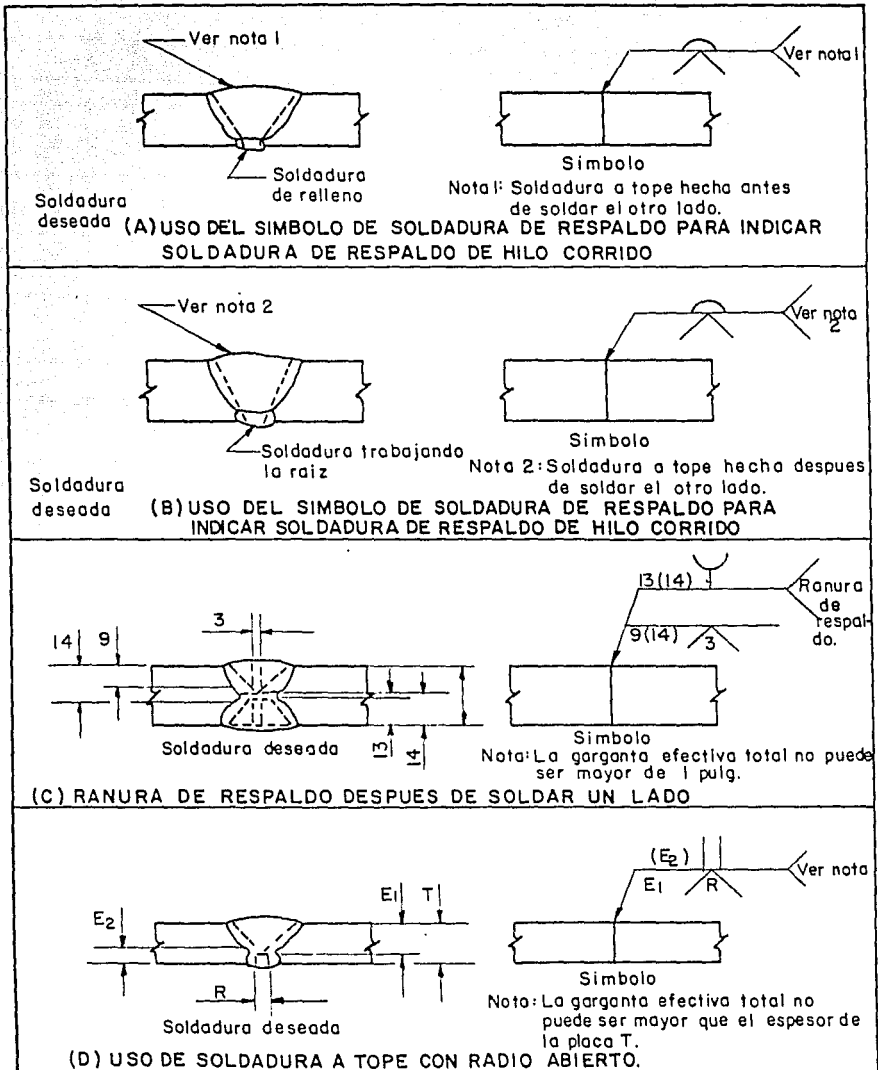
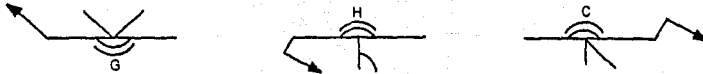


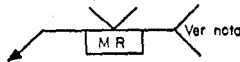
Fig. 36.-APLICACION DE SIMBOLOS DE SOLDADURA CON Y SIN RESPALDO

c) Las soldaduras de contorno que van a tener acabado en forma de contorno convexo, logrado por medios mecánicos, se mostrarán añadiendo tanto el símbolo de contorno convexo como el símbolo estándar de acabado del usuario, al símbolo de la soldadura (ver 3.11).



### 9.6 Junta con respaldo

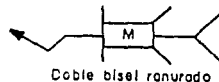
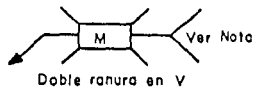
Una junta con respaldo se muestra con una combinación del símbolo de soldadura a tope al lado de la línea de referencia y un rectángulo en el lado opuesto, en el que se incluye una de dos notaciones, como se muestra abajo.



M- Material como se especifica  
 MR- Lo mismo que M pero removido después de soldar.

### 9.7 Junta con separador

Una junta con separador se muestra con el símbolo de soldadura a tope modificado para mostrar un rectángulo, dentro del cual se incluye una notación como la mostrada a continuación.

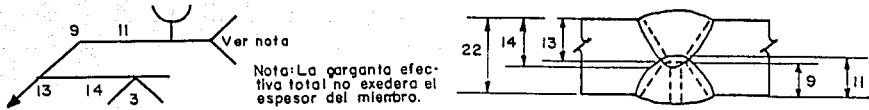


Nota. Material y dimensiones de espacio como se especifica.

### 9.8 Convención para rebajado después de soldar un lado

Una segunda línea de referencia puede ser usada (ver 3.18) para una segunda operación, la cual no puede ser desarrollada antes de completar la primera. El rebajado y la soldadura, como una segunda

operación se muestran de la forma siguiente:



## 10 SOLDADURA DE ACABADO

### 10.1 Generalidades

El símbolo de soldadura de acabado será utilizado para indicar superficies ensambladas mediante soldadura.

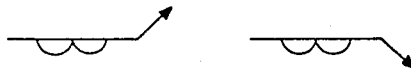
- Corregir dimensiones
- Transición entre metales
- Resistencia a la corrosión
- Resistencia al uso

(fig 38)

### 10.2 Uso del símbolo de soldadura de acabado

#### 10.2.1 Aplicación del símbolo

Las superficies ensambladas, ya sea mediante hilos simples o múltiples, de soldadura de acabado, se mostrarán mediante el símbolo de soldadura de acabado (fig 38).



#### 10.2.2 Significado de la flecha al lado

El símbolo de soldadura de acabado, no indica la soldadura

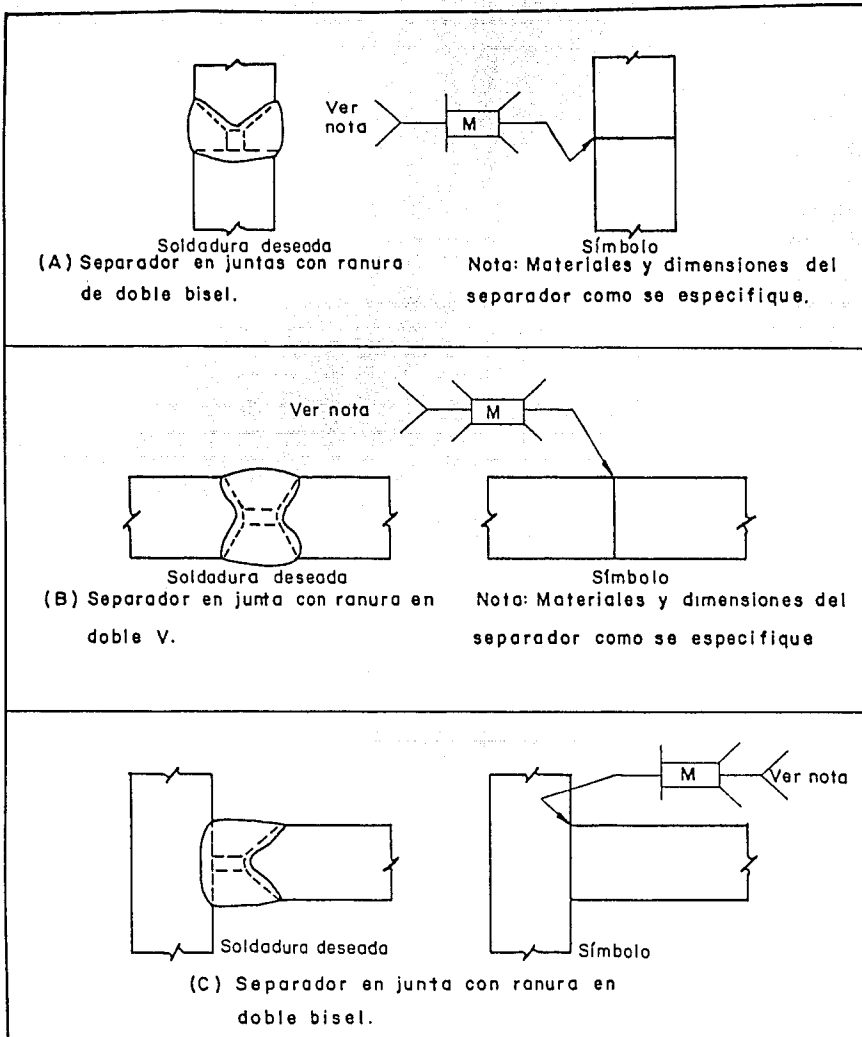


Fig. 37 Juntas con separadores



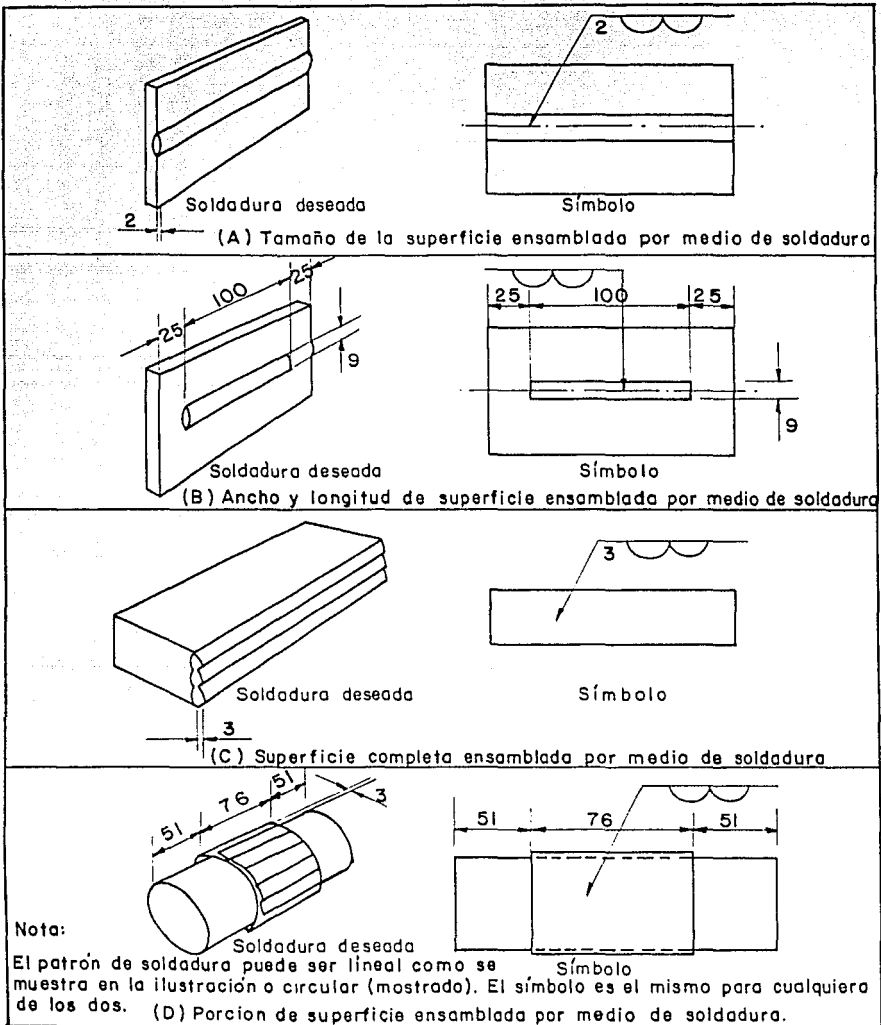


Fig. 38 Aplicación del símbolo de soldadura de acabado para indicar superficie ensambladas por medio de soldadura

de una junta y, por consiguiente, la flecha al lado no tiene significado.

El símbolo se dibuja debajo de la línea de referencia y la flecha apuntará, claramente, a la superficie sobre la cual se va a depositar la soldadura (fig 38).



### 10.3 Espesor de superficies ensambladas por medio de soldadura

#### 10.3.1 Espesor mínimo

El tamaño de una superficie que va a ser ensamblada por medio de soldadura, se mostrará en el espesor mínimo del depósito de soldadura, a la izquierda de su símbolo (fig 38A).



#### 10.3.2 Espesor no especificado

Cuando no se desea determinado espesor para el depósito de soldadura, no es necesario mostrar dimensión alguna del tamaño.

### 10.4 Extensión, localización y orientación de superficies ensambladas por medio de soldadura

#### 10.4.1 Area total

Cuando el área total de un plano o superficie curva va a ser ensamblada por medio de soldadura, ninguna otra dimensión, además de la de tamaño (espesor del depósito), necesita mostrarse sobre el

símbolo (fig 38C).

#### 10.4.2 Parte del área

Cuando una parte del área de un plano o superficie curva va a ser ensamblada por medio de soldadura, la extensión, localización y orientación del área a ser ensamblada se indicará sobre el dibujo (fig 38D).

#### 10.5 Acabado de una cara soldada

Cuando se desea mostrar una operación subsecuente de acabado de otra soldadura, se puede utilizar el concepto de línea de referencia múltiple, con un filete o soldadura a tope como la primera operación y la de acabado como la segunda (ver 3.18).

### 11 SOLDADURA DE ALA O PATIN

#### 11.1 Generalidades

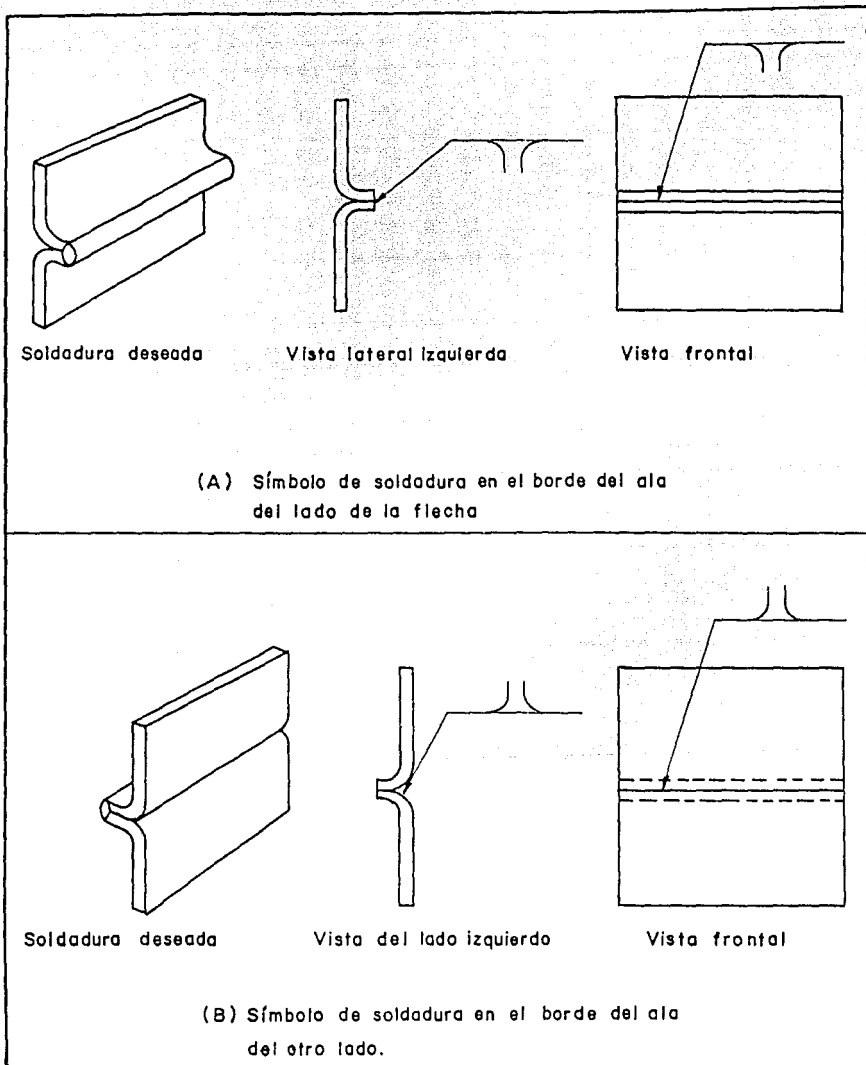
Los siguientes símbolos de soldadura están pensados para usarse en juntas de pared delgada.<sup>1</sup>

##### 11.1.1 Soldadura en el borde del ala

Este tipo de soldadura se mostrará por medio del símbolo de soldadura en el borde del ala, este símbolo no tiene significado de ambos lados (fig 39).



<sup>1</sup> Envolviendo la curvatura de los bordes a ser unidos.



(A) Símbolo de soldadura en el borde del ala del lado de la flecha

(B) Símbolo de soldadura en el borde del ala del otro lado.

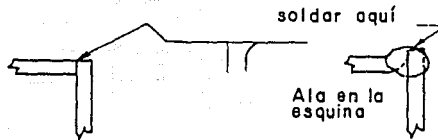
Fig. 39 Aplicaciones del símbolo de soldadura en el borde del ala

### 11.1.2 Soldadura en la esquina del ala

- a) Junta detallada. Esta se mostrará mediante el símbolo de soldadura en el borde del ala (fig 40).



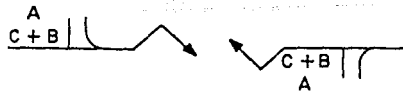
- b) Junta no detallada. En casos donde la esquina del ala no está detallada, deberá haber un quiebre en la flecha, para mostrar cuál miembro está doblado.



### 11.2 Dimensiones de soldadura de ala

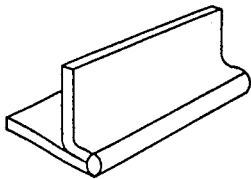
#### 11.2.1 Localización

Las dimensiones de este tipo de soldadura se localizan del mismo lado de la línea de referencia que el símbolo de la soldadura (fig 41).

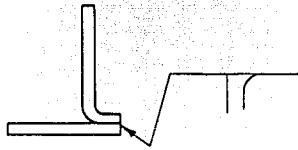


Donde:

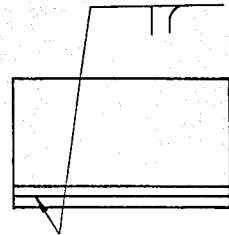
- A = espesor
- B = altura del ala
- C = Radio del ala



Soldadura deseada

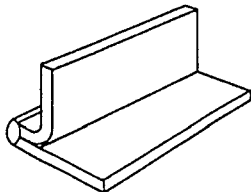


Vista del lado izquierdo

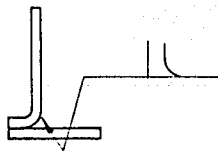


Vista frontal

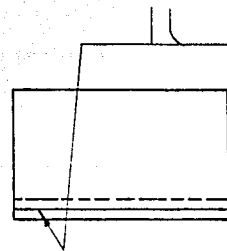
(A) Símbolo de soldadura en la esquina del ala del lado de la flecha



Soldadura deseada



Vista del lado izquierdo



Vista frontal

(B) Símbolo de soldadura en la esquina del ala del otro lado

Fig. 40-Aplicación del símbolo de soldadura en la esquina del ala

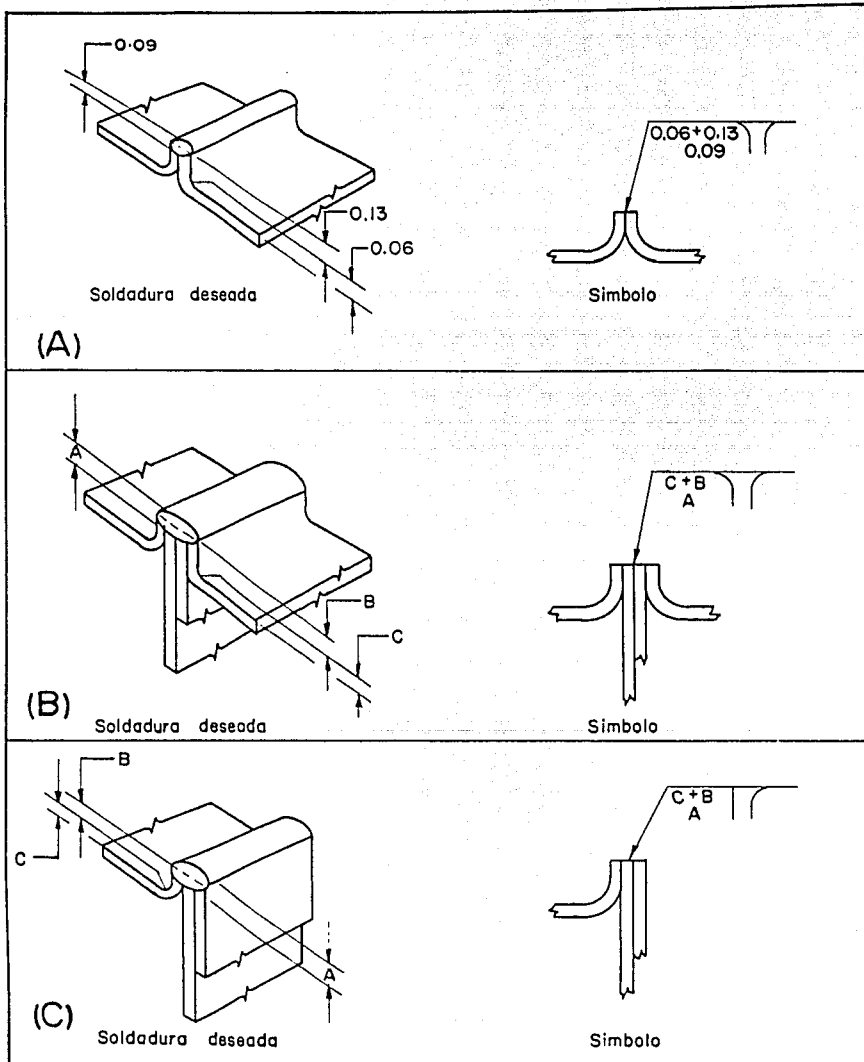


Fig.41- Aplicación de los símbolos de soldadura en el borde y en la esquina del ala

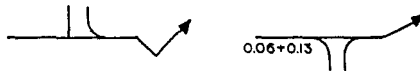
### 11.2.2 Radio y altura

El radio y la altura sobre el punto de tangencia se indicará mostrando el radio así como la altura, separados por un signo (+), y colocados a la izquierda del símbolo de soldadura. El radio y la altura se leerán en ese orden (de izquierda a derecha), a lo largo de la línea de referencia (fig 41).



### 11.2.3 Espesor de soldadura

El espesor de esta soldadura será mostrado mediante una dimensión colocada fuera de las dimensiones del ala (fig 41).



### 11.2.4 Abertura de raiz

La abertura de raiz de este tipo de soldadura no se muestra sobre su propio símbolo. Si se desea especificar la abertura de raiz, se mostrará sobre el dibujo.

### 11.3 Soldadura de ala de junta múltiple

Para soldaduras de ala, cuando una o más piezas están insertadas entre las dos piezas exteriores, será utilizado independientemente del número de piezas insertadas (figs 41B y C).



## 12 JUNTAS SOLDADAS CON LATON

Si no se requiere alguna otra preparación especial de la junta, más que la limpieza, sólo se usa la flecha con el proceso de soldadura con latón, indicado en la cola (fig 42A). La aplicación de símbolos de soldadura convencional a juntas soldadas con latón se ilustra en las figs 42B, C, D y E. Las figuras 42C, D y E muestran cómo las separaciones entre juntas pueden ser inclinadas. Todos los símbolos para soldar con latón, también son utilizados para soldar con arco eléctrico, con excepción de la junta charpada o biselada (fig 42B), la cual es única para soldarse con latón.

## 13 APLICACION EN DIBUJOS

La fig 43 muestra aplicaciones típicas de símbolos de soldadura a un dibujo estructural.

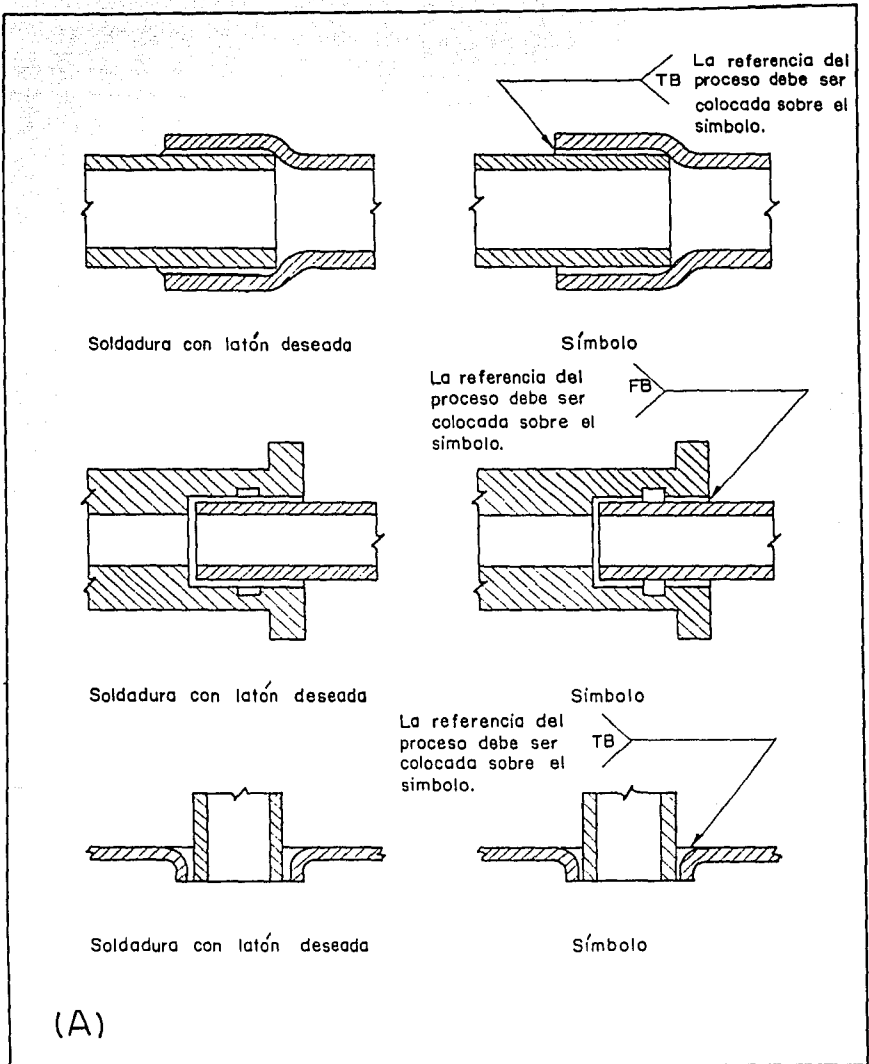


Fig.42-Aplicación de símbolos de soldadura con latón

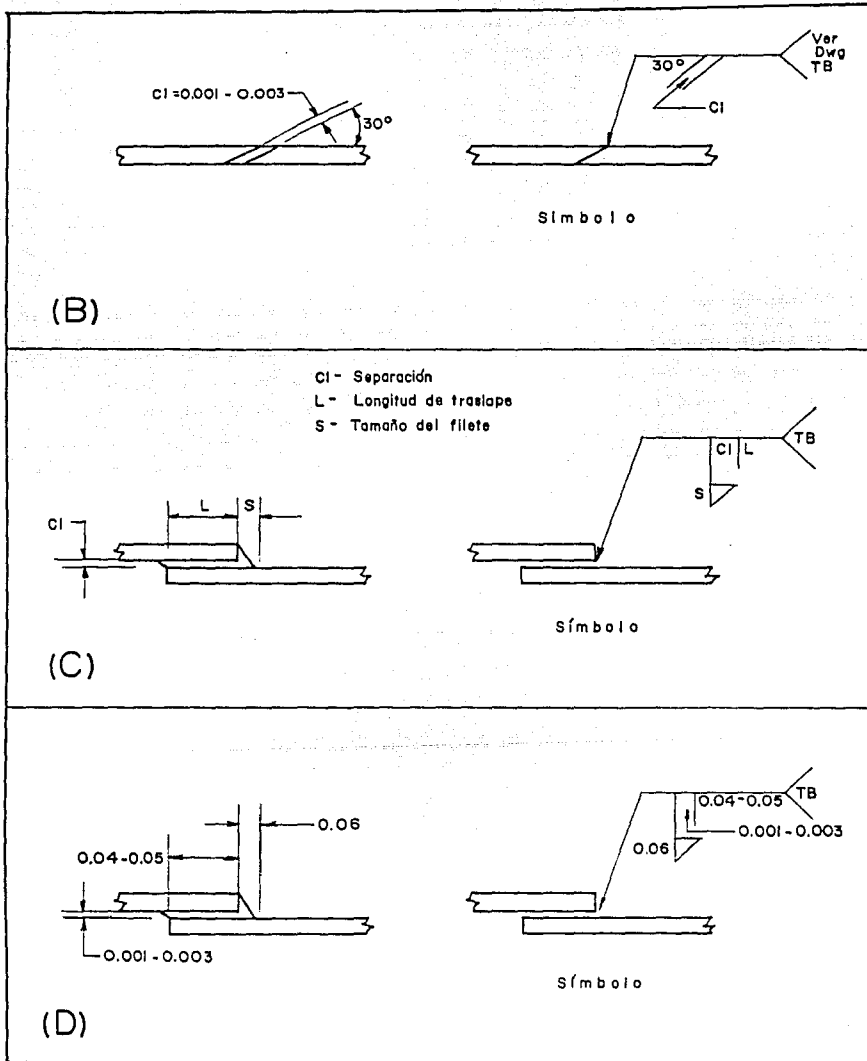
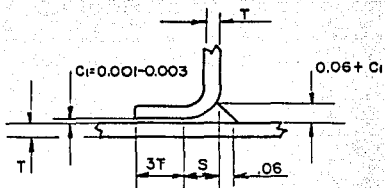
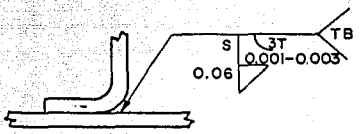


Fig. 42 APLICACION DE SIMBOLOS DE SOLDADURA CON LATON

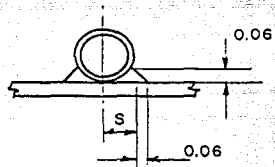


Soldadura con latón deseada

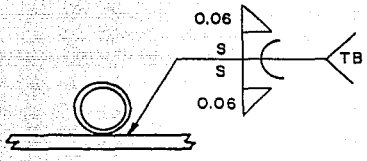


Símbolo

(E)

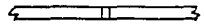


Soldadura con latón deseada



Símbolo

(F)

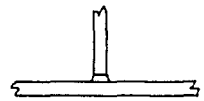


Soldadura con latón deseada

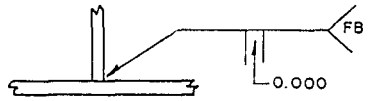


Símbolo

(G)



Soldadura con latón deseada



Símbolo

(H)

Fig. 42- Aplicacion de simbolos de soldar con latón  
151

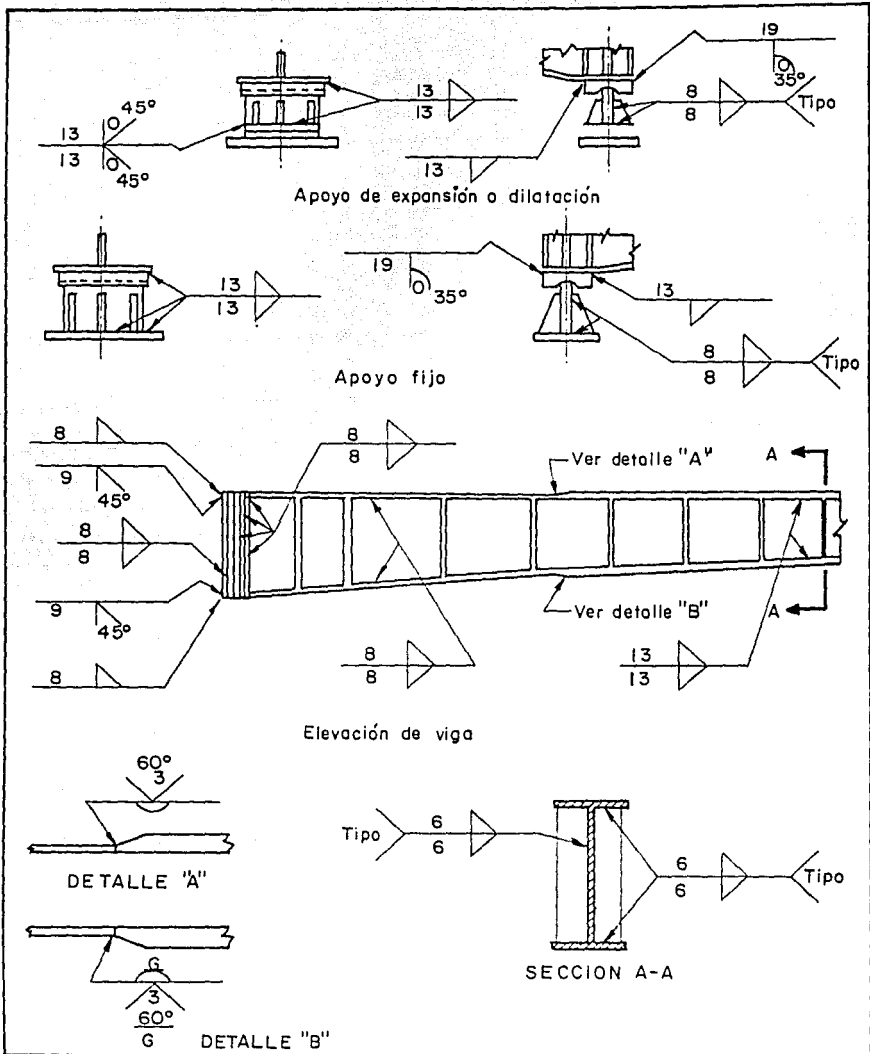


Fig. 43—USO DE SIMBOLOS DE SOLDADURA EN DIBUJOS ESTRUCTURALES

Nota: Este dibujo es ilustrativo de las técnicas usadas y no tiene la intención de estar completo. Un contrato o plano de ejecución requeriría vistas adicionales o notas acerca de las soldaduras requeridas del lado opuesto de la retícula.

## APENDICE "B"

### SIMBOLOS PARA PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Casi todas las formas de energía han sido utilizadas en las pruebas no destructivas. Del mismo modo, casi todas las propiedades de los materiales para ser inspeccionados han utilizado alguna prueba no destructiva. Nuevos materiales utilizados en la ingeniería, nuevos campos de aplicación en electrónica y nuevos daños detectados en los materiales han conducido a mejorar la magnitud de detección inmediata en las superficies de los elementos. Las partes esenciales de una prueba no destructiva son:

- Los medios de aplicación de la prueba o inspección
- Los medios de modificación de la prueba para los defectos, variaciones en la estructura o propiedades del material
- La detección de los cambios con un detector adecuado
- La lectura de estos cambios de una manera conveniente para interpretar
- La interpretación hecha por una persona experta

La elección del método y la interpretación de los resultados, habilidad y experiencia, son fundamentales en la inspección, pues métodos incorrectos originan pérdida de esfuerzos y la aceptación de un material defectuoso.

La prueba de emisión acústica fue considerada durante mucho tiempo como la técnica que reemplazaba la prueba ultrasónica. La prueba de emisión acústica se utiliza para detectar fisuras hasta de  $1 \text{ mm}^2$  de área; la principal inspección es para analizar las señales generadas por las fisuras, pues es más sensible a estos defectos que a los de porosidad. Las pruebas parásita y ultrasónica son periódicamente usadas en varios casos, teniendo la potencia necesaria para detectar fisuras profundas.

En la prueba magnética el material es magnetizado, y una distorsión del campo magnético se produce por el defecto. La distorsión del campo puede medirse empleando partículas como acero oxidado.

En la prueba radiográfica, la radiación penetra el material, pudiéndose modificar por los diferentes espesores y densidades donde se encuentra la falla. Esta variación en la intensidad de la radiación transmitida puede detectarse por medio del uso de películas, semiconductores, fotoconductores y centelleo de cristales.

La prueba penetrante es una de las técnicas más sensitivas para detectar defectos en la superficie. Un líquido de baja viscosidad penetra en los defectos por capilaridad y es entonces parcialmente removida de la superficie cuando la marca.

En el método visual, la parte a examinar es iluminada, entonces, se hace una inspección con la vista; puede ayudarse o no con otra luz sensitiva como una fotocelda. La inspección visual, algunas veces no se considera como un método de prueba no destructiva, sin embargo, se considera un método importante que revela defectos que no son detectados por otras pruebas.

En las pruebas térmicas, el espécimen es calentado y la distribución de la temperatura revela por medio de sustancias químicas de fósforo, termómetros y celdas infarrojas muy sensitivas, donde se presenta la falla.

## 14. SIMBOLOS BASICOS

### 14.1 Símbolos básicos de pruebas

Los símbolos básicos de pruebas no destructivas serán los mencionados a continuación:

Tipo de prueba	Símbolo
Emisión acústica	AET
Corriente parásita	ET
Escape o fuga	LT
Partícula magnética	MT
Radiografía neutrónica	NRT
Penetrante	PT
Prueba	PRT
Radiográfica	RT
Ultrasónica	UT
Visual	VT

### 14.2 Elementos de símbolos de prueba

El símbolo de prueba consiste de los siguientes elementos:

- Línea de referencia
- Flecha
- Símbolo básico de prueba
- Símbolo de prueba todo alrededor
- (N) Número de pruebas
- Prueba en el campo
- Cola
- Especificación u otra referencia



### 14.3 Localización estándar de elementos

Los elementos de un símbolo de prueba tendrán localización estándar, con respecto al otro (fig 3).

## 15 ESTIPULACIONES GENERALES

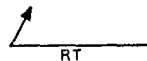
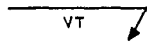
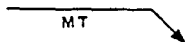
### 15.1 Significado de la localización de la flecha

La flecha conectará la línea de referencia a la parte a ser probada. El lado de la parte a la cual apunta la flecha, será considerado el lado de la flecha, el lado opuesto, será considerado el otro lado.

### 15.2 Localización del símbolo de prueba

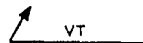
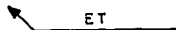
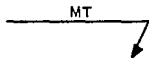
#### 15.2.1 Localización del lado de la flecha

Las pruebas a ser hechas del lado de la flecha, serán indicadas mediante el símbolo de prueba del lado de la línea de referencia hacia el lector.



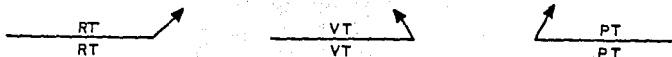
#### 15.2.2 Localización del otro lado

Las pruebas a ser hechas del otro lado, serán indicadas mediante el símbolo de prueba al lado de la línea de referencia fuera del lector.



### 15.2.3 Símbolo en ambos lados

Las pruebas a ser hechas en ambos lados, serán indicadas mediante símbolos de prueba en ambos lados de la línea de referencia.



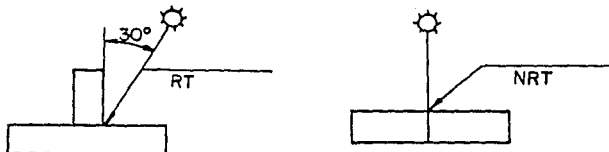
### 15.2.4 Símbolo centrado

Cuando los símbolos de pruebas no destructivas no tengan flecha o significado del otro lado, éstos deberán centrarse en la línea de referencia.



### 15.3 Dirección de la radiación

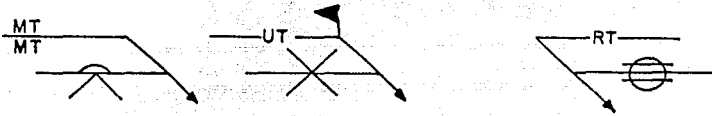
Cuando se especifique, la dirección de la radiación puede ser mostrada en conjunción con los símbolos de pruebas radiográficas y radiografías neutrónicas. La dirección de la radiación puede ser indicada por medio de un símbolo localizado sobre el ángulo deseado.



#### 15.4 Combinación de símbolos de pruebas no destructivas y símbolos de soldadura

##### 15.4.1 Símbolos de soldadura y pruebas no destructivas

Los símbolos de pruebas no destructivas y símbolos de soldadura pueden ser combinados.



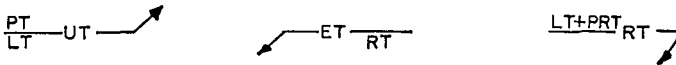
##### 15.4.2 Símbolos (solos) de pruebas no destructivas

Los símbolos de pruebas no destructivas pueden ser combinados



##### 15.4.3 Significado al lado de la flecha

En casos donde un símbolo de prueba no destructiva no tenga flecha u otra especificación al lado, es combinado con un símbolo que tenga tal significado, los símbolos de pruebas pueden ser combinados.



## 15.5 Uso de referencias

Las especificaciones u otras referencias no necesitan ser usadas sobre simbolos de prueba cuando el procedimiento de examen se prescribe en otra parte. Cuando una especificación u otra referencia se usa con un simbolo de prueba, ésta será colocada en la cola.



## 16 METODOS DE ESPECIFICACION DEL ALCANCE DEL EXAMEN NO DESTRUCTIVO

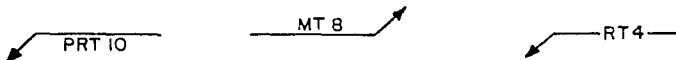
### 16.1 Sistema inglés y unidades métricas

Quando es necesario mostrar dimensiones con simbolos de pruebas no destructivas, se utilizará el mismo sistema de unidades que el estándar para dibujos. Las unidades duales no serán usadas sobre simbolos de prueba. Si se desea mostrar conversiones del sistema métrico al inglés o viceversa, se puede incluir una tabla de equivalencias sobre el dibujo.

### 16.2 Especificación de la longitud de la sección a probar

#### 16.2.1 Longitud mostrada

Para especificar pruebas de soldadura en partes, cuando únicamente la longitud de una sección necesita ser considerada, la longitud será mostrada a la derecha del simbolo básico de prueba.

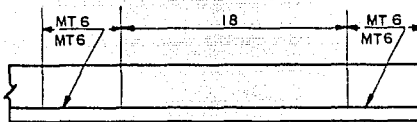


### 16.2.2 Localización mostrada

Para mostrar la localización exacta de una sección a probarse, así como su longitud, se utilizarán las líneas de dimensiones.

### 16.2.3 Pruebas de longitud total

Cuando la longitud total va a ser probada, no es necesario mostrar ninguna dimensión de longitud sobre el símbolo.



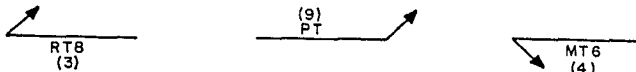
### 16.2.4 Prueba parcial

Cuando menos del cien por ciento de la longitud de una soldadura o parte que va a ser probada con localizaciones a seleccionarse por un procedimiento especificado, el porcentaje de la longitud a probarse es indicado.



### 16.3 Especificación del número de pruebas

Para especificar el número de pruebas a realizarse sobre una junta o parte, en localizaciones tomadas al azar, el número de pruebas se mostrará entre paréntesis.



#### 16.4 Especificación de pruebas a realizarse "todo-alrededor" de una junta

Para especificar pruebas a realizarse "todo-alrededor" de una junta, se utilizará el símbolo de "todo-alrededor".



#### 16.5 Especificación del examen de partes (áreas)

Cuando se requiera examen no destructivo de partes (áreas) se indicará mediante uno de los siguientes métodos.

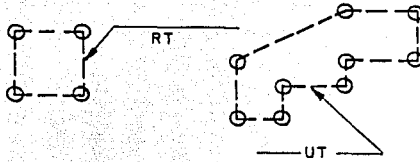
##### 16.5.1 Áreas planas

Para examen no destructivo de una área representada como un plano en el dibujo, el área a examinarse se encerrará entre líneas rectas punteadas, con un círculo en cada cambio de dirección.

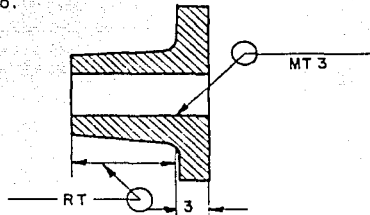
El símbolo de prueba especificando el tipo de prueba no destructiva se usará en conexión con estas líneas, como se muestra abajo. Cuando sea necesario, estos cercados se localizarán mediante dimensiones de coordenadas.

##### 16.5.2 Áreas de revolución

Para pruebas no destructivas de áreas de revolución, el área se indicará haciendo uso de las dimensiones apropiadas y del símbolo de prueba "todo-alrededor". Sobre el dibujo de abajo, el símbolo superior indica que el taladro del ala va a estar sujeto a examen de partículas magnéticas para una distancia de tres pulgadas de la cara en línea recta.



El símbolo inferior indica una área de revolución que va a estar sujeta a examen radiográfico, donde las dimensiones no están disponibles sobre el dibujo.

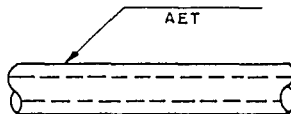


Los símbolos de abajo indican una área de revolución sujeta a una prueba interna y a una prueba de corriente parásita (ya que no se da ninguna dimensión, la longitud total va a ser probada).



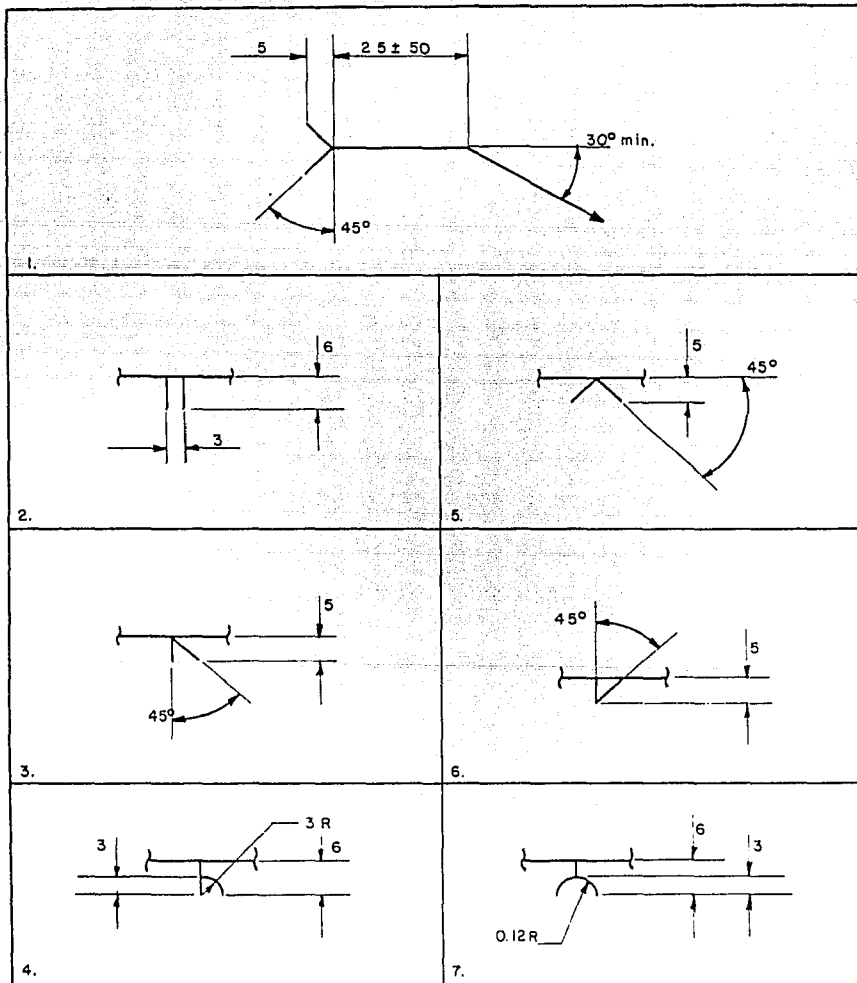
## 16.6 Emisión acústica

La emisión acústica se aplica generalmente a toda o a una gran parte de un componente, tal como un recipiente o pipa a presión; el símbolo indica la aplicación del AET o el componente sin referencia específica o localización de sensores.



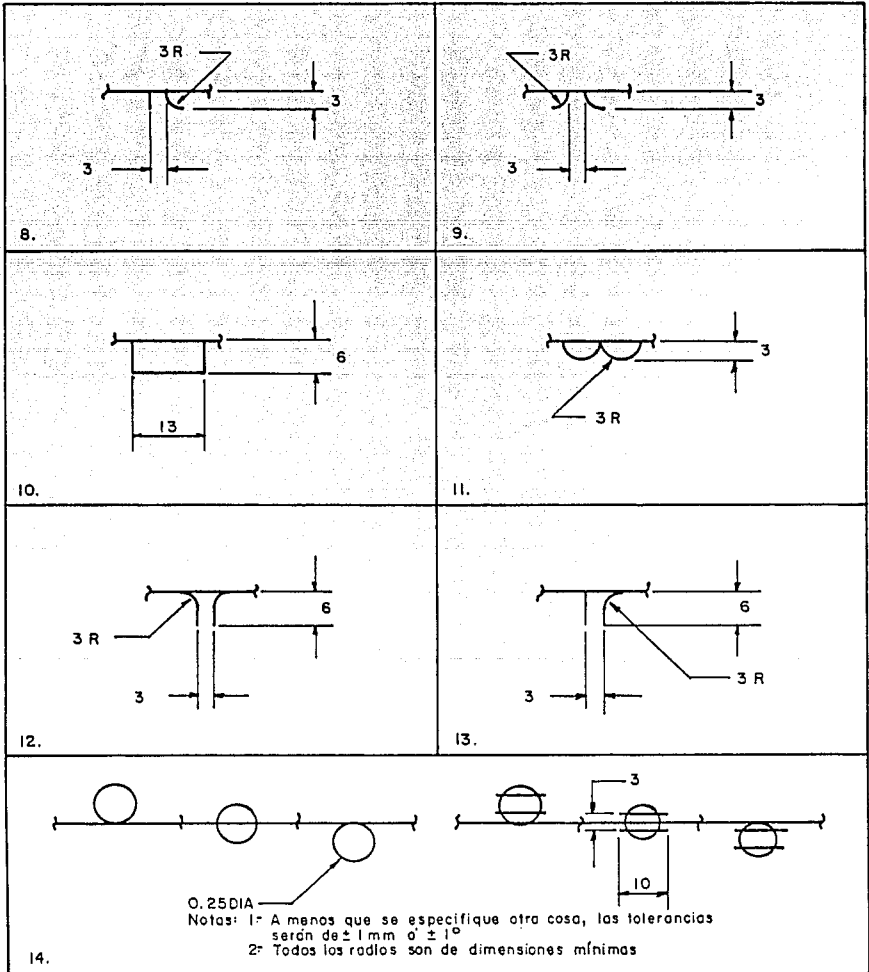
# APENDICE "C"

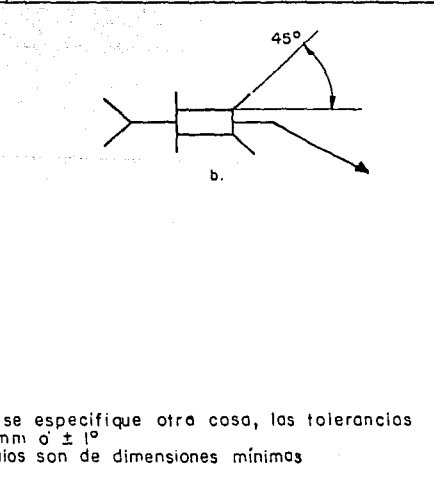
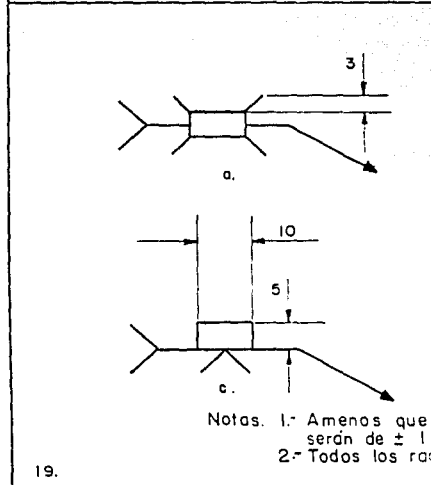
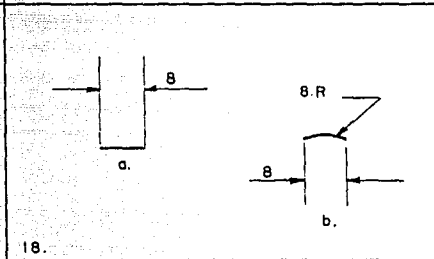
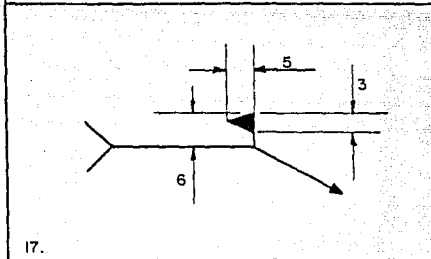
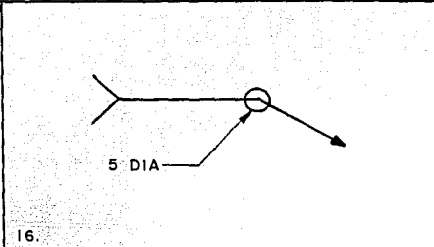
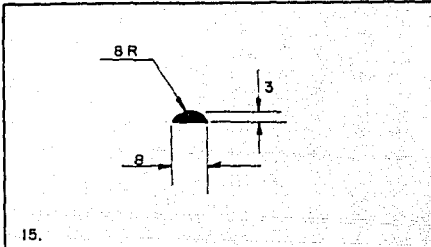
## DISEÑO DE SIMBOLOS ESTANDAR (Dimensiones en mm)



Notas: 1.- A menos que se especifique otra cosa, las tolerancias serán de  $\pm 1\text{mm}$  o  $\pm 1^\circ$   
 2.- Todos los radios son de dimensiones mínimas







## TABLA A-1

### ANEXO PARA USO OPCIONAL EN LA APLICACION DE SOLDADURA Y PROCESOS RELACIONADOS

Automático	AU
Mecánico	ME
Manual	MA
Semiautomático	SA

## TABLA B-1

### ORDEN ALFABETICO DE LA TABLA "A"

Letra designada	Soldadura y proceso relacionado
AAC	Cortadura de arco-aire y carbón
AAW	Soldadura de aire de acetileno
AB	Soldadura con latón de arco
ABD	Unión adherente
AC	Cortadura de arco
AHW	Soldadura de hidrógeno atómico
AOC	Cortadura de arco-oxígeno
AW	Soldadura de arco
B	Soldadura con latón
BMAW	Soldadura de arco-metal simple
CAC	Cortadura de arco-carbón
CAW	Soldadura de arco-carbón
CAW-G	Soldadura de arco-gas carbón
CAW-S	Soldadura de arco-carbón protegido
CAW-T	Soldadura de arco-carbón similar
CW	Soldadura en frío
DB	Cubierta de soldadura con latón
DFB	Soldadura con latón esparcida
DFW	Soldadura esparcida
DS	Cubierta de soldadura
EASP	Rociado de arco eléctrico
EBC	Cortadura de haz electrónico
EBW	Soldadura de haz electrónico
EGW	Soldadura de electrogas
ESW	Soldadura eléctrica
EXW	Soldadura explosiva
FB	Soldadura con latón horneada
FCAW	Soldadura fundida en el centro
FLB	Soldadura con latón fluida
FLOW	Soldadura fluida
FLSP	Rociado flameado

Letra designada

Soldadura y proceso relacionado

FOC	Cortadura química fundida
FOW	Soldadura forjada
FRW	Soldadura friccionante
FS	Soldado horneado
FW	Soldadura incidente
GMAC	Cortadura de arco-gas metal
GMAW	Soldadura de arco-gas metal
GMAW-P	Soldadura de arco-gas metal y arco vibrado
GMAW-S	Soldadura de arco-gas metal y arco de radio corto
GTAC	Cortadura de arco-gas tungsteno
GTAW	Soldadura de arco-gas tungsteno
HFRW	Soldadura resistente de alta frecuencia
HPW	Soldadura caliente a presión
IB	Soldadura con latón inducida
INS	Soldado de hierro
IRB	Soldadura con latón infrarrojo
IRS	Soldado infrarrojo
IS	Soldado inducido
IW	Soldadura inducida
LBC	Cortadura de haz laser
LBW	Soldadura de haz laser
LOC	Cortadura de oxígeno lanzado
MAC	Cortadura de arco metálico
OAW	Soldadura oxiacetilénica
OC	Cortadura oxigenada
OFC	Cortadura de gas combustible
OFC-A	Cortadura oxiacetilénica
OFC-H	Cortadura oxhídrica
OFC-N	Cortadura con gas natural oxigenado
OFC-P	Cortadura oxipropánica
OFW	Soldadura de gas combustible
OHW	Soldadura oxhídrica
PAC	Cortadura de arco-plasma
PAW	Soldadura de arco-plasma
PEW	Soldadura intermitente
PGW	Soldadura de gas a presión
POC	Cortadura de metal con pólvora
PSP	Rociado de plasma
RB	Soldadura con latón resistente
ROW	Soldadura laminada
RPW	Soldadura de protección
RS	Soldado resistente
RSEW	Soldadura de junta resistente
RSW	Soldadura de punto resistente
RW	Soldadura resistente
S	Soldado
SAW	Soldadura de arco sumergida
SAW-S	Soldadura de arco de series sumergidas
SMAC	Cortadura de arco-metal protegido

**Letra designada****Soldadura y proceso relacionado**

SMAW	Soldadura de arco-metal protegido
SSW	Soldadura en estado sólido
SW	Soldadura de arco montante
TB	Soldadura con latón encendida
TC	Cortadura térmica
TCAB	Soldadura con latón de arco-carbón similar
THSP	Rociado térmico
TS	Soldado encendido
TW	Soldadura térmica
USW	Soldadura ultrasónica
UH	Soldadura fija
WS	Soldado ondulado

## CONCLUSIONES

Las conclusiones para el tema de tesis "Diseño de soldadura estructural, símbolos para soldadura y pruebas no destructivas", se enfocan al cumplimiento del objetivo, para el cual se enfatizan los siguientes puntos:

1. Las conexiones presentan un comportamiento complejo que dificulta el análisis teórico, por lo que el diseño debe apoyarse en la experimentación para mejorar las ventajas que ofrece la soldadura al aplicarla en la unión de metales.
2. El proceso de soldadura más común para acero estructural es el de arco manual para campo, y automática para taller con los electrodos E-60 y E-70. Cada proyecto es diferente, guarda variables y condiciones propias; el tipo de soldadura, sea de taller o de campo, incidirá en tiempo, costo y procedimiento constructivo. La teoría básica del capítulo 1 ayuda al estructurista a seleccionar el proceso adecuado.

3. El Ingeniero estructurista debe tener en cuenta las dificultades que se presentan en campo con su diseño, por eso, debe prestar atención a la posición y espesores de soldadura. El capítulo 1 muestra las posiciones de soldadura, haciendo hincapié en que se elijan electrodos apropiados; el capítulo 2 recomienda diseñar cordones de soldadura de un solo paso. Esto conduce a una mayor seguridad con buena economía.
4. La teoría del capítulo 3 ayuda a entender las especificaciones necesarias para el diseño de soldadura, y muestra simplificaciones que pueden hacerse al diseñar. Resalta aspectos importantes como son los espesores y traslapes de placas, longitudes y espesores efectivos de soldadura y espaciamentos entre éstas. Muy importante es, que al diseñar, el modelo considerado refleje los esfuerzos que se transmitirán en la realidad.
7. La posibilidad de aplicar ayudas de diseño a problemas que se presentan frecuentemente, disminuyen el tiempo y el trabajo que el ingeniero estructurista emplea al diseñar. Las tablas de diseño del capítulo 5 adquieren gran utilidad, y complementadas con los algoritmos del capítulo 4 para el diseño de conexiones a cortante y a momento, permiten utilizarse con gran amplitud.
8. No puede desligarse el diseño de la elaboración de planos, y siempre es necesario encontrar la manera de interpretar los cálculos efectuados en una forma sencilla. El apéndice A permite al ingeniero estructurista conocer la información contenida en un símbolo de soldar para poder plasmar e interpretar sus resultados de diseño.



9. Uno de los problemas principales en el proceso de soldadura es la importancia de que se realice en campo los resultados que se han obtenido en gabinete. Por ejemplo, la garganta en una soldadura de filete es la dimensión más crítica, y pruebas experimentales han comprobado que la existencia de cambios bruscos de sección (irregularidades), provoca una mayor concentración de esfuerzos. Para ayuda del ingeniero, en el apéndice B se listan las pruebas no destructivas que se efectúan para verificar que la soldadura se ha elaborado en forma correcta. Este apéndice muestra al estructurista la manera en que se debe indicar los parámetros requeridos para llevar a cabo la prueba elegida.

Los puntos anteriores muestran las pautas necesarias para el diseño de soldadura, aportando métodos prácticos para llevarlos a cabo, de tal forma que se cumple el objetivo de este trabajo de tesis, esperando que su contenido colabore en el trabajo diario del estudiante o profesional de nuestro ramo.

## BIBLIOGRAFIA

1. American Welding Society, Symbols for Welding and Non Destructive Testing, AWS A2. 4-79, New York, 1985.
2. American Institute of Steel Construction. Manual of Steel Construction, AISC, 8a. edición, New York, 1971.
3. Omer W. Blodgett, Design of Welded Structures, The James F. Lincoln Arc Welding Foundation.
4. Steel Structures, Structural Analysis and Design Series, William McGuire, 1968.
5. Bowles, Joshep E., Diseño de Acero Estructural, Limusa, México, 1984.
6. Bresler et al, Diseño de Estructuras de Acero, Limusa - Wiley, México, 1973.
7. Manual A.H.M.S.A., Construcción de Acero, Altos Hornos de México S.A., México, 1977.