

UNIONES SOLDADAS

1. INTRODUCCIÓN.

Las uniones soldadas son de carácter permanente y su separación requiere de la destrucción de la unión.

En el presente capítulo solamente se tratará del diseño de la unión, entendiéndose que la parte concerniente a la representación, procedimiento de soldar, pruebas e inspección de control de calidad son materia de otros cursos.

Se entiende que para el diseño de juntas soldadas se ha elegido el material de aporte adecuado al material base y en lo que respecta al diseño, es recomendable que la resistencia del material de aporte sea en lo posible mayor que del metal base, por lo que se espera en caso de fallas, éstas se produzcan en la zona adyacente al cordón.

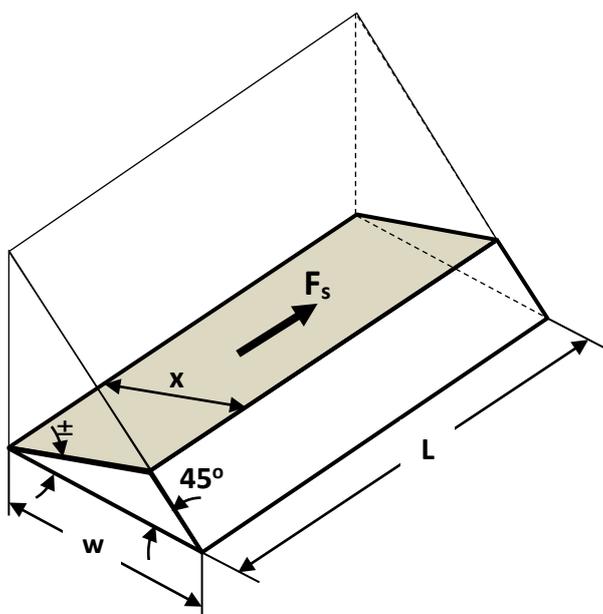
Bajo esta consideración, los cálculos se ceñirán básicamente a cordones de soldadura de filete y en cordones a tope con penetración parcial en caso de requerir su resistencia.

2. ANÁLISIS DE CARGAS Y ESFUERZOS.

Las cargas que actúan en un cordón de soldadura de filete pueden ser paralelas y/o transversales al cordón, produciendo en ella esfuerzos de tensión y de corte.

Analizando la sección del filete se puede determinar la sección crítica que tenga el esfuerzo máximo de corte para dos situaciones extremas: cuando la carga actuante es paralelo al cordón y la otra, en sentido transversal.

a. Cuando la carga actuante es paralelo al cordón de soldadura.



Sea “ F_s ” la carga de corte que actúa en el plano localizado en un ángulo α de área:

$$A_s = xL$$

Siendo:

$$x = \frac{w \cos 45^\circ}{\cos(45^\circ - \alpha)}$$

Luego:

$$A_s = \frac{wL \cos 45^\circ}{\cos(45^\circ - \alpha)}$$

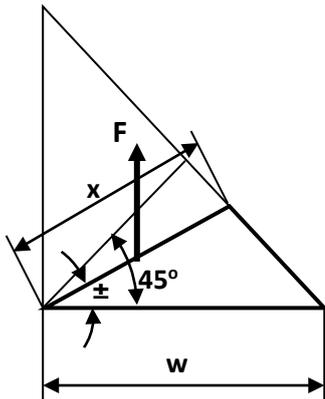
El esfuerzo de corte será:

$$\tau = \frac{F_s \cos(45^\circ - \alpha)}{wL \cos 45^\circ}$$

El esfuerzo cortante máximo se tendrá para, $\alpha = 45^\circ$

$$\tau_{m\alpha} = \frac{F_s}{wL \cos 45^\circ}$$

b. Cuando la carga actuante es transversal al cordón de soldadura.



La componente de corte de la carga "F" que actúa en el plano localizado en un ángulo α será:

$$F_s = F \sin \alpha$$

Al igual al caso anterior, el área de corte será:

$$A_s = \frac{wL \cos 45^\circ}{\cos(45^\circ - \alpha)}$$

El esfuerzo de corte será:

$$\tau = \frac{F_s}{A_s} = \frac{F \sin \alpha \cos(45^\circ - \alpha)}{wL \cos 45^\circ}$$

El ángulo donde se tendrá el esfuerzo de corte máximo lo obtendremos:

$$\frac{d\tau}{d\alpha} = 0 \rightarrow \alpha = 67.5^\circ$$

El esfuerzo de corte máximo:

$$\tau_{m\alpha x} = \frac{F \sin 67.5^\circ \cos(45^\circ - 67.5^\circ)}{wL \cos 45^\circ} = \frac{0.8535 F}{wL \cos 45^\circ}$$

Si la carga $\bullet F \bullet$ actúa en el plano localizado en el ángulo $\bullet \pm \bullet$, el esfuerzo cortante máximo se presentará para $\pm = 45^\circ$ y tendríamos la expresión dado en (a).

Si tomamos en cuenta la configuración del cordón de soldadura y las direcciones de las cargas que actúan sobre él, en muchos casos es difícil definir qué caso descrito anteriormente se trata (carga paralelo o transversal al cordón), por lo que para efectos de diseño de la junta con cordones de soldadura de filete se puede admitir que para todos los casos, el esfuerzo máximo de corte se presenta a 45° dado mediante la expresión:

$$\tau_{m\alpha x} = \frac{F_s}{wL \cos 45^\circ} \leq S_s$$

Siendo: S_s el esfuerzo admisible a corte del material de aporte en la garganta del filete.

Esta expresión lo podemos escribir de la siguiente forma:

$$S_s \cos 45^\circ = \frac{1}{w} \left(\frac{F_s}{L} \right)$$

Haciendo:

$$S_w = S_s \cos 45^\circ$$

$$f_w = \frac{F_s}{L}$$

Se tendrá finalmente:

$$w = \frac{f_w}{S_w}$$

Siendo:

S_w = Esfuerzo admisible a corte del material de aporte referido al cateto del filete.

f_w = Carga por unidad de longitud del cordón de soldadura de filete.

w = Tamaño del cordón de soldadura de filete.

3. CARGAS ACTUANTES EN CORDONES DE SOLDADURA DE FILETE.

Las cargas que pueden actuar en una unión con soldadura de filete son:

- Carga de corte directa,
- Carga de corte producida por el momento flector,
- Carga de corte producida por el momento de torsión,
- Carga de corte resultante de las cargas indicadas líneas arriba.

Las expresiones que a continuación están tratados los cordones de soldadura como línea al ser los tamaños de los filetes pequeños en comparación con las otras medidas de la configuración de la unión y por tanto se aplicarán las propiedades de línea.

Carga de corte directa.

Considerando la carga aplicada actúa en el centro de gravedad y en el plano del cordón de soldadura de filete, la carga de corte por unidad de longitud del cordón será:

$$f_w = \frac{F_s}{L_w}$$

Siendo:

f_w = Carga de corte por unidad de longitud.

F_s = Carga de corte actuante.

L_w = Longitud efectiva del cordón de soldadura.

Carga de corte en el cordón debido al momento flector.

Cuando el momento flector actúa en el eje "x" y/o "y" que pasa por el centro de gravedad del cordón de soldadura, la carga de corte por unidad de longitud del cordón será:

$$f_w = \frac{Mc}{I_w} = \frac{M}{Z_w}$$

Siendo:

$$I_w = \int y^2 ds \quad y/o \quad I_w = \int x^2 ds$$

$$I_w = I_{wcg} + L_w d^2$$

$$Z_w = \frac{I_w}{c}$$

En la tabla 3 se dan valores de momento de inercia de línea y módulo de línea de algunas configuraciones típicas de cordones de soldadura de filete.

Carga de corte en el cordón debido al momento de torsión.

Cuando el momento de torsión actúa en el eje que pasa por el centro de gravedad del cordón de soldadura, la carga de corte por unidad de longitud del cordón será:

$$f_w = \frac{Tc}{J_w}$$

Siendo:

$$J_w = I_{wx} + I_{wy}$$

Carga de corte resultante.

$$\vec{f}_w = \sum \vec{f}_{wi}$$

$$f_w = \sqrt{f_{wx}^2 + f_{wy}^2 + f_{wz}^2}$$

Tamaño del cordón de soldadura de filete.

$$w = \frac{f_w}{S_w}$$

4. ESFUERZOS ADMISIBLES.

- a. Se puede tomar como esfuerzo admisible igual al de metal base para los casos siguientes:
- Elementos sometidos a esfuerzos de tracción o compresión paralelos al eje del cordón soldado a tope con penetración completa.
 - Elementos sometidos a esfuerzos de tracción normal al cordón soldado a tope con penetración completa.
 - Elementos sometidos a esfuerzos de compresión normal al cordón soldado a tope con penetración completa o parcial.
 - Elementos sometidos a esfuerzos de corte en la garganta de un cordón soldado a tope con penetración completa o parcial.

- b. Se puede tomar como esfuerzos admisibles:

$$S_t = 0.3S_{ut} \quad y \quad S_s = 0.3S_{ut}$$

Para los casos siguientes:

- Elementos sometidos a esfuerzos de corte en la garganta efectiva de un cordón de soldadura de filete paralelo a la dirección de la carga (cordón longitudinal).
 - Elementos sometidos a esfuerzos de tracción normal al cordón soldado a tope con penetración parcial.
 - Elementos sometidos a esfuerzos cortantes en el área efectiva de una soldadura de tapón.
- c. En cordones de soldadura de filete sobre el cual actúan cargas cuyas direcciones son indeterminadas, se puede admitir que el esfuerzo cortante máximo se presenta en el plano a 45° (en la garganta del filete), con lo que se puede considerar como esfuerzo admisible en dicho plano:

$$S_s = 0.3S_{ut}$$

También se puede establecer como esfuerzo admisible referido al cateto del filete:

$$S_w = S_s \cos 45^\circ = 0.212S_{ut}$$

Por ejemplo, para un electrodo E60XX, se tendrá:

$$S_s = 0.3 \times 60,000 = 18,000 \text{ PSI}$$

$$S_w = 0.212 \times 60,000 \approx 12,700 \text{ PSI}$$

5. CORDONES DE SOLDADURA DE FILETE SOMETIDOS CARGAS DE FATIGA.

El cálculo de cordones de soldadura de filete sometido a cargas de corte variable en función al tiempo es similar a otros elementos sujetos a fatiga, y está dado por la expresión:

$$\frac{1}{N} = \frac{\tau_m}{S_{sy}} + \frac{\tau_a}{S_{se}}$$

Siendo:

$$\begin{aligned}\tau_{mín} &= K \cdot \tau_{máx} \\ \tau_m &= \frac{\tau_{máx} + \tau_{mín}}{2} = \frac{\tau_{máx}(1 + K)}{2} \\ \tau_a &= \frac{\tau_{máx} - \tau_{mín}}{2} = \frac{\tau_{máx}(1 - K)}{2}\end{aligned}$$

Se obtiene:

$$\tau_{máx} = \frac{\frac{2S_{sy}S_{se}}{N(S_{sy} + S_{se})}}{1 - \left(\frac{S_{sy} - S_{se}}{S_{sy} + S_{se}}\right)K} \leq S_{smáx}$$

El esfuerzo de corte máximo admisible por fatiga se puede escribir:

$$S_{smáx} = \frac{A}{1 - B \cdot K} \quad y \quad S_{wmáx} = S_{smáx} \cos 45^\circ$$

Siendo:

$$K = \frac{\tau_{mín}}{\tau_{máx}} = \frac{f_{wmín}}{f_{wmáx}}$$

La tabla 5 indica los valores de los esfuerzos admisibles para varias situaciones de cargas.

6. CORDONES DE SOLDADURA DE FILETE INTERMITENTE.

En los casos que por cálculo de cordones de soldadura de filete resulte un tamaño del cordón por debajo del mínimo recomendado, una alternativa es utilizar cordones de soldadura de filete intermitente, de acuerdo a la expresión:

$$R = \frac{w \text{ calculado como soldadura continua}}{w \text{ a usar en cordón intermitente}} \times 100 \%$$

La tabla 4 muestra las intermitencias típicas (paso y longitud entre cordones) que se pueden usar.

7. RECOMENDACIONES GENERALES.

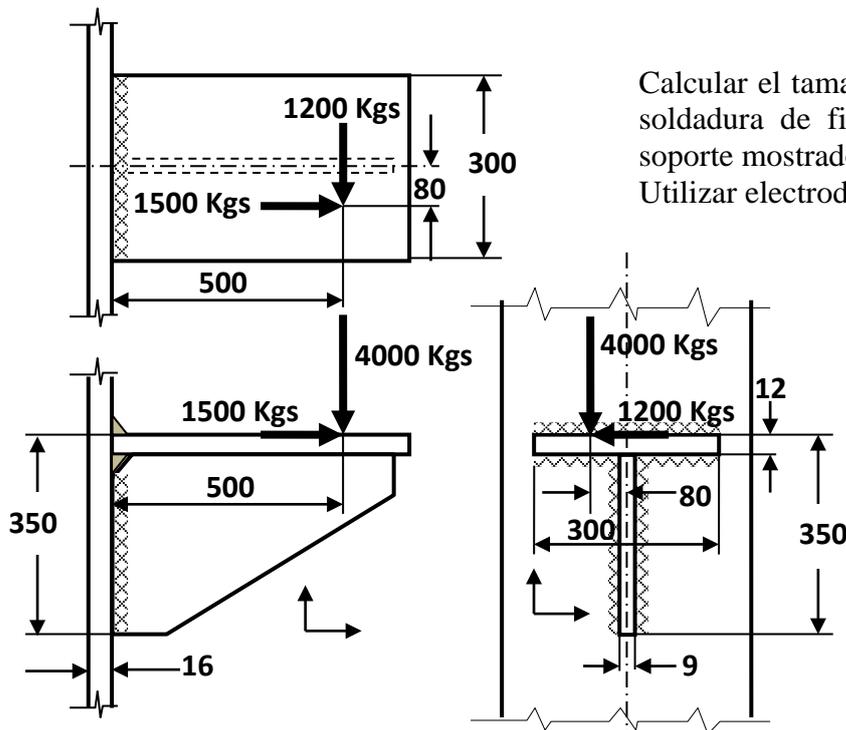
- El tamaño mínimo del cordón de soldadura de filete, en lo posible deberá estar sujeto a lo establecido e indicado en la tabla 2.
- El tamaño máximo de un cordón de soldadura de filete soldado a lo largo de los bordes a unir será:

$$\begin{array}{lll} w \leq t & \text{si} & t < 6 \text{ mm} \\ w \leq t - 2 \text{ mm} & \text{si} & t \geq 6 \text{ mm} \end{array}$$

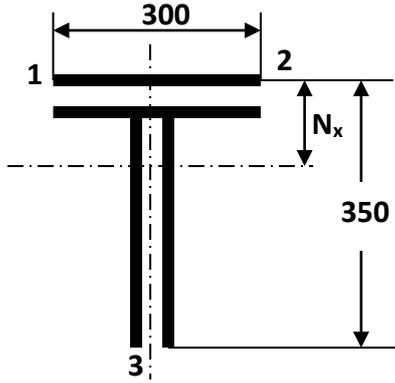
- Donde sea posible, el cordón de soldadura de filete debe terminar “doblado una esquina” con una longitud del apéndice no menor de 2w, en especial en cordones sometidos a cargas excéntricas.
- La longitud efectiva de un cordón de soldadura de filete es la longitud total del cordón de tamaño completo incluyendo la longitud “doblada en una esquina”.

- La longitud efectiva mínima de un cordón de soldadura de filete deberá ser:

$$L_w \geq 4w$$
- La longitud efectiva de un segmento de cordón de soldadura de filete intermitente deberá ser: $L_w \geq 4w$ y $L_w \geq 38 \text{ mm}$, y el paso: $p \leq 24t$ y $p \leq 300 \text{ mm}$.
- El traslape mínimo en cordones de soldadura de filete deberá ser: $L \geq 5t$ y $L \geq 25 \text{ mm}$, siendo: t = El espesor de la plancha más delgada.
- Cuando se requiera tener resistencia completa por medio de cordones de filete soldados en ambos lados de metales bases de espesores diferentes, es necesario que el tamaño del cordón sea: $w \geq 0.75t$, siendo: t = El espesor de la plancha más delgada.
- Cuando se tenga en un diseño un miembro que sirva solamente para dar rigidez y no sea posible evaluar las cargas que actúen sobre él, el tamaño del cordón de filete soldado en ambos lados se puede considerar: $0.25t \leq w \leq 0.375t$.
También, se puede utilizar cordones intermitentes de tamaño completo equivalente al valor recomendado.
- Para el caso de vigas fabricadas en H, se recomienda: $w \leq 2/3 t$, siendo:
 t = Espesor del alma de la viga.

EJEMPLO 1.

Solución.



De la tabla 3 tendremos:

Localización del centro de gravedad:

$$N_x = \frac{d^2}{2(b+d)} = \frac{350^2}{2 \times (300 + 350)} = 94.23 \text{ mm}$$

Módulo de línea borde superior:

$$Z_{ws} = \frac{4bd + d^2}{3} = \frac{4 \times 300 \times 350 + 350^2}{3}$$

$$Z_{ws} = 180,833 \text{ mm}^2$$

Módulo de línea borde inferior:

$$Z_{wi} = \frac{4bd^2 + d^3}{6b + 3d} = \frac{4 \times 300 \times 350^2 + 350^3}{6 \times 300 + 3 \times 350} = 66,623 \text{ mm}^2$$

Módulo de línea borde horizontal:

$$Z_{wh} = \frac{b^2}{3} = \frac{300^2}{3} = 30,000 \text{ mm}^2$$

Momento de inercia polar de línea:

$$J_w = \frac{d^3(4b+d)}{6(b+d)} + \frac{b^3}{6} = \frac{350^3(4 \times 300 + 350)}{6 \times (300 + 350)} + \frac{300^3}{6} = 21,540,064 \text{ mm}^3$$

Longitud efectiva del cordón de soldadura:

$$L_w = 2 \times 300 + 2 \times (350 - 12) = 1,276 \text{ mm}$$

Cargas actuantes en el cordón de soldadura referidos al centro de gravedad.

- Debido a la carga de 4,000 Kgs:

Carga de corte vertical:

$$F_{sv1} = -4,000 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector vertical:

$$M_{v1} = 4,000 \times 500 = 2,000,000 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento de torsión:

$$T_1 = -4,000 \times 80 = -320,000 \text{ Kgs. mm}$$

- Debido a la carga de 1,500 Kgs:

Carga de corte normal:

$$F_{sn2} = 1,500 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector horizontal:

$$M_{h2} = -1,500 \times 80 = -120,000 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento vertical:

$$M_{v2} = 1,500 \times 94.23 = 141,345 \text{ Kgs. mm}$$

- Debido a la carga de 1,200 Kgs:

Carga de corte horizontal:

$$F_{sh3} = -1,200 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector horizontal:

$$M_{h3} = 1,200 \times 500 = 600,000 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento de torsión:

$$T_3 = -1,200 \times 94.23 = -113,076 \text{ Kgs. mm}$$

Tomando en cuenta los sentidos de las cargas directas y de momentos, tendremos:

- *Carga de corte normal:*

$$F_{sn} = F_{sn2} = 1,500 \text{ Kgs}$$

- *Carga de corte horizontal:*

$$F_{sh} = F_{sh3} = -1,200 \text{ Kgs}$$

- *Carga de corte vertical:*

$$F_{sv} = F_{sv1} = -4,000 \text{ Kgs}$$

- *Carga de momento flector horizontal:*

$$M_h = M_{h2} + M_{h3} = -120,000 + 600,000 = 480,000 \text{ Kgs. mm}$$

- *Carga de momento flector vertical:*

$$M_v = M_{v1} + M_{v2} = 2,000,000 + 141,345 = 2,141,345 \text{ Kgs. mm}$$

- *Carga de momento de torsión:*

$$T = T_1 + T_3 = -320,000 - 113,076 = -433,076 \text{ Kgs. mm}$$

Cálculo de las cargas por unidad de longitud del cordón de soldadura de filete en los puntos más cargados.

- *Debido a la carga de corte normal:*

$$f_{wn1}$$

f_{wn3}

Ejemplo 2.

Del ejemplo anterior, consideremos que las cargas actuantes sean variables de la siguiente manera:

La carga vertical de 4,000 Kgs sea una carga variable de 1,000 a 4,000 Kgs.

La carga horizontal de 1,500 Kgs sea una carga variable de 0 a 1,500 Kgs.

La carga horizontal de 1,200 Kgs sea una carga variable de -1,200 a +1,200 Kgs.

Calcular el tamaño del cordón de soldadura de filete para esta nueva condición.

Solución.-

Localización del centro de gravedad:

$$N_x = \frac{d^2}{2(b+d)} = \frac{350^2}{2 \times (300 + 350)} = 94.23 \text{ mm}$$

Módulo de línea borde superior:

$$Z_{ws} = \frac{4bd + d^2}{3} = \frac{4 \times 300 \times 350 + 350^2}{3}$$

$$Z_{ws} = 180,833 \text{ mm}^2$$

Módulo de línea borde inferior:

$$Z_{wi} = \frac{4bd^2 + d^3}{6b + 3d} = \frac{4 \times 300 \times 350^2 + 350^3}{6 \times 300 + 3 \times 350} = 66,623 \text{ mm}^2$$

Módulo de línea borde horizontal:

$$Z_{wh} = \frac{b^2}{3} = \frac{300^2}{3} = 30,000 \text{ mm}^2$$

Momento de inercia polar de línea:

$$J_w = \frac{d^3(4b+d)}{6(b+d)} + \frac{b^3}{6} = \frac{350^3(4 \times 300 + 350)}{6 \times (300 + 350)} + \frac{300^3}{6} = 21,540,064 \text{ mm}^3$$

Longitud efectiva del cordón de soldadura:

$$L_w = 2 \times 300 + 2 \times (350 - 12) = 1,276 \text{ mm}$$

Para esta situación es conveniente primero determinar las cargas máximas que actuarán sobre el cordón de soldadura de filete.

Cargas actuantes en el cordón de soldadura referidos al centro de gravedad.-

- Debido a la carga vertical máxima de 4,000 Kgs:

Carga de corte vertical:

$$F_{sv1} = -4,000 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector vertical:

$$M_{v1} = +4,000 \times 500 = +2,000,000 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento de torsión:

$$T_1 = -4,000 \times 80 = -320,000 \text{ Kgs. mm}$$

- Debido a la carga horizontal máxima de 1,500 Kgs:

Carga de corte normal:

$$F_{sn2} = +1,500 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector horizontal:

$$M_{h2} = -1,500 \times 80 = -120,000 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento vertical:

$$M_{v2} = +1,500 \times 94.23 = +141,345 \text{ Kgs. mm}$$

- Debido a la carga horizontal variable de 1,200 Kgs:

Carga de corte horizontal:

$$F_{sh3} = \mp 1,200 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector horizontal:

$$M_{h3} = \pm 1,200 \times 500 = \pm 600,000 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento de torsión:

$$T_3 = \mp 1,200 \times 94.23 = \mp 113,076 \text{ Kgs. mm}$$

Tomando en cuenta los sentidos de las cargas directas y de momentos, tendremos:

- Carga de corte normal:

$$F_{sn} = F_{sn2} = +1,500 \text{ Kgs}$$

- Carga de corte horizontal:

$$F_{sh} = F_{sh3} = \mp 1,200 \text{ Kgs}$$

- Carga de corte vertical:

$$F_{sv} = F_{sv1} = -4,000 \text{ Kgs}$$

- Carga de momento flector horizontal:

$$M_h = M_{h2} + M_{h3} = -120,000 \pm 600,000 \text{ Kgs. mm}$$

$$M'_h = +480,000 \text{ Kgs. mm} \quad ; \quad M''_h = -720,000 \text{ Kgs. mm}$$

- Carga de momento flector vertical:

$$M_v = M_{v1} + M_{v2} = +2,000,000 + 141,345 = 2,141,345 \text{ Kgs. mm}$$

- Carga de momento de torsión:

$$T = T_1 + T_3 = -320,000 \mp 113,076 = 433,076 \text{ Kgs. mm}$$

$$T' = -433,076 \text{ Kgs. mm} \quad ; \quad T'' = -206,924 \text{ Kgs. mm}$$

Cálculo de las cargas por unidad de longitud del cordón de soldadura de filete en los puntos más cargados.

- Debido a la carga de corte normal:

$$f_{wn1}$$

- Debido a la carga de momento flector horizontal:

$$f''_{wn1} = \frac{M'_h}{Z_{wh}} = -\frac{480,000}{30,000} = -16.00 \text{ Kgs/mm}$$

$$f''_{wn1} = \frac{M''_h}{Z_{wh}} = +\frac{720,000}{30,000} = +24.00 \text{ Kgs/mm}$$

$$f''_{wn2} = \frac{M'_h}{Z_{wh}} = +\frac{480,000}{30,000} = +16.00 \text{ Kgs/mm}$$

$$f''_{wn2} = \frac{M''_h}{Z_{wh}} = -\frac{720,000}{30,000} = -24.00 \text{ Kgs/mm}$$

$$f_{wn3}$$

Tabulando estos resultados, se tendrá:

CARGAS UNITARIAS	LOCALIZACIÓN					
	1		2		3	
f'_{wn}	+1.18	+1.18	+1.18	+1.18	+1.18	+1.18
f''_{wn}	-16.00	+24.00	+16.00	-24.00	0	0
f'''_{wn}	+11.84	+11.84	+11.84	+11.84	-32.14	-32.14
f_{wn}						
f'_{wh}	-0.94	+0.94	-0.94	+0.94	-0.94	+0.94
f''_{wh}	-1.89	-0.91	-1.89	-0.91	+5.14	+2.46
f_{wh}						
f'_{wv}	-3.13	-3.13	-3.13	-3.13	-3.13	-3.13
f''_{wv}	-3.02	-1.44	+3.02	+1.44	0	0
f_{wv}						
f_w						

De modo similar procederemos con las cargas mínimas.

- Debido a la carga vertical mínima de 1,000 Kgs:

Carga de corte vertical:

$$F_{sv1} = -1,000 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector vertical:

$$M_{v1} = +1,000 \times 500 = +500,000 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento de torsión:

$$T_1 = -1,000 \times 80 = -80,000 \text{ Kgs. mm}$$

- Debido a la carga horizontal mínima de 0 Kgs:

Carga de corte normal:

$$F_{sn2} = 0 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector horizontal:

$$M_{h2} = 0 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento vertical:

$$M_{v2} = 0 \text{ Kgs. mm}$$

- Debido a la carga horizontal variable de 1,200 Kgs:

Carga de corte horizontal:

$$F_{sh3} = \mp 1,200 \text{ Kgs}$$

Carga de momento flector horizontal:

$$M_{h3} = \pm 1,200 \times 500 = \pm 600,000 \text{ Kgs. mm}$$

Carga de momento de torsión:

$$T_3 = \mp 1,200 \times 94.23 = \mp 113,076 \text{ Kgs. mm}$$

Tomando en cuenta los sentidos de las cargas directas y de momentos, tendremos:

- Carga de corte normal:

$$F_{sn} = F_{sn2} = 0 \text{ Kgs}$$

- Carga de corte horizontal:

$$F_{sh} = F_{sh3} = \mp 1,200 \text{ Kgs}$$

- Carga de corte vertical:

$$F_{sv} = F_{sv1} = -1,000 \text{ Kgs}$$

- Carga de momento flector horizontal:

$$M_h = M_{h2} + M_{h3} = 0 \pm 600,000 = \pm 600,000 \text{ Kgs.mm}$$

- Carga de momento flector vertical:

$$M_v = M_{v1} + M_{v2} = +500,000 + 0 = +500,000 \text{ Kgs.mm}$$

- Carga de momento de torsión:

$$T = T_1 + T_3 = -80,000 \mp 113,076 \text{ Kgs.mm}$$

$$T' = -193,076 \text{ Kgs.mm} \quad ; \quad T'' = +33,076 \text{ Kgs.mm}$$

Cálculo de las cargas por unidad de longitud del cordón de soldadura de filete en los puntos más cargados.

- Debido a la carga de corte normal:

$$f_{wn1}$$

- Debido a la carga de momento de torsión:

$$f_{wh1}$$

Esfuerzo admisible a corte:

$$S_{sm\ll x} = \frac{9,000}{1 - 0.62K} = \frac{9,000}{1 - 0.62 \times (-0.468)} = 6,976 \text{ PSI} = 4.91 \text{ Kgs/mm}^2$$

Esfuerzo admisible respecto a "w":

$$S_{wm\ll x} = S_{sm\ll x} \cos 45^\circ = 4.91 \cos 45^\circ = 3.47 \text{ Kgs/mm}^2$$

Tamaño del cordón de soldadura de filete requerido:

$$w = \frac{f_{wm\ll x}}{S_{wm\ll x}} = \frac{37.30}{3.47} = 10.75 \text{ mm}$$

El valor del tamaño del cordón excede del valor máximo recomendado, por lo cual se tendrá que re calcular aumentando la altura del soporte o el espesor de la plancha.

TABLA 1
REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL MATERIAL
DE APORTE (AWS)

ELECTRODO	ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO (KPSI)	ESFUERZO DE FLUENCIA MÍNIMO (KPSI)	ELONGACIÓN %
E 60XX	62 – 67	50 – 55	17 , 22 , 25
E 70XX	72	60	17 , 22
E 80XX	80	65 – 70	22 , 24
E 90XX	90	78 – 90	24
E 100XX	100	90 – 102	20
E 110XX	110	95 - 107	20

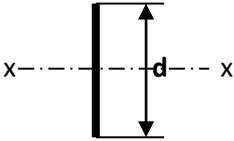
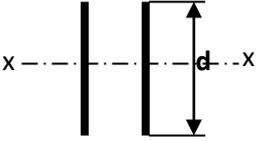
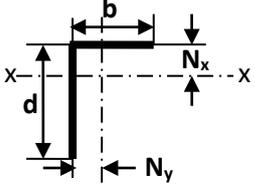
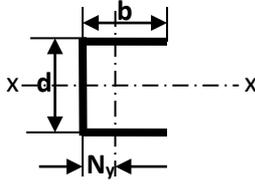
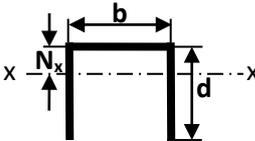
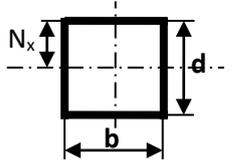
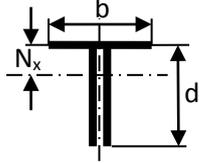
TABLA 2
TAMAÑO MÍNIMO DEL CORDÓN
DE SOLDADURA DE FILETE

ESPEJOR DE LA PLANCHA MÁS GRUESA , PULG.	TAMAÑO MÍNIMO DEL CORDÓN DE FILETE, PULG.
$t \leq 1/4$	1/8
$1/4 < t \leq 1/2$	3/16
$1/2 < t \leq 3/4$	1/4
$3/4 < t \leq 1 1/2$	5/16
$1 1/2 < t \leq 2 1/4$	3/8
$2 1/4 < t \leq 6$	1/2
$t > 6$	5/8

El tamaño del cordón de soldadura de filete en la garganta no debe exceder del espesor de la plancha más delgada.

Se pasa por alto para aquellos casos que por cálculo de esfuerzos del cordón requiera mayor tamaño del cordón de soldadura.

TABLA 3
PROPIEDADES DE CORDONES DE SOLDADURA DE FILETE
TRATADO COMO LÍNEA

SECCIÓN	N_x, N_y	FLEXIÓN Z_{wx}	TORSIÓN J_w
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = \frac{d^2}{6}$	$J_w = \frac{d^3}{12}$
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = \frac{d^2}{3}$	$J_w = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = bd$	$J_w = \frac{b(3d^2 + b^2)}{6}$
	$N_x = \frac{d^2}{2(b+d)}$ $N_y = \frac{b^2}{2(b+d)}$	$Z_{ws} = \frac{4bd + d^2}{6}$ $Z_{wi} = \frac{d^2(4b+d)}{6(2b+d)}$	$J_w = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$N_y = \frac{b^2}{2b+d}$	$Z_{wx} = bd + \frac{d^2}{6}$	$J_w = \frac{(2b+d)^3}{12} - \frac{b^2(b+d)^2}{2b+d}$
	$N_x = \frac{d^2}{2d+b}$	$Z_{ws} = \frac{2bd + d^2}{3}$ $Z_{wi} = \frac{d^2(2b+d)}{3(b+d)}$	$J_w = \frac{(b+2d)^3}{12} - \frac{d^2(b+d)^2}{b+2d}$
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = bd + \frac{d^2}{3}$	$J_w = \frac{(b+d)^3}{6}$
	$N_x = \frac{d^2}{b+2d}$	$Z_{ws} = \frac{2bd + d^2}{3}$ $Z_{wi} = \frac{d^2(2b+d)}{3(b+d)}$	$J_w = \frac{(b+2d)^3}{12} - \frac{d^2(b+d)^2}{b+2d}$

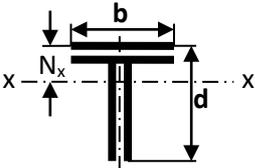
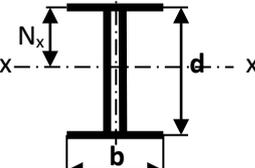
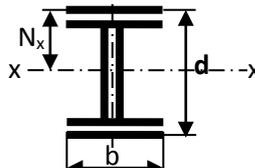
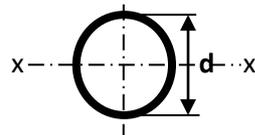
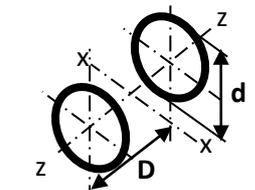
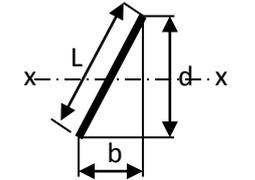
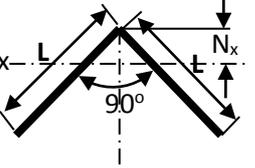
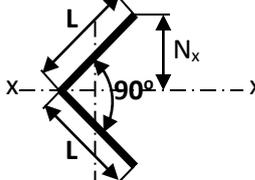
SECCIÓN	N_x, N_y	FLEXIÓN Z_{wx}	TORSIÓN J_w
	$N_x = \frac{d^2}{2(b+d)}$	$Z_{ws} = \frac{4bd + d^2}{3}$ $Z_{wi} = \frac{4bd^2 + d^3}{6b + 3d}$	$J_w = \frac{d^3(4b+d)}{6(b+d)} + \frac{b^3}{6}$
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = bd + \frac{d^2}{3}$	$J_w = \frac{b^3 + 3bd^2 + d^3}{6}$
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = 2bd + \frac{d^2}{3}$	$J_w = \frac{2b^3 + 6bd^2 + d^3}{6}$
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = \frac{\pi d^2}{4}$	$J_w = \frac{\pi d^3}{4}$
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = \frac{\pi d^2}{2} + \pi D^2$	$J_{wz} = \frac{\pi d^3}{2}$
	$N_x = \frac{d}{2}$	$Z_{wx} = \frac{Ld}{6}$	$J_w = \frac{L^3}{12}$
	$N_x = \frac{L}{2\sqrt{2}}$	$Z_{wx} = \frac{L^2}{3\sqrt{2}}$	$J_w = \frac{5L^3}{12}$
	$N_x = \frac{L}{\sqrt{2}}$	$Z_{wx} = \frac{2L^2}{3\sqrt{2}}$	$J_w = \frac{5L^3}{12}$

TABLA 4
SELECCIÓN DE LA LONGITUD Y PASO DE CORDONES
DE SOLDADURA DE FILETE INTERMITENTE

R %	LONGITUD Y PASO ENTRE CORDONES (PULGS)		
75		3 - 4	
66			4 - 6
60		3 - 5	
57			4 - 7
50	2 - 4	3 - 6	4 - 8
44			4 - 9
43		3 - 7	
40	2 - 5		4 - 10
37		3 - 8	
33	2 - 6	3 - 9	4 - 12
30		3 - 10	
25	2 - 8	3 - 12	
20	2 - 10		
16	2 - 12		

TABLA 5
ESFUERZOS ADMISIBLES DE FATIGA, AWS D2.0-69 (KPSI)

LOCALIZACIÓN	TIPO DE CARGA	≤100,000 CICLOS	>100,000 A 500,000 CICLOS	>500,000 A 2,000,000 CICLOS
- En metal base de uniones ala-ala con cordones de soldadura de filete. - En metal de aporte y en metal base adyacente a cordones longitudinales soldados a tope.	Tracción	$\frac{20.5}{1 - 0.55K}$	$\frac{20.5}{1 - 0.55K}$	$\frac{20.5}{1 - 0.55K}$
	Compresión	$\frac{19.8}{1 - 0.49K}$	$\frac{19.8}{1 - 0.49K}$	$\frac{19.8}{1 - 0.49K}$
En material de aporte y en metal base adyacente cordones de soldadura soldados a tope.	Tracción	$\frac{20.5}{1 - 0.55K}$	$\frac{17.2}{1 - 0.62K}$	$\frac{15.0}{1 - 0.67K}$
	Compresión	$\frac{19.8}{1 - 0.49K}$	$\frac{19.8}{1 - 0.87K}$	$\frac{19.8}{1 - 1.20K}$
En metal base unidos con soldadura de filete.	Tracción o Compresión	$\frac{15.0}{1 - 0.70K}$	$\frac{10.5}{1 - 0.80K}$	$\frac{8.0}{1 - 0.83K}$
En metal de aporte.	Corte	$\frac{12.0}{1 - 0.50K}$	$\frac{10.8}{1 - 0.55K}$	$\frac{9.0}{1 - 0.62K}$

Los esfuerzos admisibles por fatiga no deben exceder de los esfuerzos admisibles bajo cargas estáticas.

Los valores dados en la tabla son para $S_y = 36,000$ PSI.