

UNIONES EN ESTRUCTURAS DE ACERO

versión en desarrollo_abril de 2026

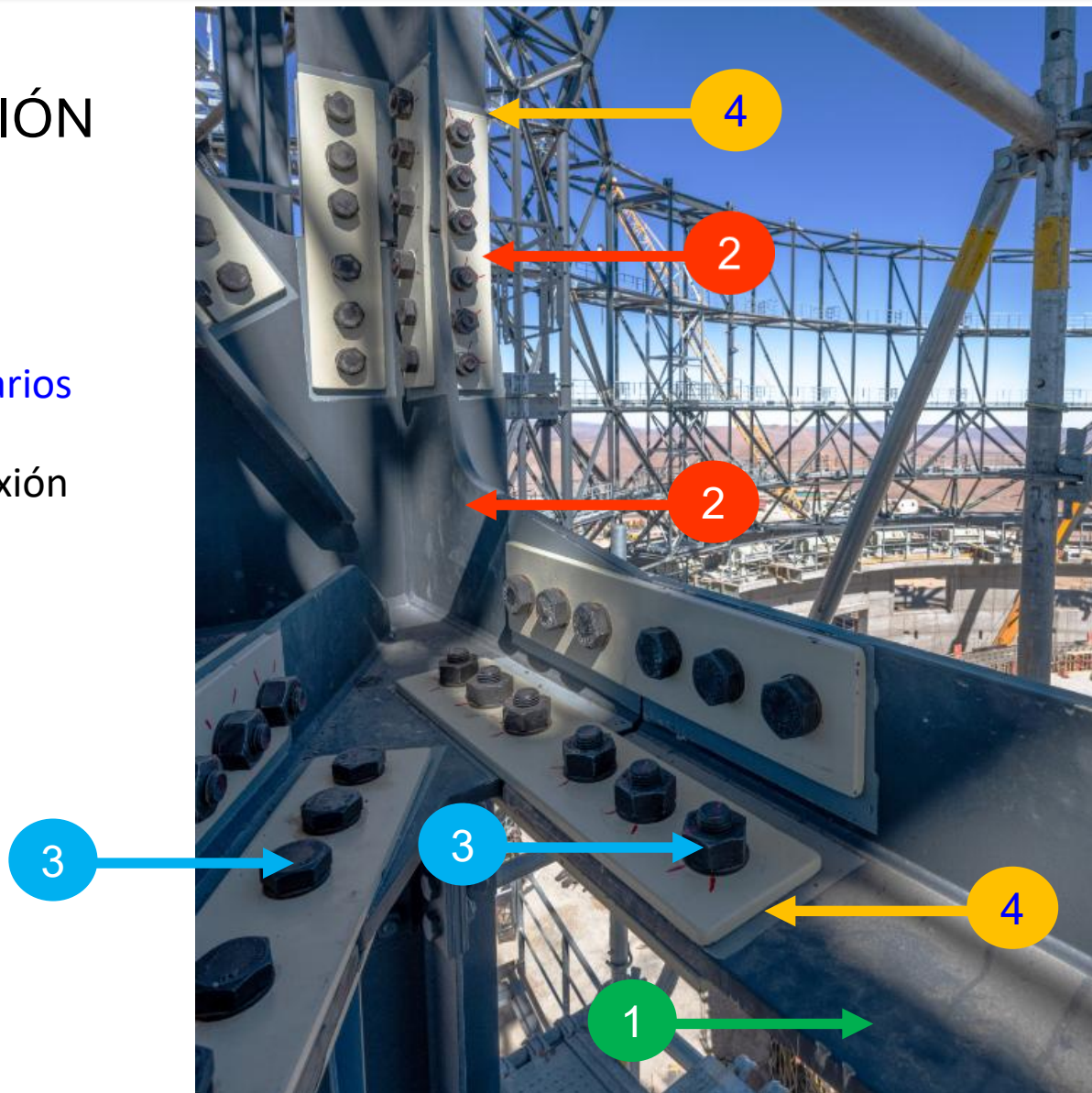
GENERALIDADES

- Aseguran el **ensamble** multidireccional de diversos componentes fabricados previamente de manera que se comporten de manera **solidaria** y **unificada**
- Deben garantizar una respuesta estructural **satisfactoria**
- Aseguran la función estructural evitando deformaciones que resulten **inadmisibles**
- Vinculan la estructura al sistema de **fundaciones** de acuerdo a los criterios definidos por el diseñador
- Gran cantidad de colapsos estructurales, se deben al incorrecto **diseño de conexiones**



ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UNA UNIÓN

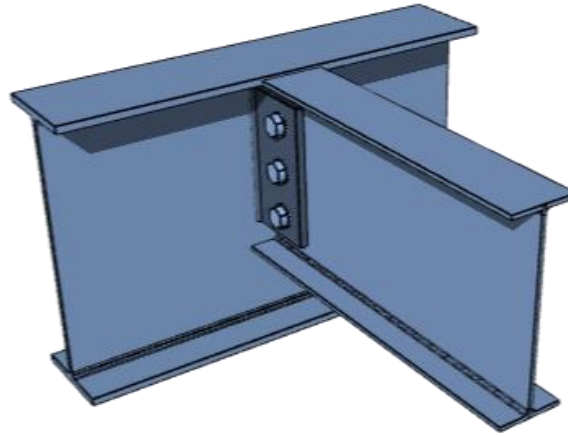
- 1 - Miembros estructurales **primarios**
- 2 – Elementos **auxiliares** de conexión
- 3 – **Conectores**
- 4 – **Juntas** de conexión



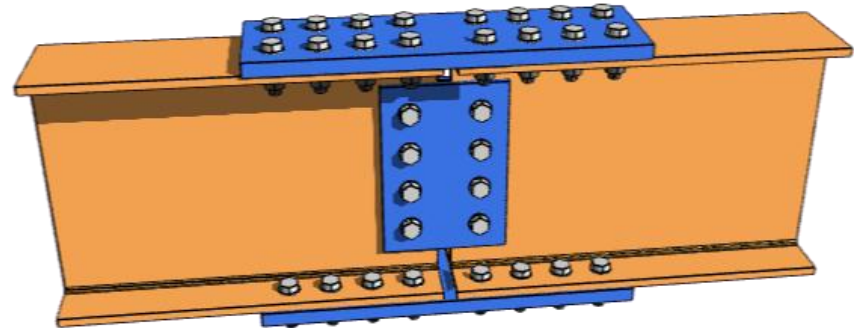
ELEMENTOS PRIMARIOS DE UNA UNIÓN

Existen diversas tipologías típicas de uniones en estructuras de acero:

- Uniones **viga-viga**
- Unión **viga-columna**
- Uniones **riostra-viga-columna**
- Uniones a sistemas de **fundación**
- **Empalmes** viga – columnas - riostras



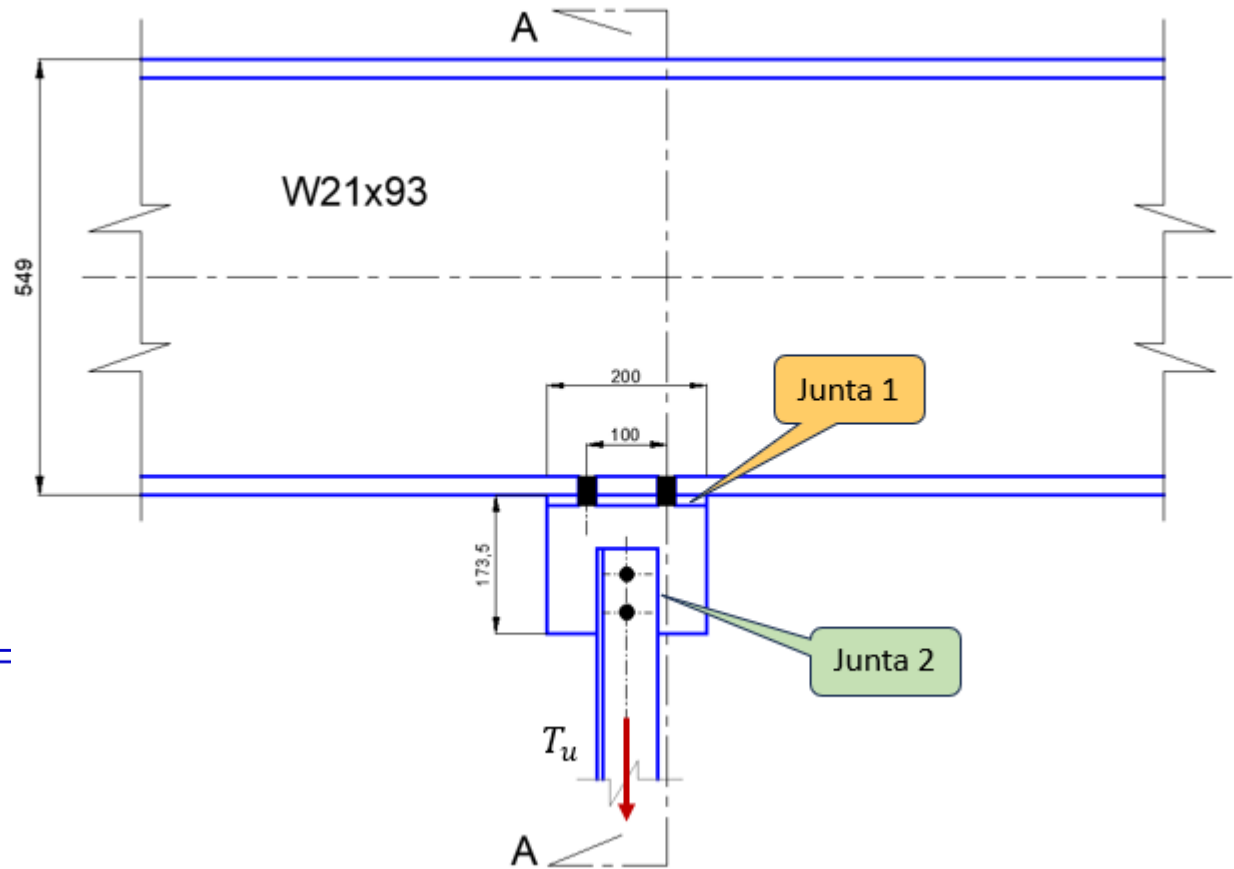
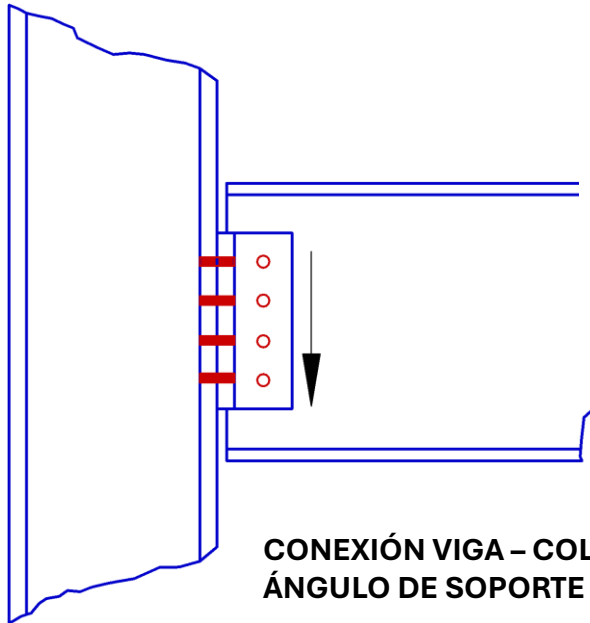
CONEXIÓN VIGA-VIGA



EMPALME DE VIGA

ELEMENTOS AUXILIARES DE UNA UNIÓN

- Cubrejuntas
- Placas de anclaje
- Placas nodales
- Ángulos de soporte



CONECTORES UTILIZADOS EN UNIONES

- **Bulones o pernos**
- Pasadores
- Remaches (en desuso)
- **Soldaduras**



CONEXIÓN ARTICULADA POR PASADOR



CONEXIÓN SOLDADA EN VIGA RETICULADA



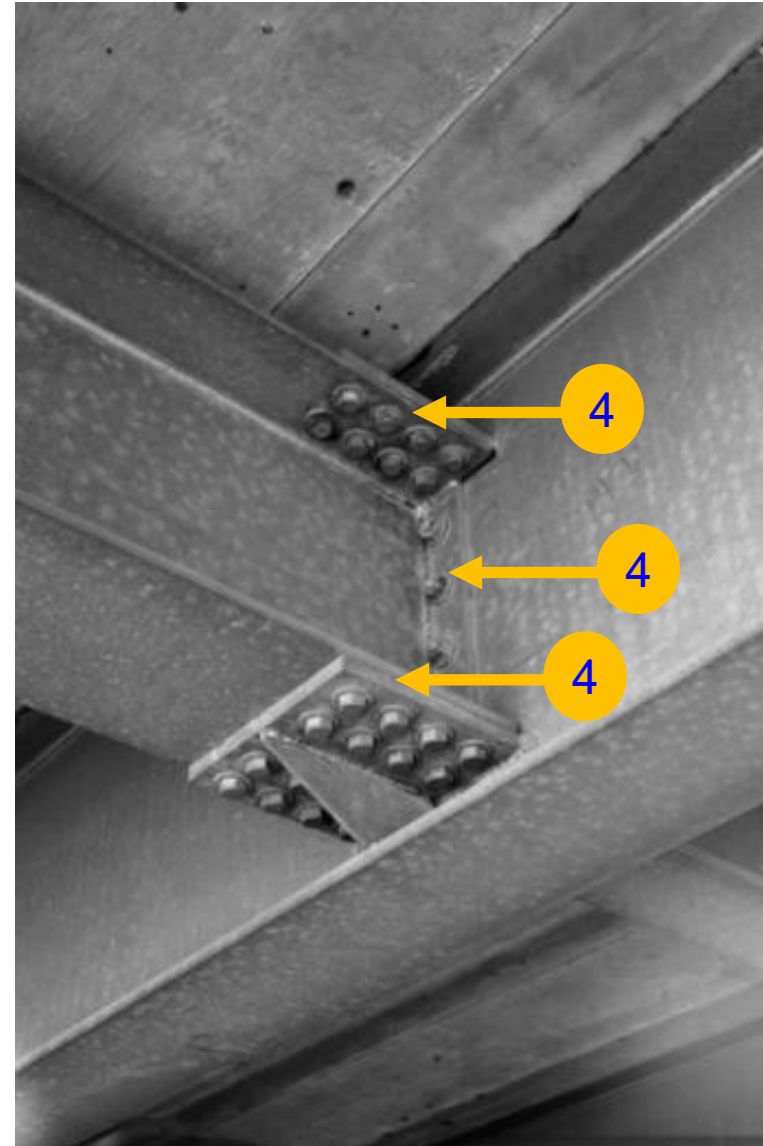
ESTRUCTURA DE ACERO REMACHADA

TIPOS DE JUNTAS USUALES EN UNIONES

Junta: Plano de transferencia de fuerzas entre elementos estructurales primarios o entre elementos primarios y elementos secundarios o auxiliares

- Abulonadas
- Con pasadores
- Remachadas (en desuso, pero con muchas estructuras importantes existentes)
- Soldadas

4



4

4

4

SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE CONEXIÓN

- Mecánica de **funcionamiento** de la conexión
- Factibilidad de **fabricación**
- Soldadura en taller y utilización de **bulones** en **obra**
- **Estandarización** y fabricación seriada o repetitiva. Importante en grandes obras
- **Disponibilidad** de equipos y materiales
- Facilidades de **montaje**
- **Costo** de mano de obra y materiales
- **Evaluación** general y detallada de los factores involucrados en el problema

UNIONES ABULONADAS

Capítulo J. CIRSOC 301_2018. Sección J.3.

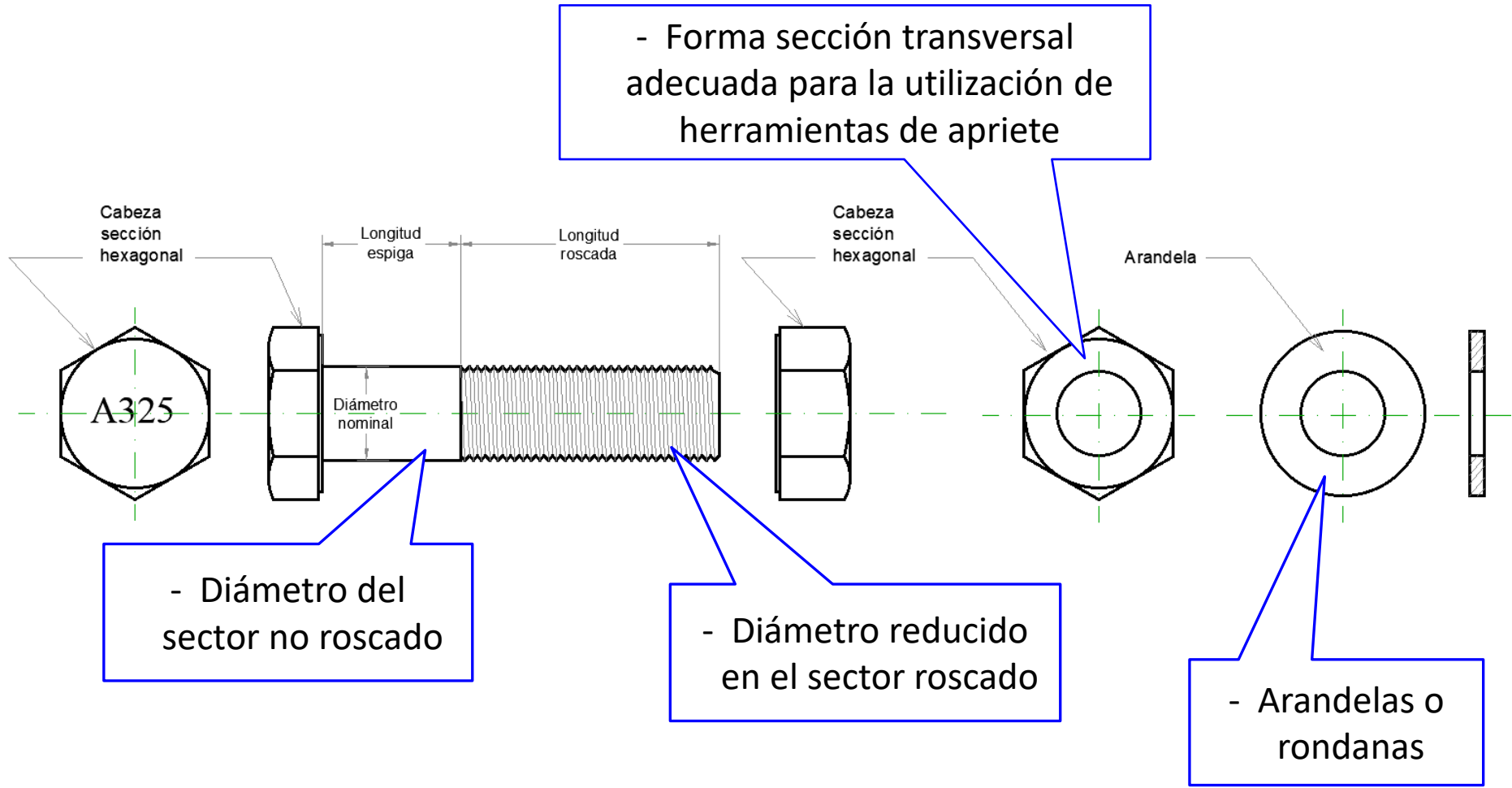


GENERALIDADES - INTRODUCCIÓN

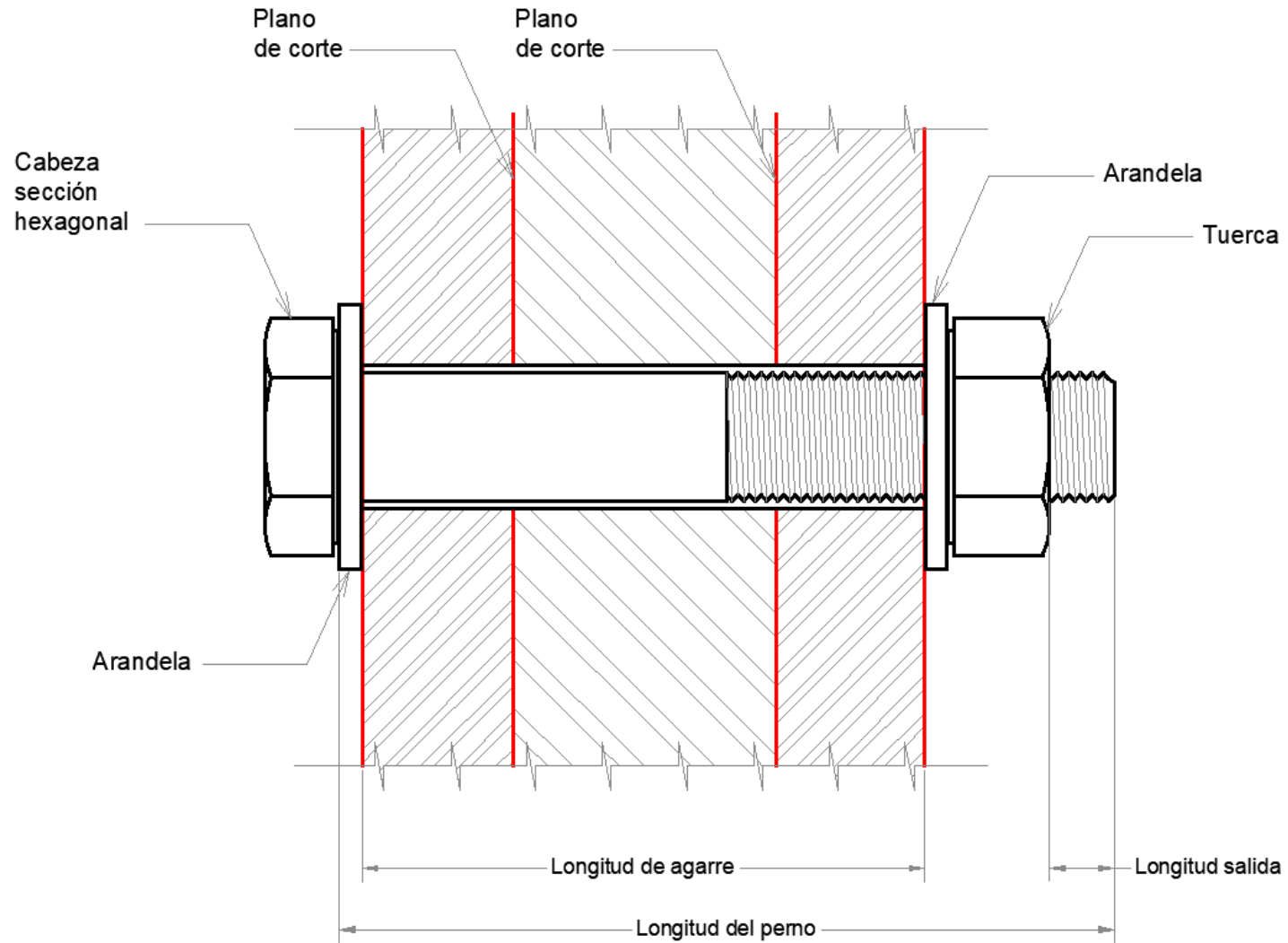
- **Segmento** de barra de acero
- Sección transversal **circular**
- Cabeza y tuerca **hexagonal**
- Cuerpo total o parcialmente **roscado**



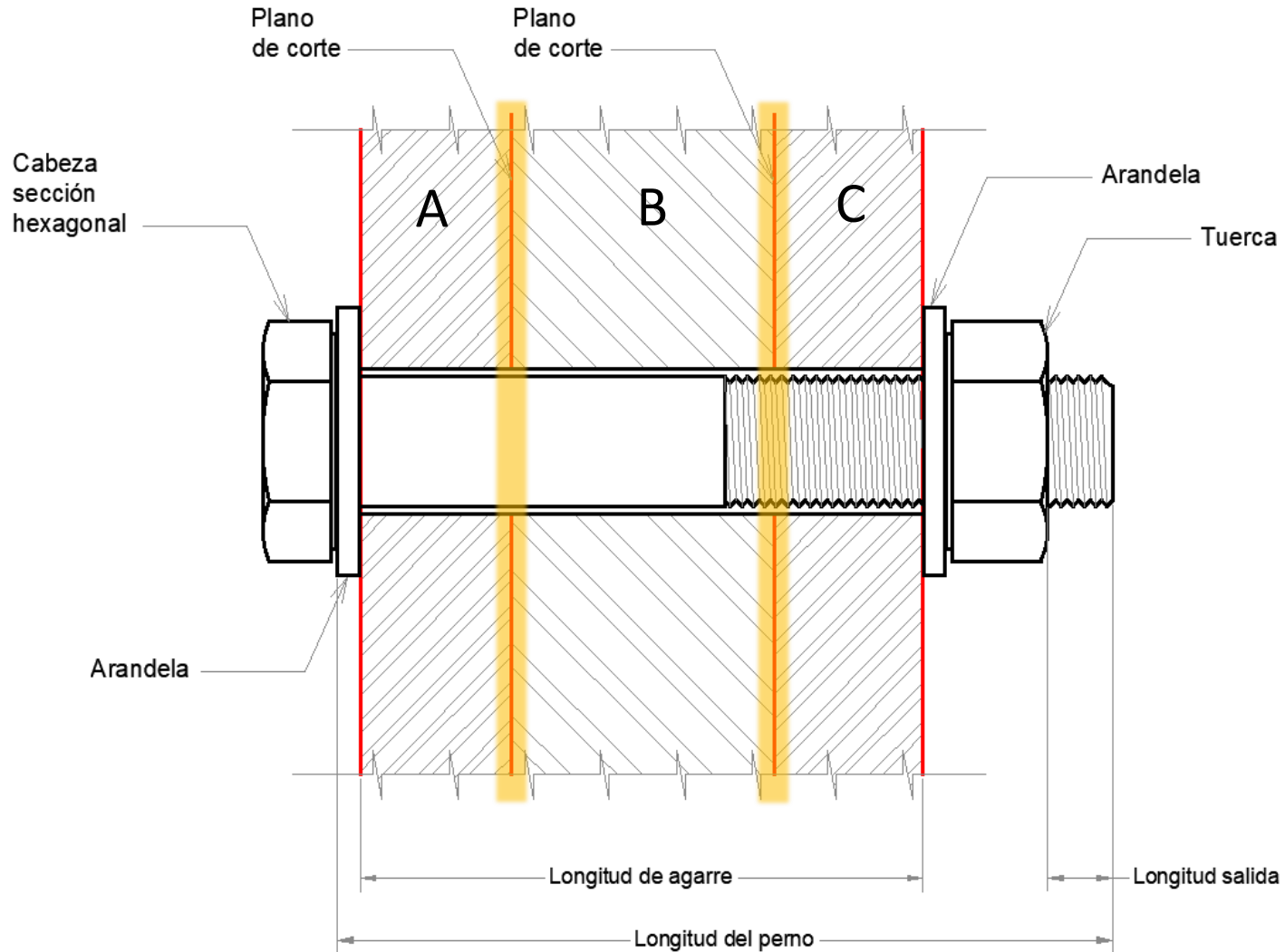
GENERALIDADES - INTRODUCCIÓN



CONFIGURACIÓN DE LA UNIÓN

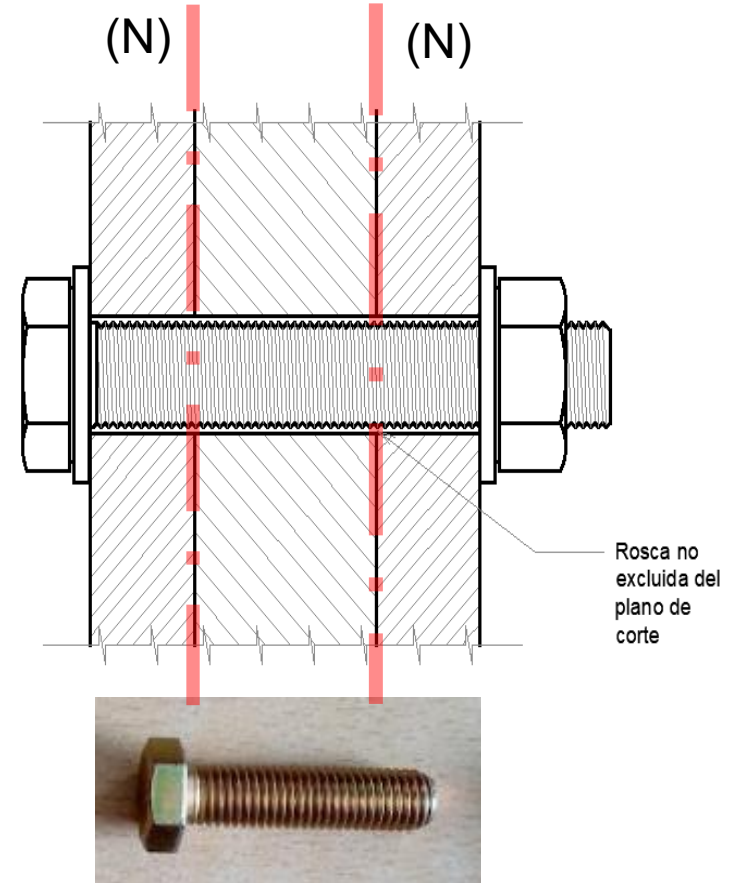
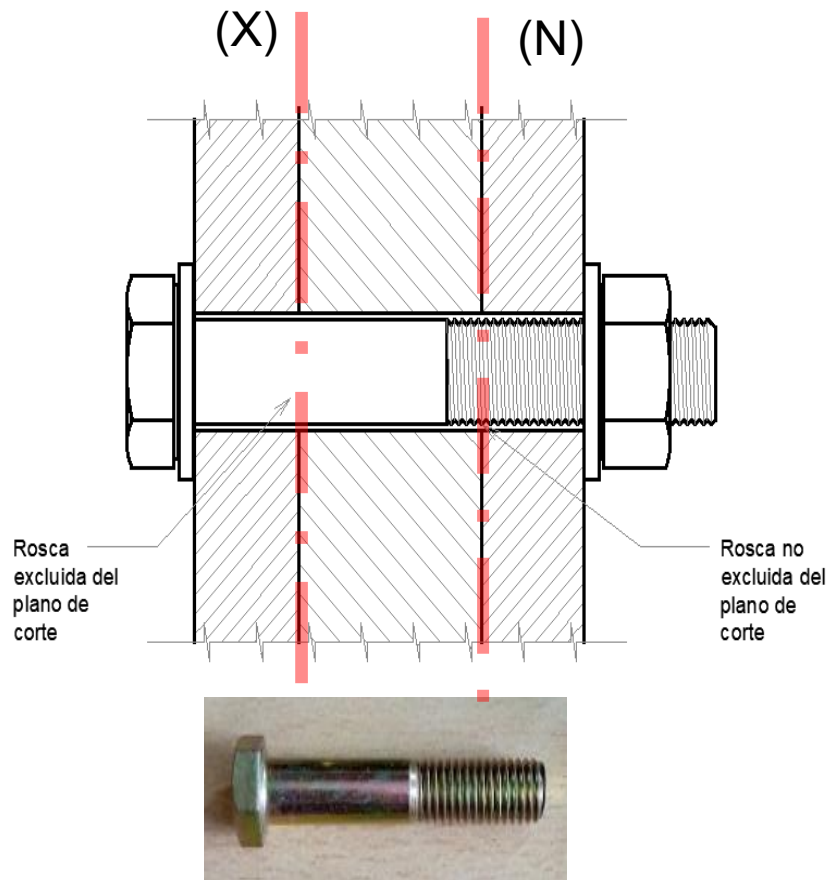


CONFIGURACIÓN DE LA UNIÓN



CONFIGURACIÓN DE LA UNIÓN

- Rosca **EXCLUIDA** del plano de corte. Tipo **X**
- Rosca **NO EXCLUIDA** del plano de corte. Tipo **N**



PROPIEDADES MECÁNICAS – Resistencia de diseño

- **Bulones comunes o convencionales.** Pernos de acero al carbono: A307.
- **Bulones de alta resistencia:**

Tabla J.3.2. Resistencia de diseño de bulones

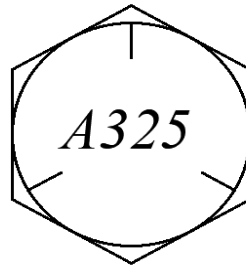
Descripción de los bulones	Resistencia a la tracción		Resistencia al corte en uniones del tipo aplastamiento	
	Factor de resistencia ϕ	Resistencia nominal, F_{nt} (MPa)	Factor de resistencia ϕ	Resistencia nominal, F_{nv} (MPa)
Bulones comunes Tipos A307, ISO 4.6	0,75	260 ^(a)	0,75	140 ^(b,e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		620 ^(d)		330 ^(e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 con la rosca excluida de los planos de corte		620 ^(d)		415 ^(e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		778 ^(d)		414 ^(e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 con la rosca excluida de los planos de corte		778 ^(d)		517 ^(e)

PROPIEDADES MECÁNICAS – MARCAS EN BULONES

CABEZA



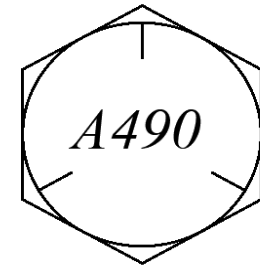
ASTM A325



ASTM A325

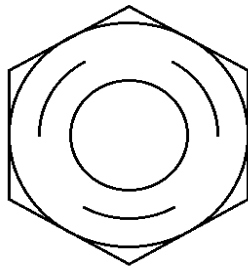


ASTM A490

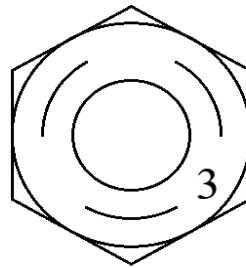


ASTM A490

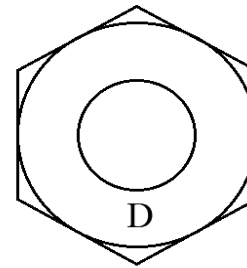
TUERCA



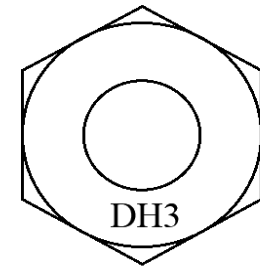
ASTM A563
Grado C



ASTM A563
Grado C3



ASTM A563
Grado D



ASTM A563
Grado DH3

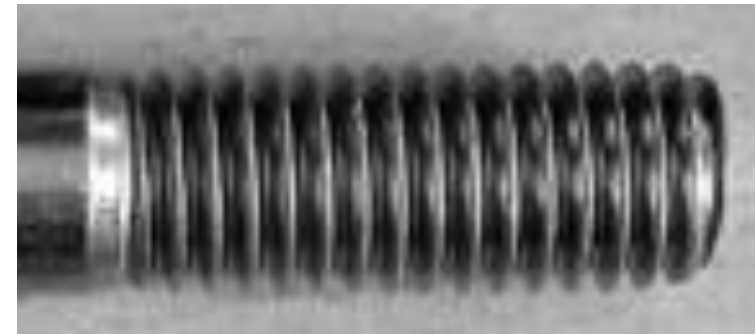
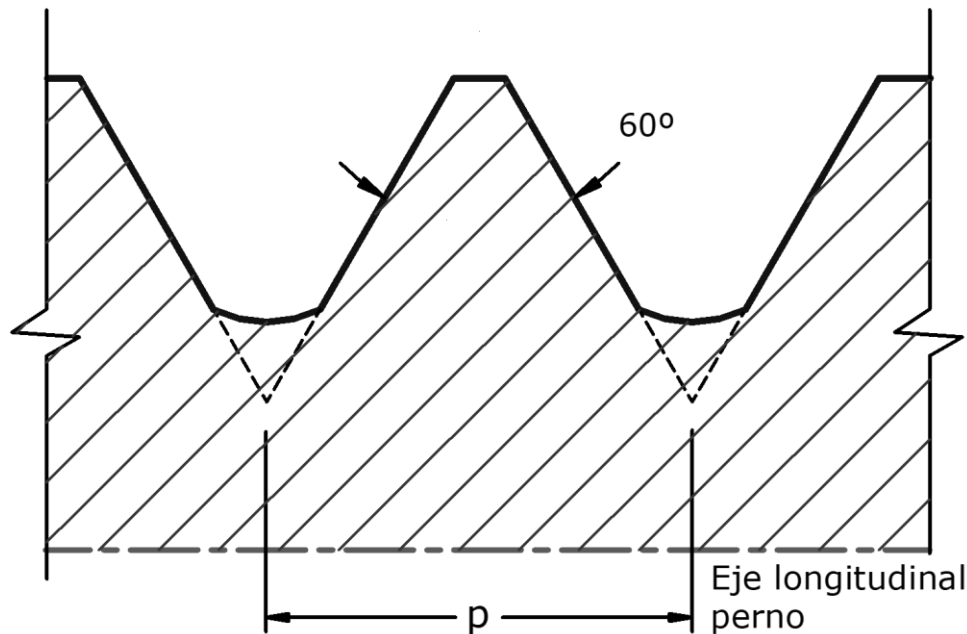
PROPIEDADES MECÁNICAS – TIPOS DE ROSCA UTILIZADAS

- Rosca **UNC**. Rosca gruesa. Sistema UTS.

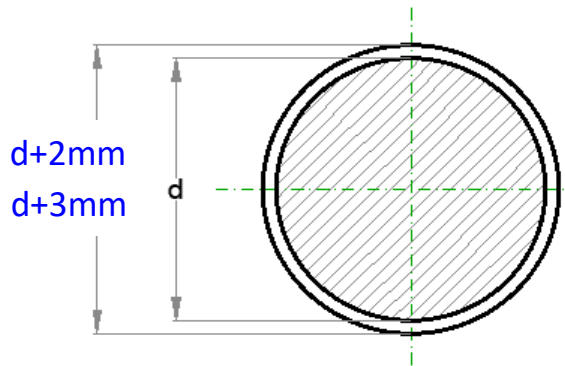
20 hilos/pulgada a 8 hilos/pulgada

- Rosca métrica **ISO**. Gruesa o fina.

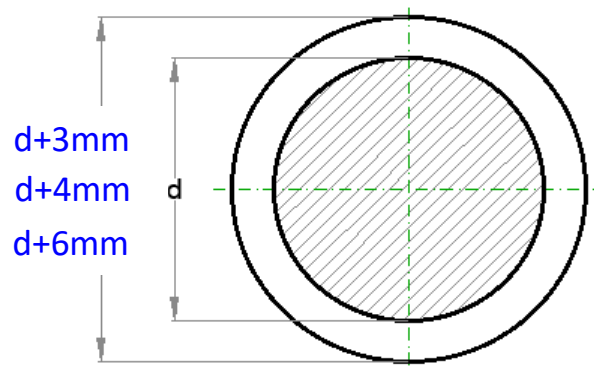
Gruesa: $p=1.75\text{mm}$ a $p=4\text{mm}$



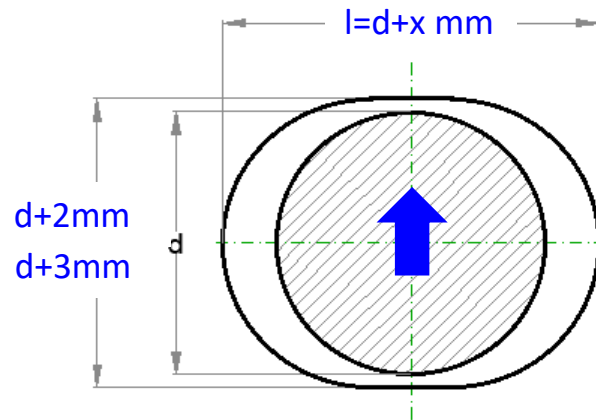
GEOMETRIA DE LA UNIÓN – AGUJEROS



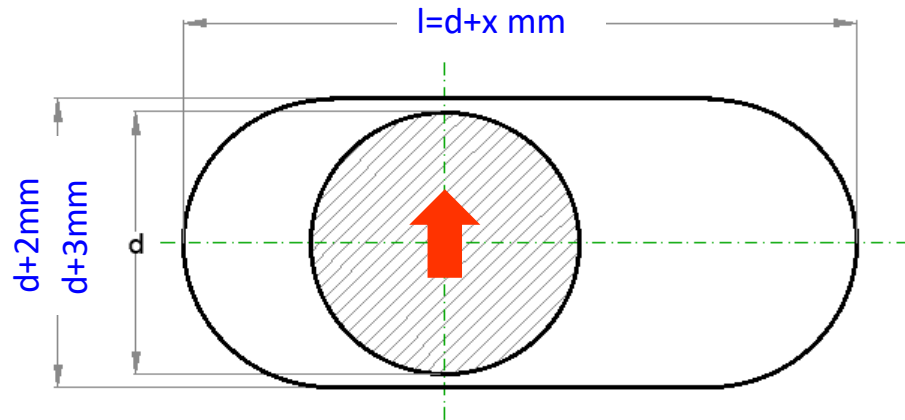
Agujero estandar



Agujero sobredimensionado u holgado






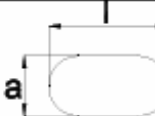
Agujero de ranura corta



Agujero de ranura larga

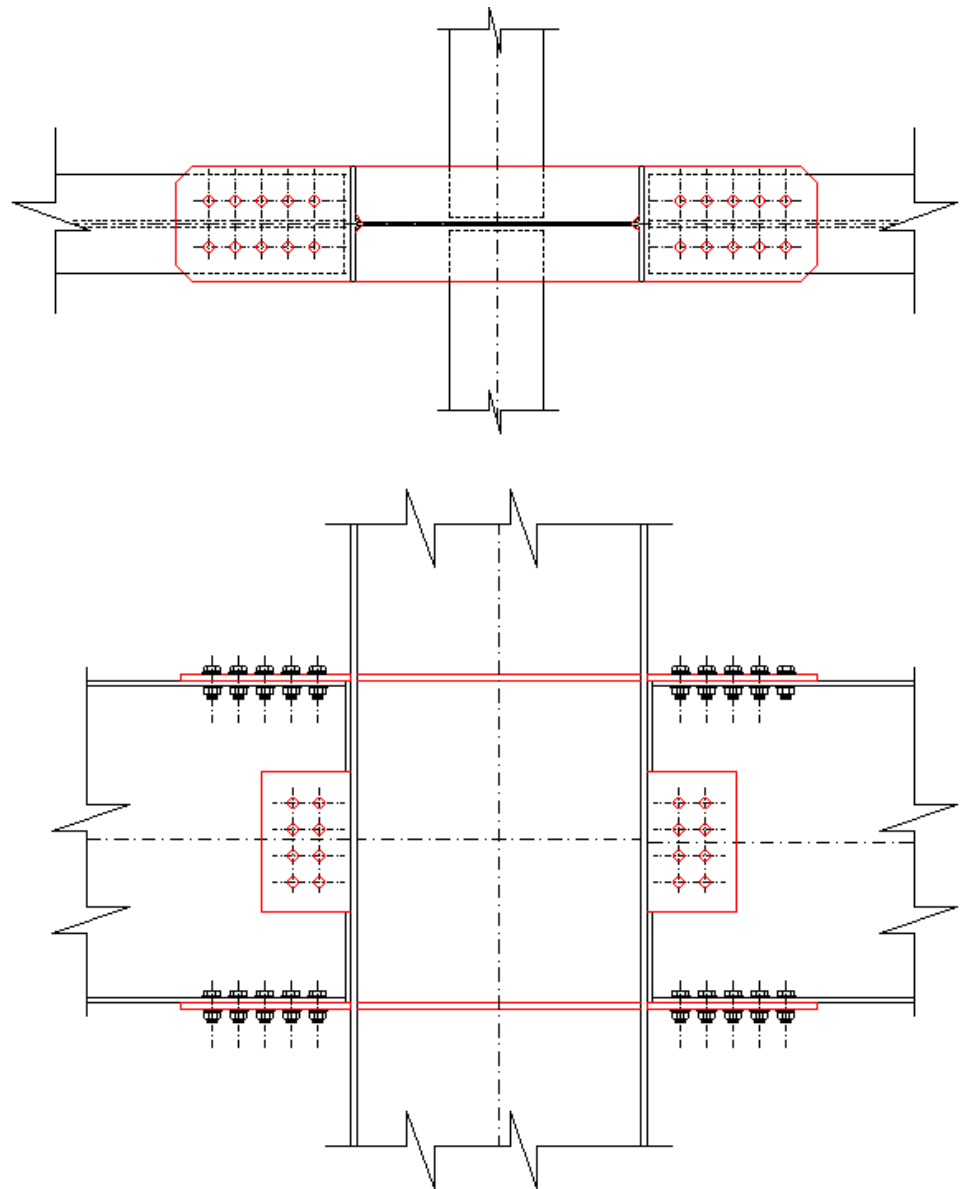
GEOMETRIA DE LA UNIÓN AGUJEROS

Tabla J.3.3. Dimensión nominal de los agujeros

Diámetro de los bulones (mm)	Dimensiones de los agujeros (mm)			
	Normales (Diámetro)	Holgados (Diámetro)	Ovalados cortos (Ancho x Largo)	Ovalados largos (Ancho x Largo)
				
6	8	9	-	-
7	9	10	-	-
8	10	11	-	-
10	12	13	-	-
12	14	16	14 x 18	14 x 30
14	16	18	16 x 20	16 x 35
16	18	20	18 x 22	18 x 40
20	22	24	22 x 26	22 x 50
22	24	28	24 x 30	24 x 55
24	27	30	27 x 32	27 x 60
27	30	35	30 x 37	30 x 67
>28	d+3	d+8	(d+3) x (d+10)	(d+3)x(2,5xd)
Diámetro de los bulones (pulgadas)	Dimensiones de los agujeros (pulgadas)			
¼	5/16	3/8	-	-
5/16	3/8	7/16	-	-
3/8	7/16	1/2	-	-
7/16	1/2	9/16	-	-
1/2	9/16	5/8	9/16 x 11/16	9/16 x 1 1/4
5/8	11/16	13/16	11/16 x 7/8	11/16 x 1 9/16
3/4	13/16	15/16	13/16 x 1	13/16 x 1 7/8
7/8	15/16	1 1/16	15/16 x 1 1/8	15/16 x 2 3/16
1	1 1/16	1 1/4	1 1/16 x 1 5/16	1 1/16 x 2 1/2
≥1 1/8	d+1/16	d+5/16	(d+1/16)x(d+3/8)	(d+1/16)x(2,5xd)

GEOMETRIA DE LA UNIÓN DISPOSICIÓN de AGUJEROS

- **Forma** de las partes a unir.
- **Área disponible** para el desarrollo de las conexiones.
- Magnitud y **orientación** de las fuerzas a transferir.



GEOMETRIA DE LA UNIÓN - DISPOSICIÓN de AGUJEROS

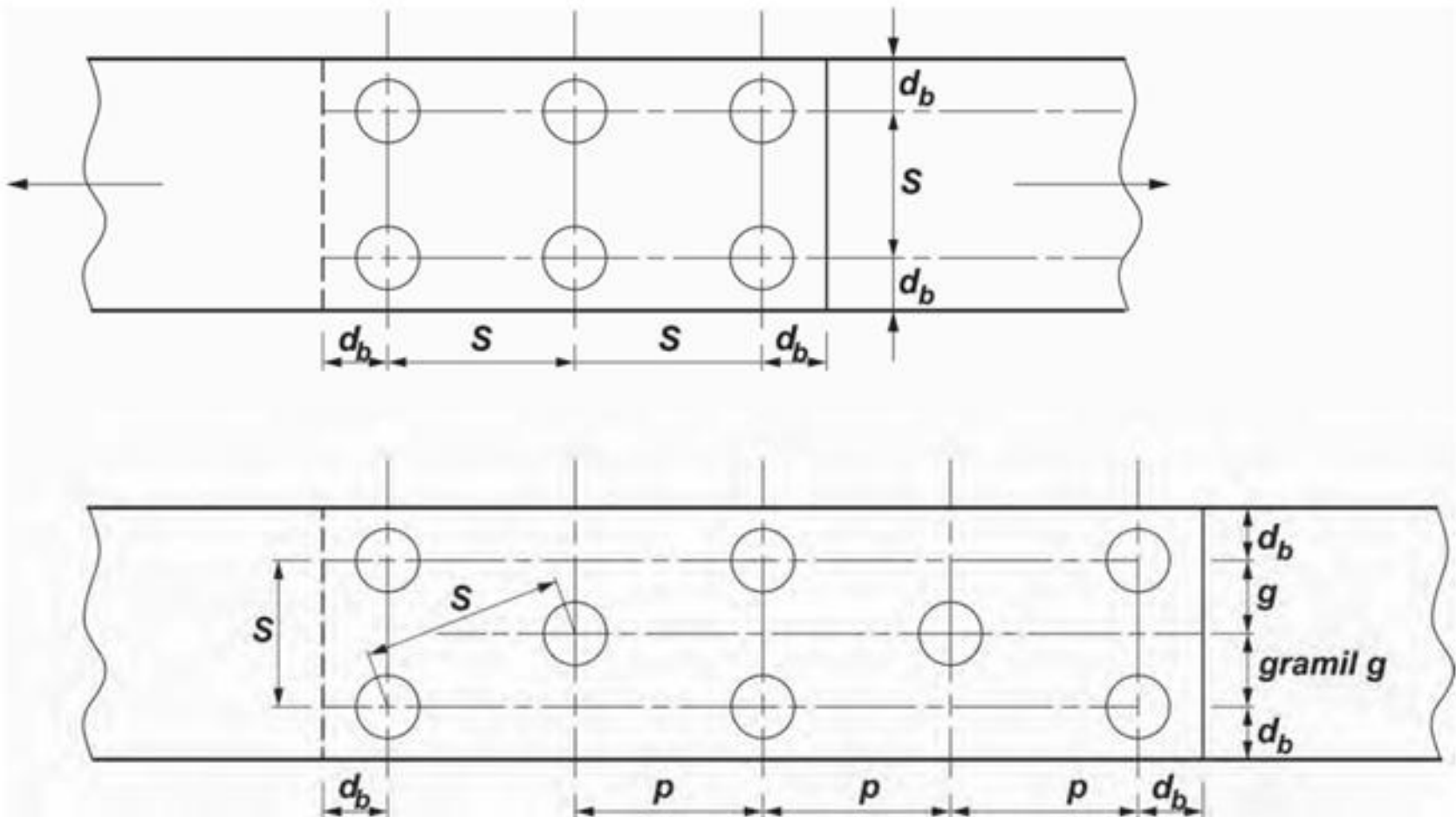


Figura J.3.1. Separación entre centros de agujeros.

GEOMETRIA DE LA UNIÓN - DISPOSICIÓN de AGUJEROS

J.3.3. Separación mínima

La distancia mínima s entre los centros de los agujeros normales u holgados será **3 veces** el diámetro nominal del bulón. Para agujeros ovalados la distancia mínima s entre centros de circunferencias extremas adyacentes será **3 veces** el diámetro nominal del bulón. Para el cálculo de la resistencia al aplastamiento, ver la Sección **J.3.10.** (Ver la Figura **J.3.1.**).

J.3.4. Distancia mínima al borde

La distancia d_b , desde el centro de un agujero normal a un borde de un elemento unido, será mayor o igual que el valor aplicable indicado en la Tabla **J.3.4.** o mayor o igual que la requerida en la Sección **J.3.10.** (ver la Figura **J.3.1.**). La distancia desde el centro de un agujero holgado u ovalado a un borde de un elemento unido será mayor o igual que la requerida para un agujero normal a un borde, más el incremento C_2 de la Tabla **J.3.5.** Para los requerimientos de resistencia al aplastamiento se cumplirá lo especificado en la Sección **J.3.10.**

GEOMETRIA DE LA UNIÓN - DISPOSICIÓN de AGUJEROS

Tabla J.3.4. Distancia mínima al borde, ^(a) (mm) (Centro del agujero normal ^(b) al borde de la parte conectada)

Diámetro nominal del bulón (mm)	A bordes cizallados, matrizados o punzonados	A bordes de chapas, perfiles o barras laminadas, o a bordes cortados a soplete ^(c)
ISO - A325/A490		
6 6,35 (1/4")	12	10
7	14	11
8 7,96 (5/16")	15	12
10 9,52 (3/8")	18	14
12 11,11 (7/16")	22	16
14 12,7 (1/2")	25	18
16 15,9 (5/8")	28	22
20 19,05 (3/4")	34	26
22 22,22 (7/8")	38 ^(d)	28
24 25,4 (1")	42 ^(d)	30
27	48	34
30 28,58(1 1/8")	52	38
> 30 > 28,58(>1 1/8")	1.75 x Diámetro	1.25 x Diámetro

(a) Se permite utilizar una distancia al borde menor siempre que se satisfagan las expresiones de la Sección **J.3.10.**

(b) Para agujeros holgados u ovalados, ver la Tabla **J.3.5.**

(c) Se permite reducir todas las distancias en esta columna en **3 mm** cuando el agujero está en un punto en donde la tensión no excede el **25%** de la resistencia de diseño máxima del elemento.

(d) Se permite que la distancia sea **32 mm** en el extremo de los ángulos de unión de vigas y chapas extremas de corte.

GEOMETRIA DE LA UNIÓN - DISPOSICIÓN de AGUJEROS

Tabla J.3.5. Valores del adicional de distancia al borde C_2 , (mm) ^(a)

Diámetro nominal del bulón, mm	Agujeros holgados	Agujeros ovalados		
		Eje mayor perpendicular al borde		Eje mayor paralelo al borde
		Cortos	Largos ^(a)	
≤ 22	2	3	0,75 d	0
24	3	3		
≥ 27	3	5		

(a) Cuando la longitud del agujero sea menor que el máximo admisible (ver la Tabla J.3.5.), se permite reducir C_2 en la mitad de la diferencia entre el valor máximo de la longitud y el valor real.

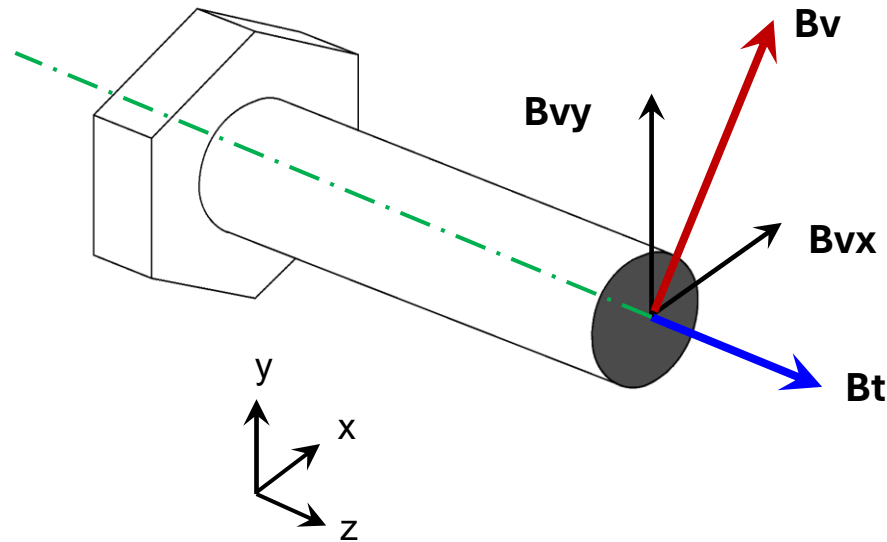
GEOMETRIA DE LA UNIÓN - DISPOSICIÓN de AGUJEROS

J.3.5. Máxima separación y distancia al borde

La distancia máxima desde el centro de cualquier remache o bulón al borde más próximo de las partes en contacto, será igual a **12 veces** el espesor de la parte unida en consideración, pero no excederá de **150 mm**. La separación longitudinal entre los bulones o remaches que vinculan elementos en contacto continuo como dos chapas o una chapa y un perfil será como sigue:

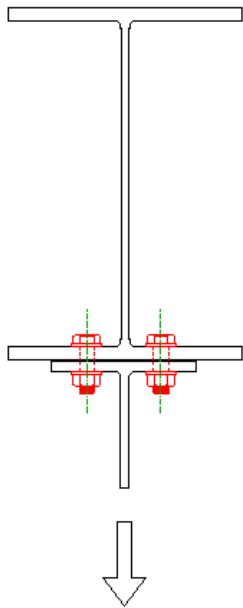
- (a) Para **barras pintadas o no pintadas sin peligro de corrosión**, la separación no superará **24 veces** el espesor de la chapa más fina ni **300 mm**.
- (b) Para **barras no pintadas de acero resistente a la corrosión** sometidas a la corrosión atmosférica, la separación no superará **14 veces** el espesor de la chapa más fina ni **180 mm**.

SOLICITACIONES SOBRE UN BULÓN

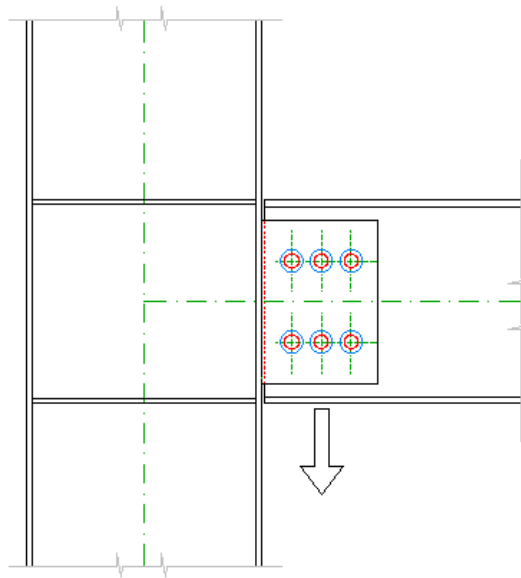


- **B_{vx}** : Corte sobre el área de la sección transversal del bulón en dirección x-x
- **B_{vy}** : Corte sobre el área de la sección transversal del bulón en dirección y-y
- **B_v** : Corte resultante sobre el área de la sección transversal del bulón.
- **B_t** : Esfuerzo normal de tracción sobre la sección transversal del bulón

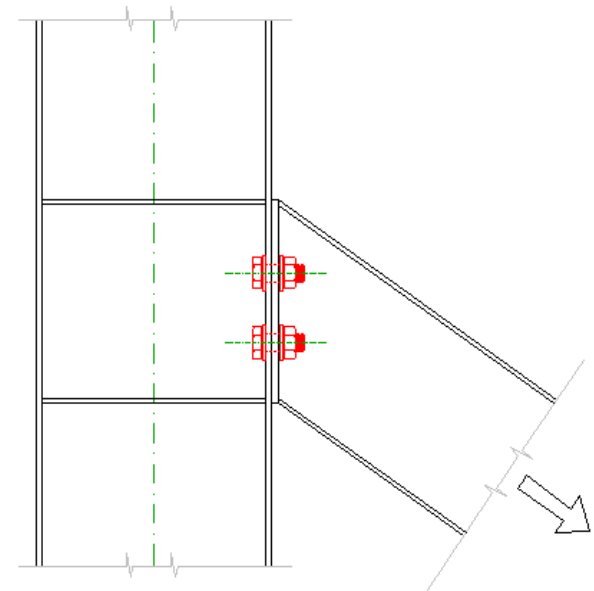
SOLICITACIONES SOBRE UN BULÓN



Tracción



Corte



Corte + Tracción

TIPOS DE UNIONES

- JUNTAS A **TRACCIÓN**
- JUNTAS DEL TIPO **APLASTAMIENTO**
- JUNTAS DE **DESLIZAMIENTO CRÍTICO**

J.3.1. Bulones de alta resistencia

J.3.1.(a) Tipos de uniones

Este Reglamento contempla **tres tipos de uniones con bulones de alta resistencia** cuyo uso y ejecución deberán satisfacer los requisitos de la **Recomendación CIRSOC 305-2007 Recomendación para Uniones Estructurales con Bulones de Alta Resistencia**:

- (1) **Unión con ajuste sin juego**: son uniones tipo aplastamiento con bulones apretados con ajuste sin juego.
- (2) **Unión pretensada**: son uniones tipo aplastamiento con bulones totalmente pretensados según la Tabla **J.3.1**.
- (3) **Unión de deslizamiento crítico**: son uniones tipo deslizamiento crítico con bulones totalmente pretensados según la Tabla **J.3.1** y **tratamiento de las superficies de contacto**.

Las uniones (1) y (2) tipo **aplastamiento** se proyectan para trabajar por corte del bulón y aplastamiento de la chapa.

TIPOS DE UNIONES

La unión (3) **tipo deslizamiento crítico** se proyecta para transmitir las fuerzas de corte por rozamiento entre las chapas sin permitir el deslizamiento.

Se utilizarán **uniones pretensadas** en los siguientes casos:

- (a) Uniones sometidas a efectos de fatiga sin inversión del sentido de las cargas,
- (b) Uniones sometidas a vibraciones o efectos dinámicos,
- (c) Uniones tipo aplastamiento con bulones A490 (ISO 10.9; A490M) sometidas a fuerzas de tracción o combinación de tracción y corte,
- (d) Toda unión donde las especificaciones de este Reglamento exijan el pretensado de los bulones.

Se utilizarán **uniones de deslizamiento crítico** en los siguientes casos:

- (a) Uniones en las que el deslizamiento de las superficies de contacto pueda afectar alguna condición de servicio o reducir la resistencia o la estabilidad de la estructura o del elemento estructural (por ejemplo uniones extremas de barras armadas),
- (b) Uniones sometidas a efectos de fatiga con inversión del sentido de las cargas,
- (c) Uniones con agujeros holgados,
- (d) Uniones con agujeros ovalados cuando su mayor dimensión no es perpendicular a la dirección de la fuerza,
- (e) Cualquier otra unión establecida en los planos de proyecto o donde las especificaciones de esta Reglamento lo exijan.

TIPOS DE UNIONES

Tabla J.3.1. Tracción mínima de los bulones, (kN)^(a)

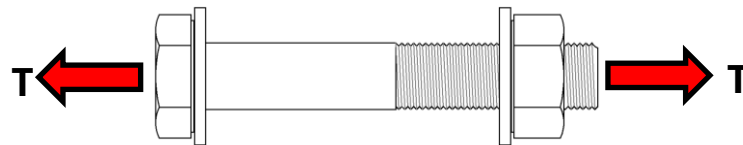
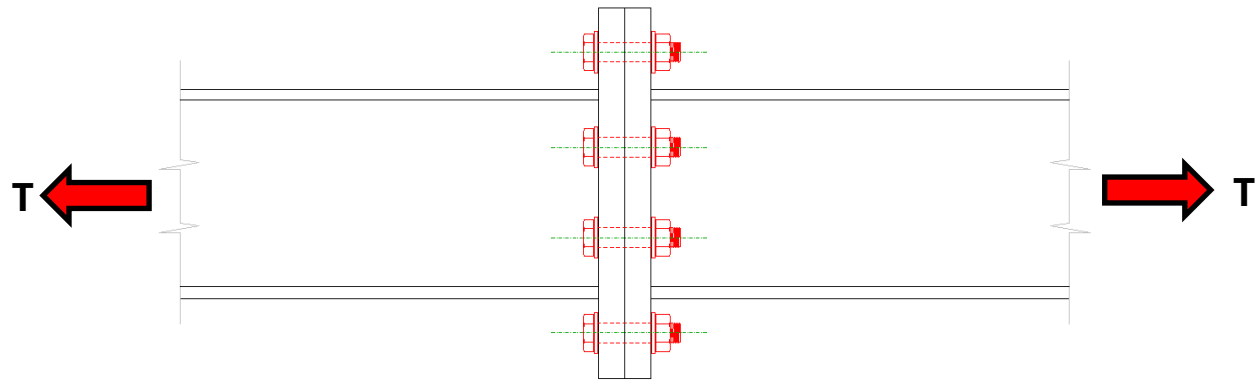
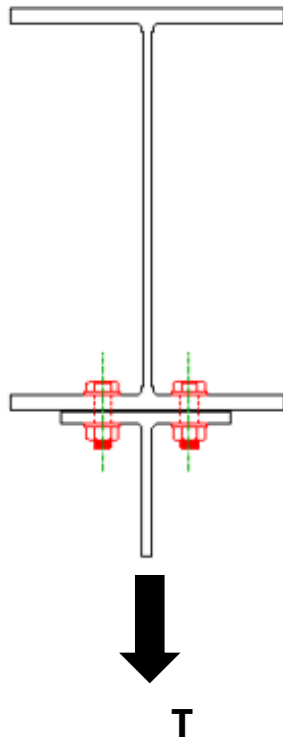
Bulones milimétricos . Rosca Gruesa			Bulones – Rosca UNC			
Diámetro nominal del bulón	Bulones ISO 8.8 A325M	Bulones ISO10.9 A490M	Diámetro nominal del bulón		Bulones A325	Bulones A490
(mm)	(kN)	(kN)	Pulg.	mm	(kN)	(kN)
12	48	61	7/16	11,11	40	-
14	67	84	1/2	12,70	53	66
16	91	114	9/16	14,28	68	85
18	111	140	5/8	15,87	84	105
20	142	178	3/4	19,05	125	156
22	176	220	7/8	22,22	172	215
24	205	257	1	25,40	226	283
27	267	334	1 1/8	28,57	249	356
30	326	408	1 1/4	31,75	317	453
33	403	504	1 3/8	34,92	377	539
36	475	594	1 1/2	38,10	459	656

(a) Igual a **0,70** de la resistencia mínima a la tracción del bulón, redondeado a la unidad más cercana.

TIPOS DE UNIONES

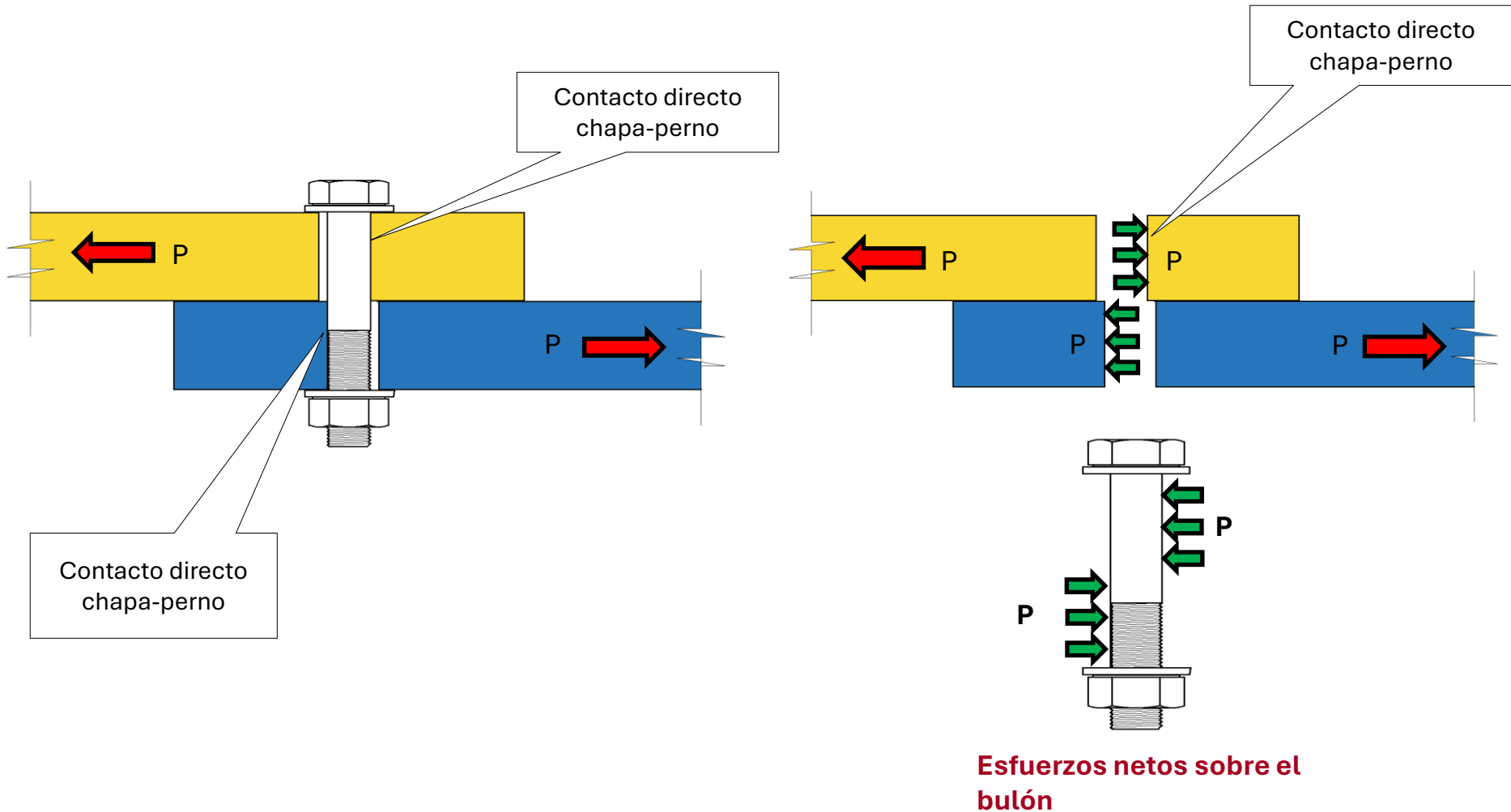
JUNTAS ABULONADAS – A tracción

- Esfuerzos sobre el perno en la dirección del eje longitudinal del mismo.



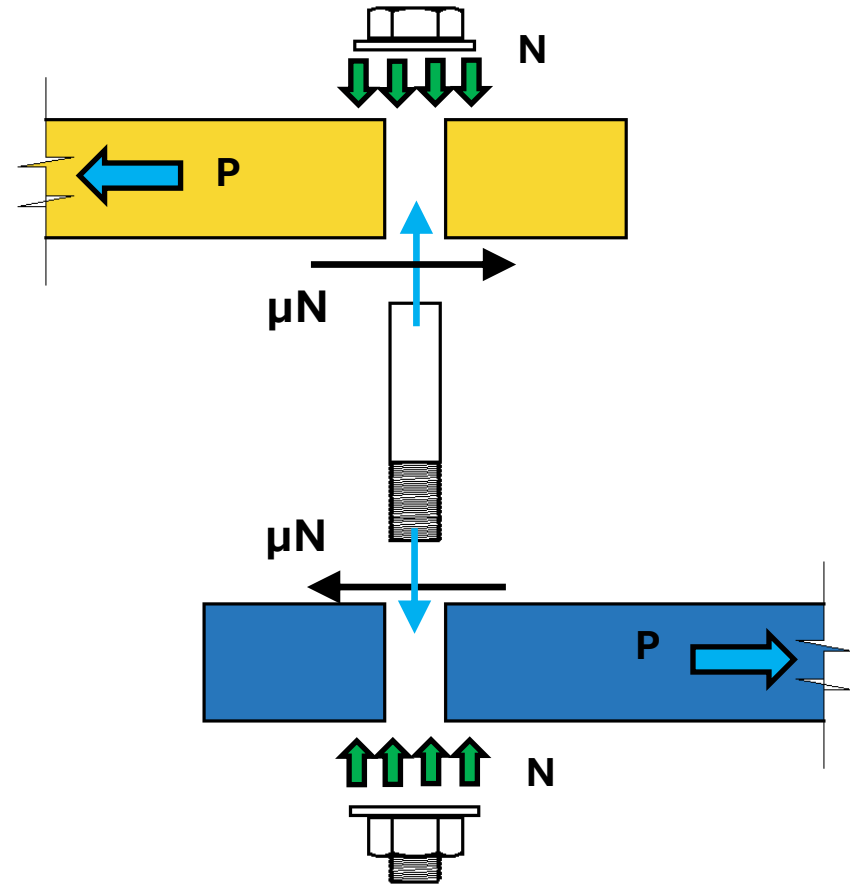
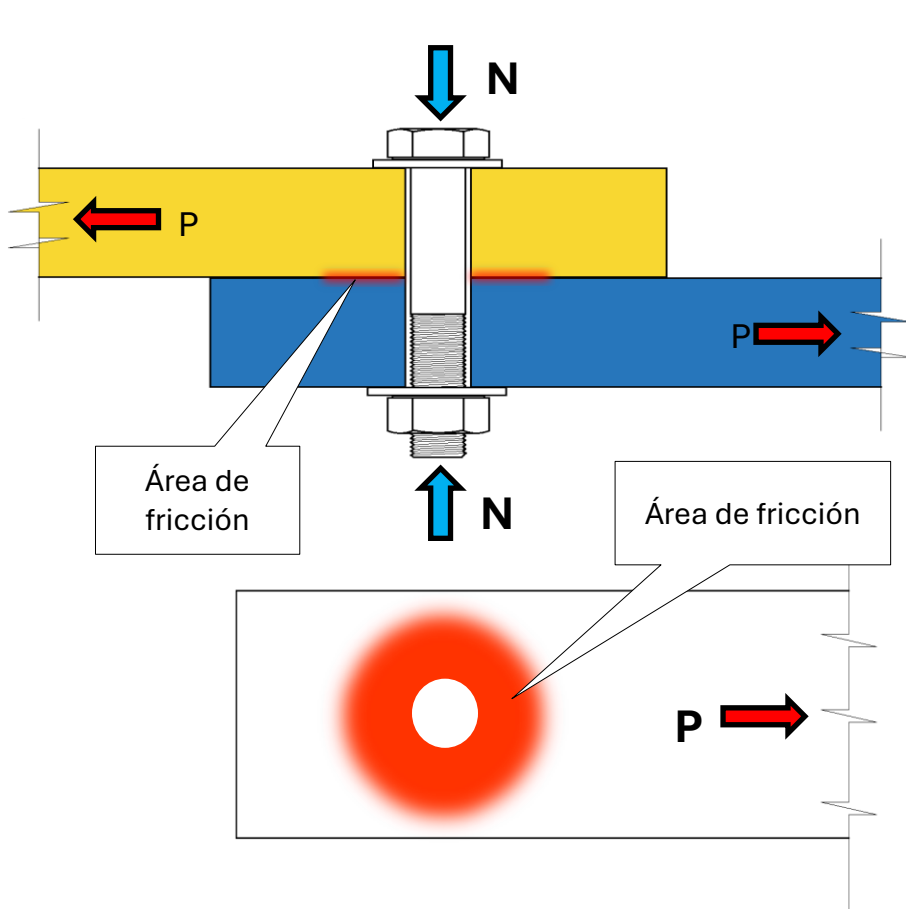
TIPOS DE UNIONES

JUNTAS APERNADAS – Junta del tipo Aplastamiento



TIPOS DE UNIONES

JUNTAS APERNADAS – Junta de Deslizamiento Crítico



MODOS DE FALLA

Importancia de su caracterización y clasificación

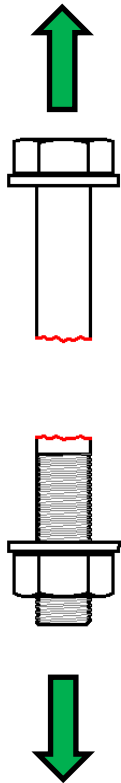
- Fallas que afectan a los pernos de la conexión
- Fallas que afectan a las chapas o elementos conectados



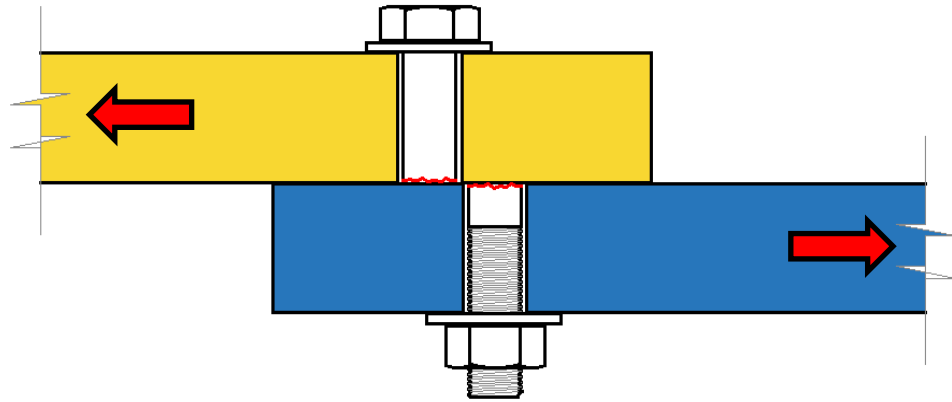
ESTADOS LÍMITES DE RESISTENCIA

MODOS DE FALLA

FALLAS DEL BULÓN



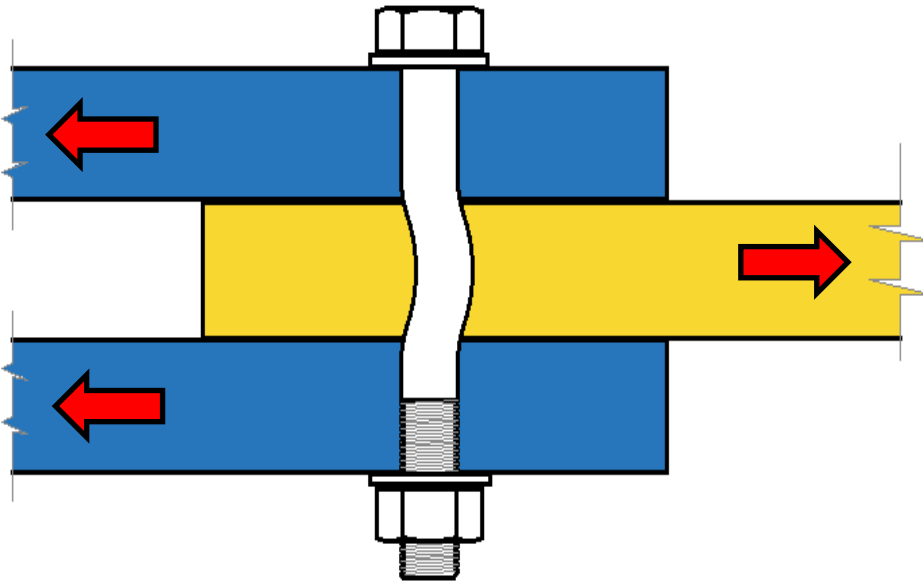
Falla por tracción



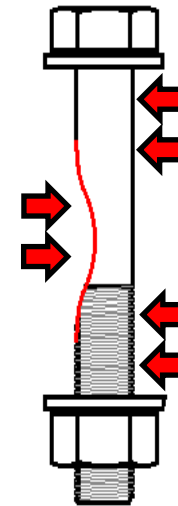
Falla por corte

MODOS DE FALLA

FALLAS DEL BULÓN



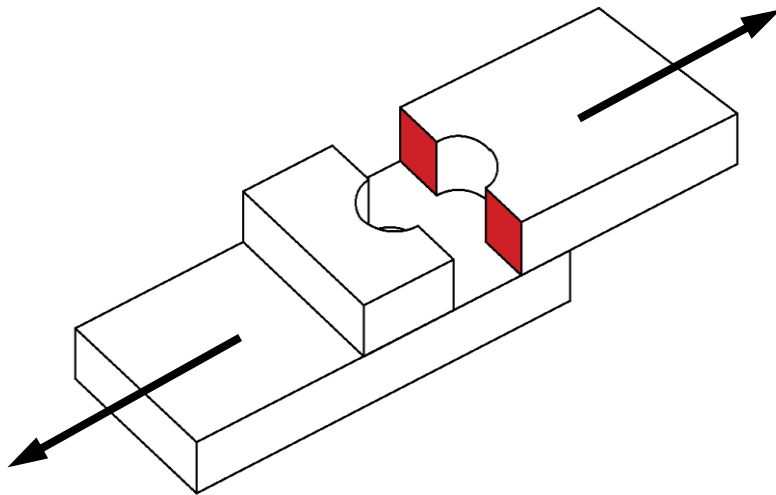
Falla por flexión



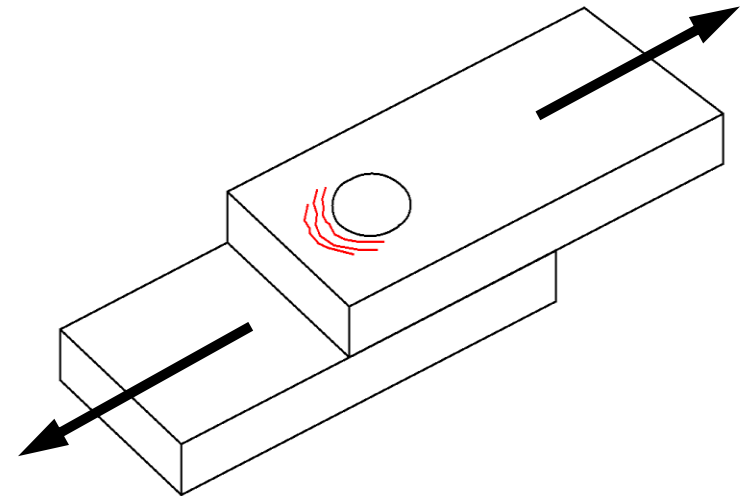
Falla por aplastamiento

MODOS DE FALLA

FALLAS DE LOS ELEMENTOS DE LA UNIÓN



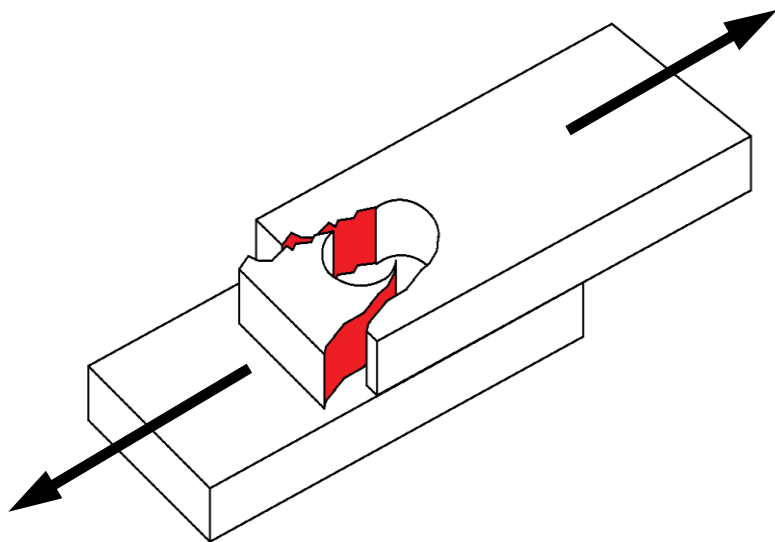
Fractura del área neta



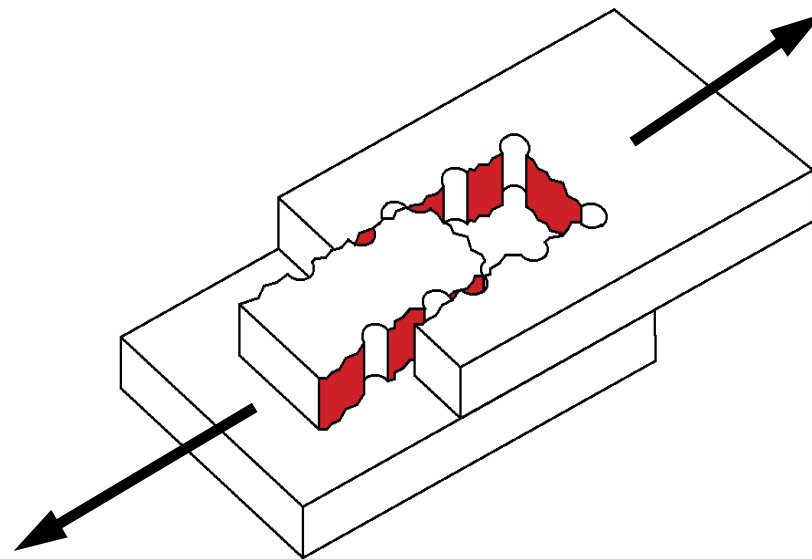
Falla por aplastamiento de la placa

MODOS DE FALLA

FALLAS DE LOS ELEMENTOS DE LA UNIÓN



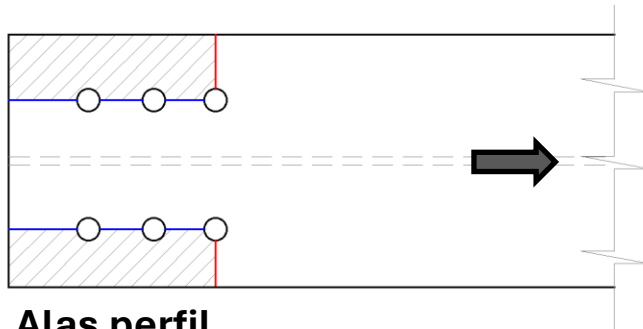
Falla por desgarramiento por corte



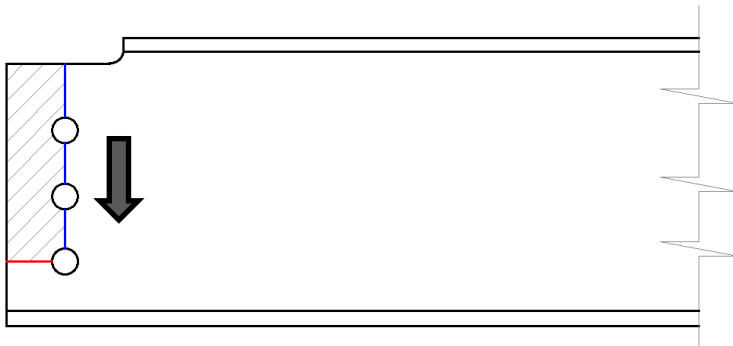
Falla por bloque de corte

MODOS DE FALLA

FALLAS DE LOS ELEMENTOS DE LA UNIÓN



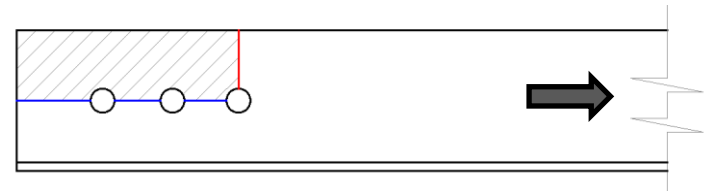
Alas perfil laminado tipo W



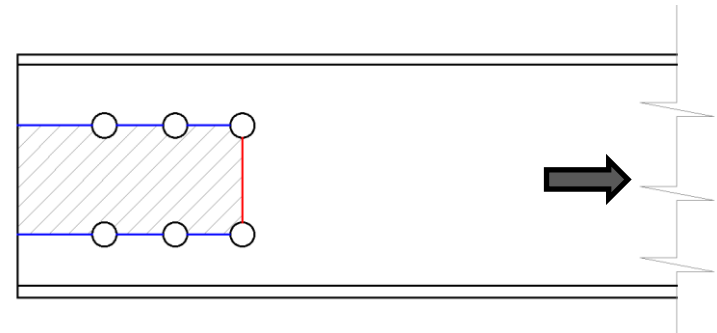
Alma perfil laminado tipo W

Falla por bloque de corte

— Plano de corte
— Plano de tracción



Alas perfil laminado tipo Ángulo

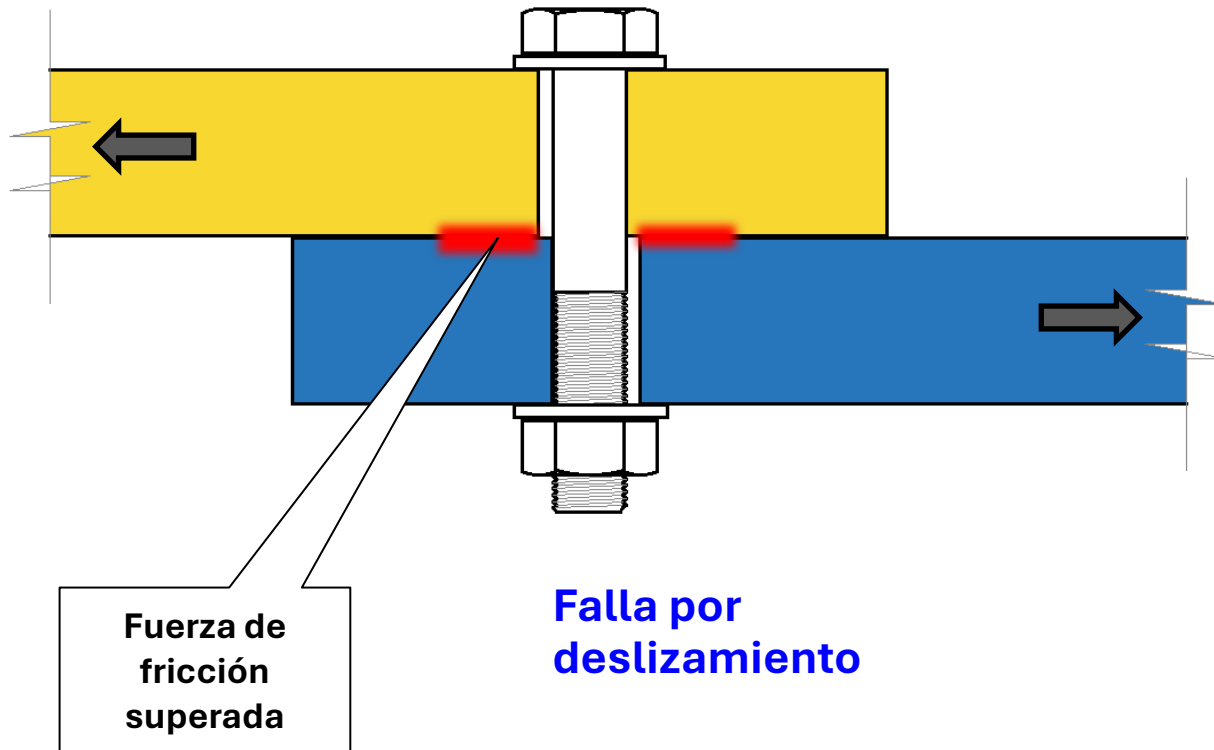


Perfil laminado tipo U en tracción

MODOS DE FALLA

FALLAS DE LOS ELEMENTOS DE LA UNIÓN

Falla del sistema de desplazamiento crítico



RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS ABULONADAS RESISTENCIA DE DISEÑO A TRACCIÓN O A CORTE DE UN PERNO

J.3.6. Resistencia de diseño a la tracción o al corte en uniones tipo aplastamiento

La resistencia de diseño a la tracción o al corte (ϕR_n) de los bulones de alta resistencia y de elementos roscados en uniones tipo aplastamiento será (para **un bulón**):

$$\phi R_n = \phi F_n A_b (10^{-1}) \quad (\text{J.3.1})$$

siendo:

ϕ el factor de resistencia indicado en la Tabla **J.3.2.**

F_n la resistencia nominal a la tracción F_{nt} , o al corte F_{nv} , indicadas en la Tabla **J.3.2.**,

A_b el área nominal del cuerpo no roscado del bulón o de la parte roscada (para varillas recalcadas, ver la nota (c) al pie de la Tabla **J.3.2.**), en cm^2 .

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS ABULONADAS RESISTENCIA DE DISEÑO A TRACCIÓN Y CORTE DE UN PERNO

J.3.7. Combinación de tracción y corte en uniones tipo aplastamiento

La *resistencia de diseño a tracción*, (ϕR_n), de un *bulón* sometido a corte y a tracción combinados será:

$$\phi R_n = \phi F_{nt} A_b (10^1) \quad (\text{J.3.2})$$

siendo:

$$\phi = 0,75$$

F_{nt} la resistencia nominal a tracción en términos de tensión calculada con las expresiones de la Tabla **J.3.6.** como una función de la tensión de corte requerida f_v producida por las cargas mayoradas, en MPa. La tensión de corte requerida f_v será menor o igual que la resistencia de diseño al corte, ϕF_v , indicada en la Tabla **J.3.2.**

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS ABULONADAS

RESISTENCIA DE DISEÑO A TRACCIÓN Y CORTE DE UN PERNO

Tabla J.3.6. Resistencia nominal a la tracción (F_{nt}), (MPa). Uniones de tipo aplastamiento

Descripción de los bulones	Rosca incluida en el plano de corte	Rosca excluida del plano de corte
Bulones comunes (A307/ISO 4.6)	$338 - 2,5 f_v \leq 260$	
Bulones A325, A325M, ISO 8.8	$806 - 2,5 f_v \leq 620$	$806 - 2,0 f_v \leq 620$
Bulones A490, A490M, ISO 10.9	$1012 - 2,5 f_v \leq 778$	$1012 - 2,0 f_v \leq 778$
Partes roscadas de bulones A449 de diámetro mayor que 38,1 mm	$0,98 F_u - 2,5 f_v \leq 0,75 F_u$	$0,98 F_u - 2,0 f_v \leq 0,75 F_u$

Las expresiones para F_{nt} de la Tabla J.3.6. *resultan* de la siguiente expresión general:

$$F_{nt} = 1,3 F_{nt} - (F_{nt}/\phi F_{nv}) f_v \leq F_{nt} \quad (\text{J.3.3})$$

siendo:

F_{nt} la tensión nominal resistente a la tracción según la Tabla J.3.2., en MPa.

F_{nv} la tensión nominal resistente al corte según la Tabla J.3.2., en MPa.

f_v la tensión de corte requerida por las cargas mayoradas, en MPa.

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS ABULONADAS

RESISTENCIA DE DISEÑO EN JUNTAS DE DESLIZAMIENTO CRÍTICO

J.3.8. Bulones de alta resistencia en uniones de deslizamiento crítico

Las *uniones de deslizamiento crítico* podrán ser proyectadas para:

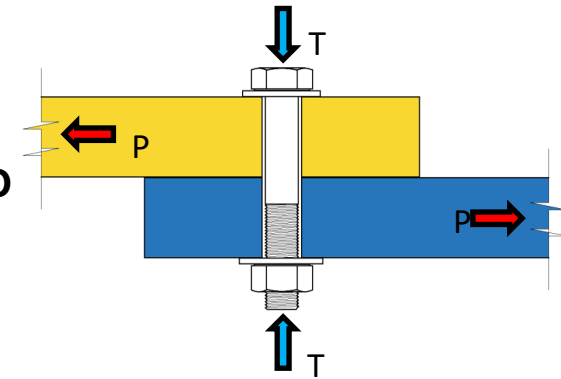
- (a) *no permitir el deslizamiento* para *cargas de servicio* (Estados límite de servicio) o para *cargas mayoradas* (Estados límite últimos).
- (b) *satisfacer* los estados límite último *como uniones tipo aplastamiento para cargas mayoradas*

Cuando los bulones de uniones de deslizamiento crítico atraviesen láminas de reglaje, todas las superficies sujetas a deslizamiento deberán estar preparadas para desarrollar el coeficiente de rozamiento aplicable.

La *resistencia de diseño al deslizamiento* (corte) de bulones de alta resistencia en *uniones de deslizamiento crítico*, $R_d = \phi R_{str}$ (kN), deberá ser *mayor o igual* que la fuerza de corte requerida debida a las *cargas de servicio* o a las *cargas mayoradas* según corresponda, donde (*para un bulón*):

$$R_{str} = D_u \mu h_f T_b N_s$$

(J.3.4)



RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS ABULONADAS

RESISTENCIA DE DISEÑO EN JUNTAS DE DESLIZAMIENTO CRÍTICO

$$R_{str} = D_u \mu h_f T_b N_s$$

(J.3.4)

R_{str} la resistencia nominal al deslizamiento, en kN.

$D_u = 1,13$; el factor que refleja la relación entre la pretensión media del bulón instalado y la pretensión mínima especificada para el bulón. El uso de otros valores solo podrá ser aprobado por el Proyectista Estructural en base a ensayos debidamente calificados.

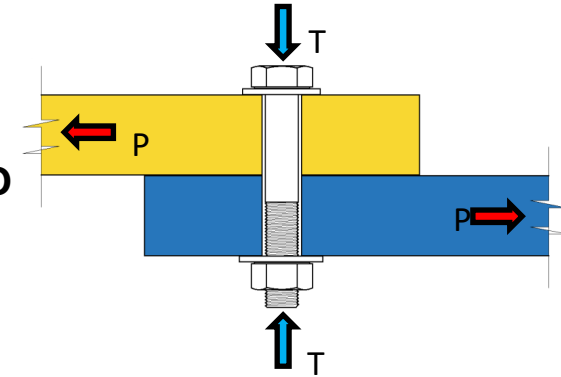
T_b la fuerza de tracción mínima del bulón dada en la Tabla **J.3.1.**, en kN.

N_s la cantidad de superficies de rozamiento

μ el coeficiente medio de rozamiento para las **Clases A** o **B**, según corresponda, o el que surja de ensayos.

(a) Para superficies **Clase A** (superficies de acero sin pintar, limpiadas con cepillo metálico y libres de polvo, óxido o cascarillas de laminación, o superficies con **recubrimiento Clase A** en acero limpiado con chorro de arena, o superficies galvanizadas por inmersión en caliente y con superficies ásperas) $\mu = 0,30$

(b) Para superficies **Clase B** (superficies de acero sin pintar, limpiadas con chorro de arena o superficies con **recubrimiento Clase B** en acero limpiado con chorro de arena) $\mu = 0,50$



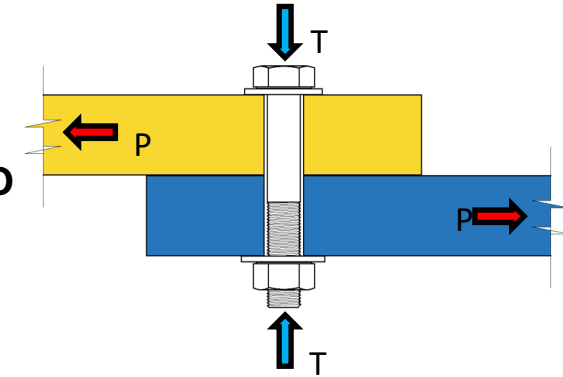
RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS ABULONADAS

RESISTENCIA DE DISEÑO EN JUNTAS DE DESLIZAMIENTO CRÍTICO

$$R_{str} = D_u \mu h_f T_b N_s$$

(J.3.4)



ϕ el factor de resistencia

- (a) Para agujeros normales y ovalados cortos con su eje mayor perpendicular a la dirección de la fuerza, $\phi = 1,0$
- (b) Para agujeros holgados y ovalados cortos con su eje mayor paralelo a la dirección de la fuerza, $\phi = 0,85$
- (c) Para agujeros ovalados largos con eje mayor perpendicular a la dirección de la fuerza, $\phi = 0,70$
- (d) Para agujeros ovalados largos con eje mayor paralelo a la dirección de la fuerza, $\phi = 0,60$.

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

- Resistencia al **aplastamiento** de las chapas conectadas en las perforaciones para pernos
- Resistencia **por bloque de corte** en las partes conectadas
- Resistencia al **desgarramiento** por cortante en la placa conectada
- Resistencia a **rotura por tracción** de la placa conectada.

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

J.3.10. Resistencia al aplastamiento de la chapa en los agujeros

El estado límite de aplastamiento de la chapa en los agujeros será verificado tanto para las uniones tipo aplastamiento como para las tipo deslizamiento crítico. El uso de agujeros holgados y ovalados cortos y largos con eje mayor paralelo a la dirección de la fuerza está restringido para las uniones de deslizamiento crítico mediante la Sección **J.3.2.**

La *resistencia de diseño al aplastamiento de la chapa en los agujeros* será ϕR_n , donde

$$\phi = 0,75.$$

R_n la resistencia nominal al aplastamiento de la chapa, en kN.

La *resistencia nominal, R_n* , será determinada de la siguiente manera:

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

(a) Para **un bulón** en una unión con **agujeros normales, holgados u ovalados cortos independientemente de la dirección de la fuerza**, o con agujeros **ovalados largos con eje mayor paralelo a la dirección de la fuerza**:

- Cuando la **deformación alrededor del agujero para cargas de servicio sea una consideración de proyecto (deformación no permitida)**:

$$R_n = 1,2 L_c t F_u (10^{-1}) \leq 2,4 d t F_u (10^{-1}) \quad (\text{J.3.6a})$$

- Cuando la **deformación alrededor del agujero para cargas de servicio NO sea una consideración de proyecto (deformación permitida)**:

$$R_n = 1,5 L_c t F_u (10^{-1}) \leq 3,0 d t F_u (10^{-1}) \quad (\text{J.3.6b})$$

(b) Para **un bulón en una unión con agujeros ovalados largos con eje mayor perpendicular a la dirección de la fuerza**:

$$R_n = 1,0 L_c t F_u (10^{-1}) \leq 2,0 d t F_u (10^{-1}) \quad (\text{J.3.6c})$$

Siendo para todas las expresiones anteriores:

- F_u la resistencia a la tracción mínima especificada del acero de la chapa, en MPa.
- d el diámetro del bulón, en cm.
- t el espesor de la parte conectada crítica, en cm.
- L_c la distancia libre, en la dirección de la fuerza, entre el borde del agujero y el borde del agujero adyacente o el borde del material, en cm.

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

- La **resistencia efectiva de un bulón** será la **menor** entre la resistencia al corte dada por la Sección **J.3.6.** o la resistencia al aplastamiento de la chapa en el agujero del bulón, dada por la Sección **J.3.10.**
- Para la **unión**, la **resistencia efectiva del grupo de bulones** será tomada como **la suma de las resistencias efectivas de los bulones individuales** que pertenecen a la unión.

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

J.4. ELEMENTOS AFECTADOS DE LOS MIEMBROS UNIDOS Y ELEMENTOS AUXILIARES DE LA UNIÓN

Las especificaciones de esta Sección se aplicarán a las *partes afectadas de los miembros vinculados* (por ejemplo las almas de las vigas) y a los *elementos auxiliares de la unión* (por ejemplo chapas de nudo, cartelas y angulares).

J.4.1. Resistencia de diseño de elementos sometidos a tracción

La *resistencia de diseño*, ϕR_n (kN), de elementos afectados y de elementos auxiliares, sometidos a tracción, será el menor valor de los resultantes para los estados límite de fluencia por tracción y de rotura por tracción a lo largo de una línea de rotura.

(a) Para el *estado límite de fluencia por tracción*:

$$R_n = F_y A_g (10^{-1}) \quad \phi = 0,90 \quad (\text{J.4.1})$$

(b) Para el *estado límite de rotura por tracción*:

$$R_n = F_u A_e (10^{-1}) \quad \phi = 0,75 \quad (\text{J.4.2})$$

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

siendo:

A_g el área bruta de la parte afectada o del elemento auxiliar, en cm^2 .

A_e el área neta efectiva de la parte afectada o del elemento auxiliar, en cm^2 .
Para elementos planos auxiliares de una unión abulonados:

$$A_e = A_n \leq 0,85 A_g$$

F_y la tensión de fluencia mínima especificada, en MPa.

F_u la tensión de rotura a tracción, en MPa.

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

J.4.2. Resistencia de diseño de elementos sometidos a corte

La **resistencia de diseño**, ϕR_n (kN), de elementos afectados y de elementos auxiliares, sometidos a corte, será el menor valor de los resultantes para los estados límite de fluencia por corte y de rotura por corte.

(a) Para el **estado límite de fluencia por corte**:

$$R_n = 0,60 F_y A_{gv} (10^1) \quad \phi = 0,90 \quad (\text{J.4.3})$$

(b) Para el **estado límite de rotura por corte**:

$$R_n = 0,60 F_u A_{nv} (10^1) \quad \phi = 0,75 \quad (\text{J.4.4})$$

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

J.4.3. Resistencia de diseño a la rotura de bloque de corte

La **resistencia de diseño**, ϕR_n (kN), para el estado límite de rotura de bloque de corte a lo largo de una o varias líneas de falla por corte y una línea perpendicular de falla por tracción será:

$$R_n = (0,60 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1} \leq (0,60 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1} \quad (\text{J.4.5})$$

siendo:

$$\phi = 0,75$$

A_{nv} el área neta sometida a corte, en cm^2 .

A_{nt} el área neta sometida a tracción, en cm^2 .

A_{gv} el área bruta sometida a corte, en cm^2 .

$U_{bs} = 1,0$ si la tensión de tracción es uniforme
 $= 0,5$ si la tensión de tracción **no** es uniforme

RESISTENCIA DE UNIONES ABULONADAS

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE JUNTAS APERNADAS RESISTENCIA DE LAS PARTES CONECTADAS

J.4.4. Resistencia de diseño de elementos sometidos a compresión

La **resistencia de diseño a compresión**, ϕP_n (kN), de elementos afectados y de elementos auxiliares para los estados límite de fluencia y pandeo se determinará de la siguiente forma:

(a) Para $(kL/r) \leq 25$

$$P_n = F_y A_g (10)^{-1} \quad \phi = 0,85 \quad (\text{J.4.6})$$

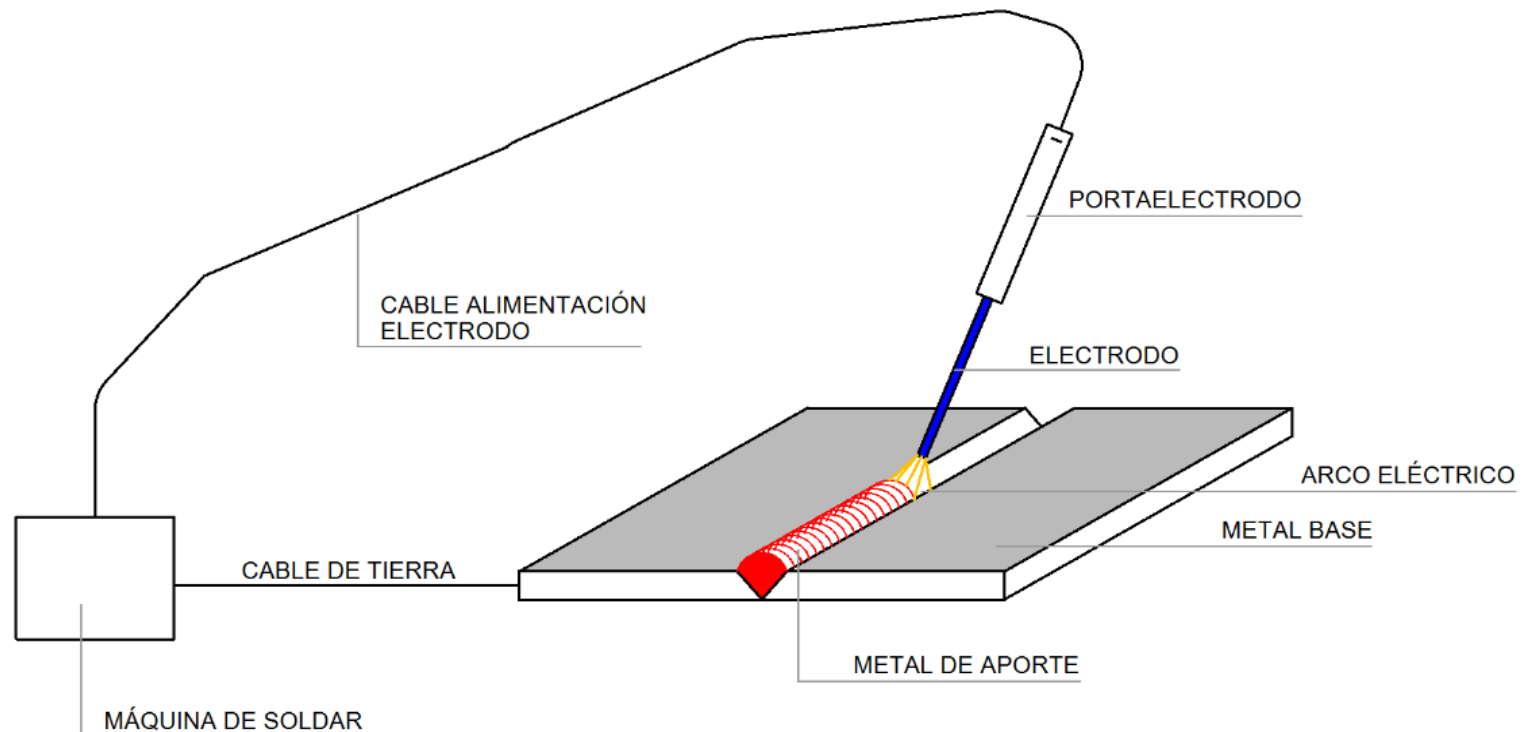
(b) Para $(kL/r) > 25$ se aplican las especificaciones del Capítulo E.

UNIONES SOLDADAS



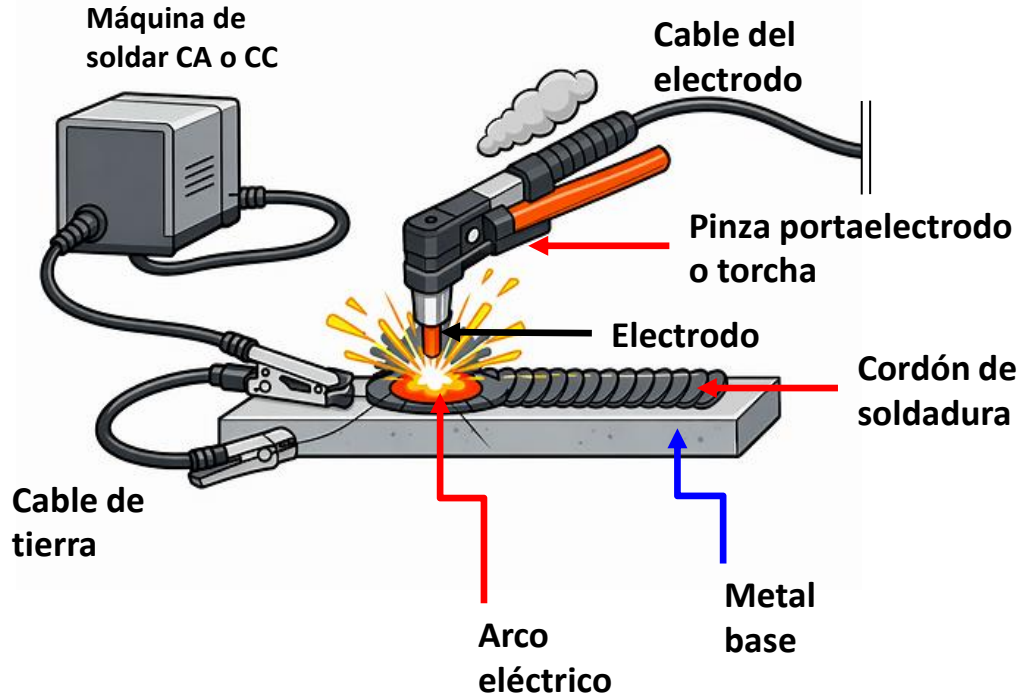
GENERALIDADES - INTRODUCCIÓN

- La **soldadura** es un proceso por el cual se conectan dos piezas de acero a partir de un procedimiento en el cual se funde el **material original** junto con un determinado **material de aporte** debido a un importante aumento de **temperatura** en la zona de fusión
- Existe una **amplia gama** de procedimientos de soldadura
- En utilizaciones **estructurales** la denominada **soldadura por arco** es la más usual



SOLDADURA POR ARCO

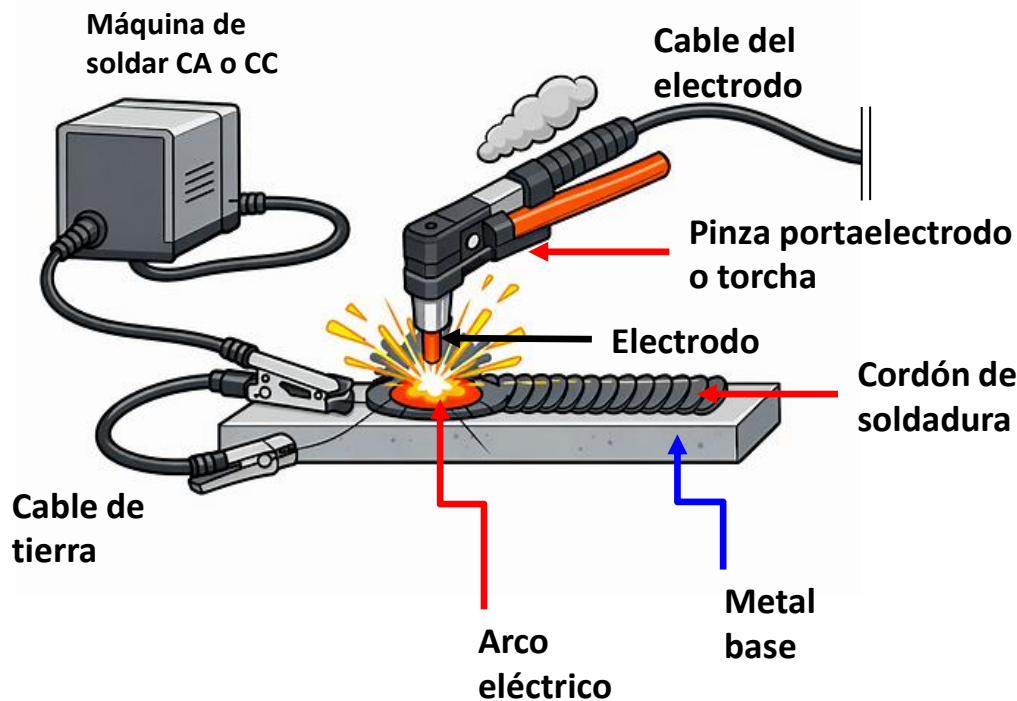
- La circulación de corriente produce un poderoso **arco eléctrico** entre el extremo del denominado **electrodo** que provee el metal de aporte y el metal base original a unir
- Estos se funden por efecto de la **elevada temperatura** formando un cordón de material solidificado que mantiene en contacto las piezas unidas



- Temperaturas de metal fundido oscilan alrededor de los **1600°C**
- Temperaturas del arco alrededor de **5500°C**
- Existen diversos tipos de soldadura por arco. Las soldaduras **estructurales** generalmente se realizan a partir del proceso de **arco metálico protegido (SMAW)** o de **arco metálico sumergido (SAW)**

SOLDADURA POR ARCO

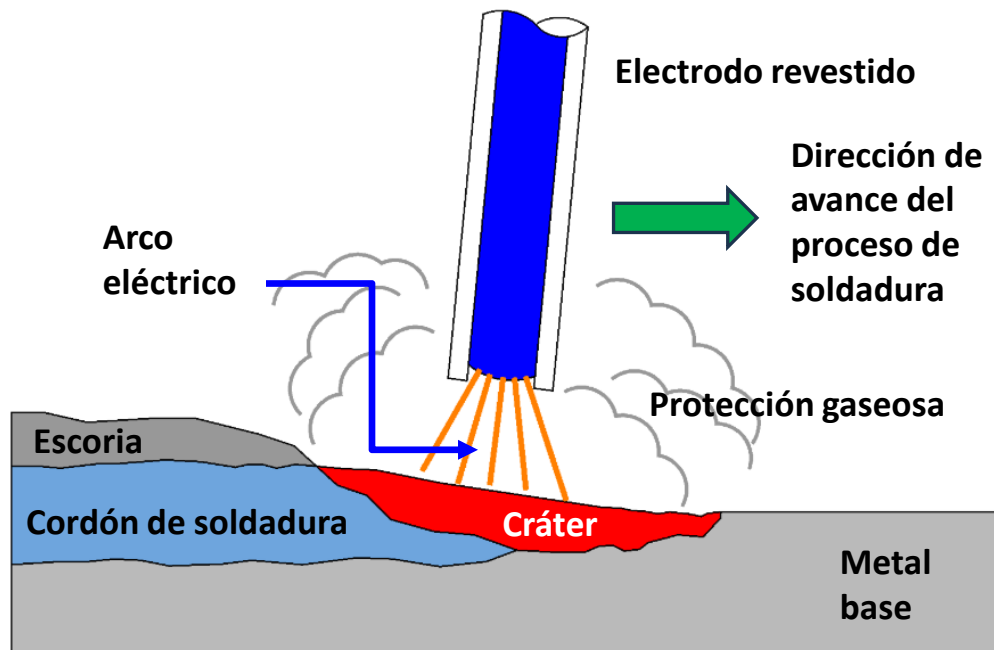
- Electrodo se mueve en **dirección** de la formación del cordón de soldadura con una velocidad controlada
- Puede ser **automático** por medio de una máquina de soldar o **manual** por un operador de soldadura o soldador



- **Suministro** constante de energía eléctrica
- Voltaje y amperaje adecuados. **CA y CC**

Soldadura de arco metálico protegido SMAW

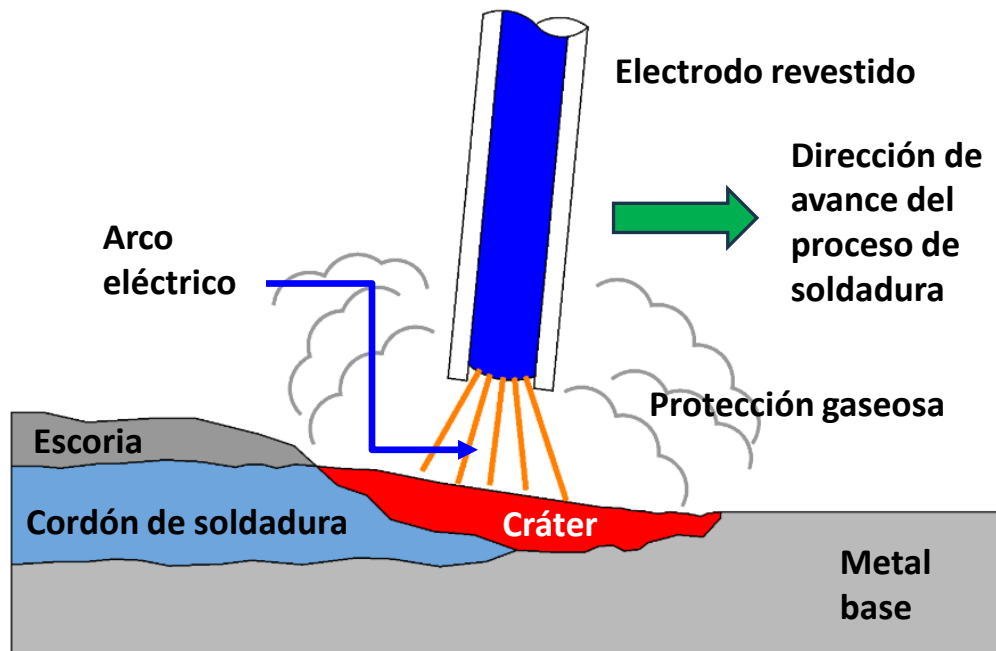
- Electrodo metálico con **recubrimiento especial** que se consume
- Recubrimiento es una **mezcla arcillosa** de aglutinantes de silicatos y materiales en polvo que se funde por el calor del arco generando **gases inertes**



- Los gases inertes generan una **protección gaseosa** del arco eléctrico
- **Transferencia de material** se realiza por atracción molecular y por tensión superficial
- Es posible soldar en posición hacia **arriba**

Soldadura de arco metálico protegido SMAW

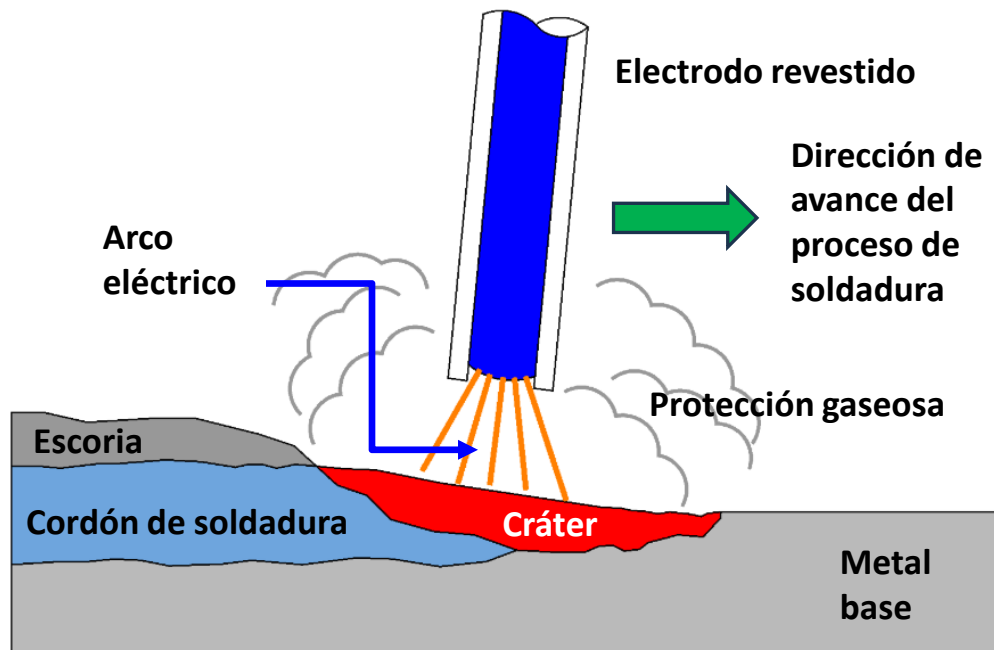
- El recubrimiento se consume a **velocidad menor** que el núcleo constituido por el material de aporte
- Recubrimiento actúa como una **funda proyectada** que dirige y canaliza el arco eléctrico



- Los gases inertes provienen de la **combustión** y **descomposición química** de la cubierta de revestimiento
- Presencia de caliza y celulosa + aditivos específicos: **carbonatos, fluoruros, óxidos, etc.**
- Composición principal de los gases: **CO, CO₂, H y H₂O** en vapor

Soldadura de arco metálico protegido SMAW

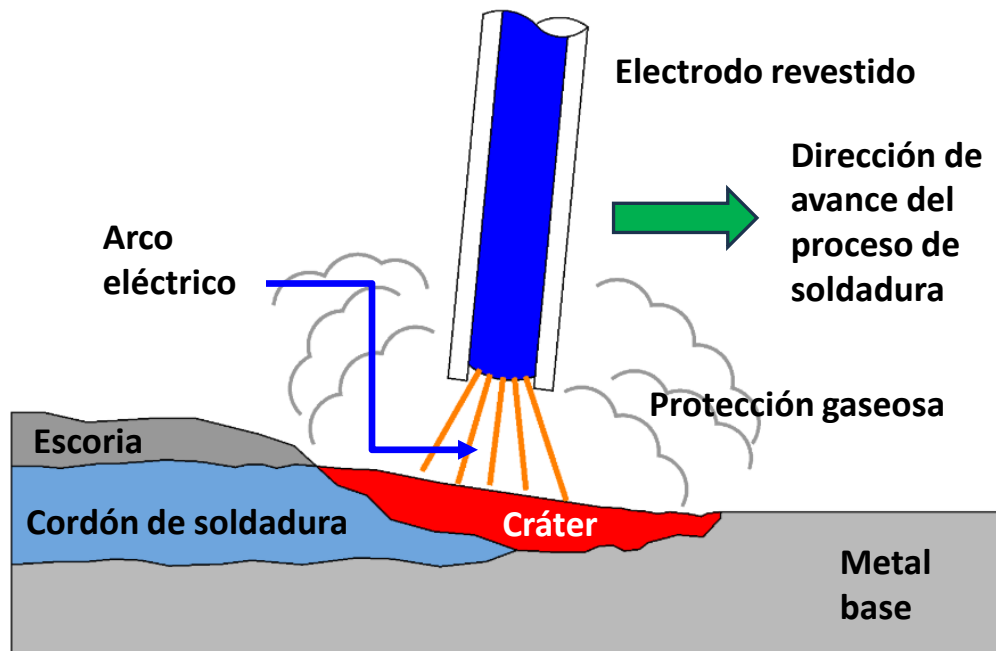
- La protección gaseosa, aíslan la soldadura del O_2 y del N_2 del aire, impidiendo la formación de óxidos y nitruros indeseables que provocan pérdida de **ductilidad** del cordón de soldadura. **Cordones quebradizos**
- Estos óxidos también provocan baja de la **resistencia** y de la capacidad de **evitar la corrosión** de los cordones



- Parte de los componentes del **revestimiento** forman la escoria de la soldadura.
- La **escoria** en contacto con el metal fundido atrae posibles impurezas
- La **escoria**, que sube a la superficie del material fundido, **protege** el enfriamiento del mismo del aire circundante

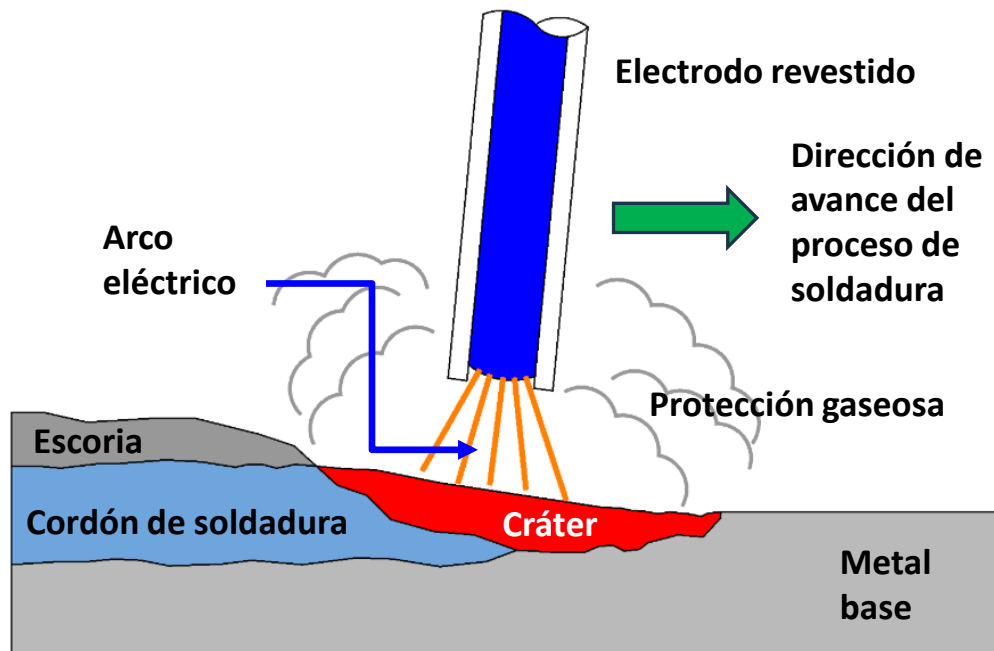
Soldadura de arco metálico protegido SMAW

- Adicionalmente los revestimientos contienen **sustancias antioxidantes**. Reaccionan químicamente con el oxígeno y proporcionan protección extra al metal de aporte contra posibles contaminaciones
 - Refinan la estructura interna del **grano** del material de aporte.
 - La cubierta es un medio para **transferir** elementos de aleación deseables al depósito de soldadura. Composiciones especiales del metal de **aporte**
 - La **escoria** se retira por **cepillado metálico** o **martillado** en forma previa a depositar nuevos cordones de soldadura o de los trabajos finales de pintura



Soldadura de arco metálico protegido SMAW

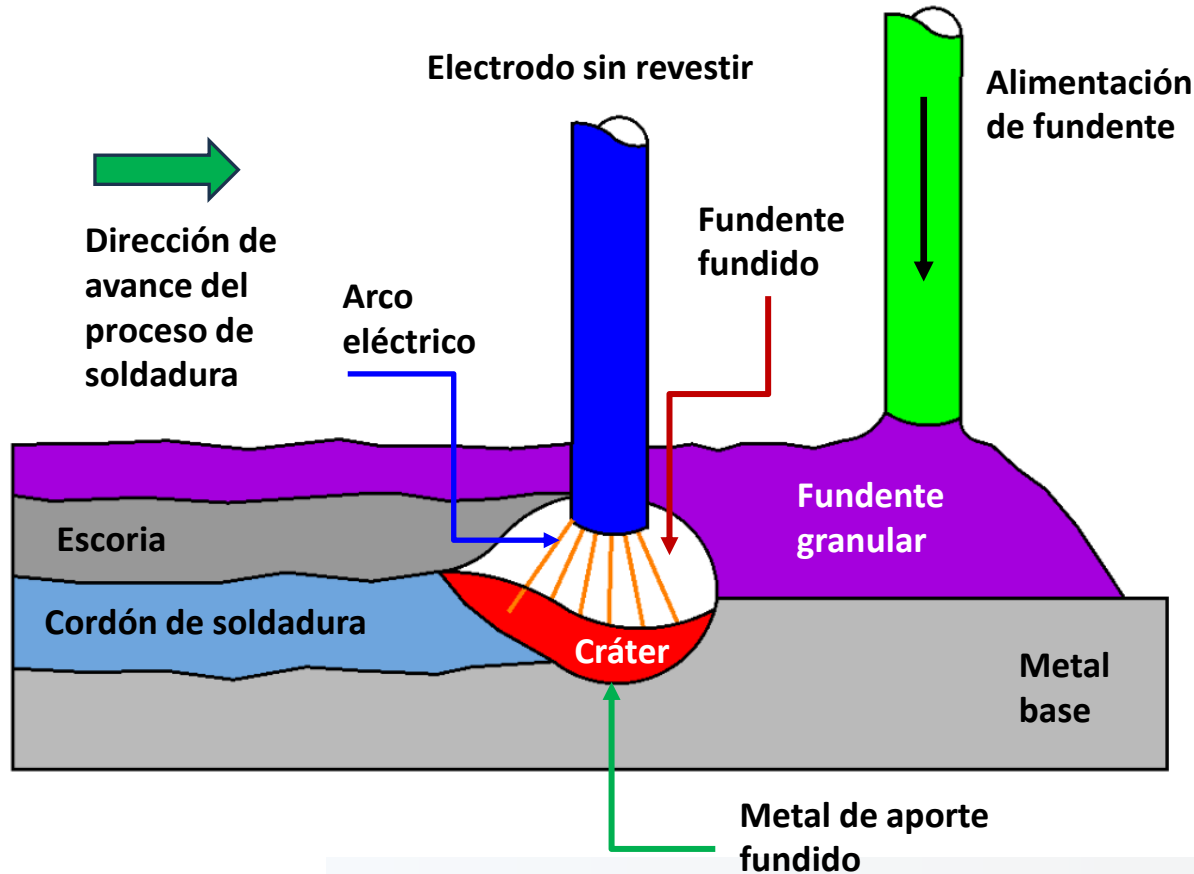
- Generalmente para estructuras de acero se utilizan máquinas que proveen la energía eléctrica con corrientes eléctricas nominales de soldadura de **400A a 600A**



- Se la conoce también como soldadura de **varilla**.
- Es un procedimiento de soldadura muy **difundido** e **importante**, tanto en taller como para soldaduras a realizar en las tareas de montaje en obra
- Es el tipo de soldadura que tiene mayor cantidad de **operarios calificados** para la tarea

Soldadura de arco sumergido. SAW

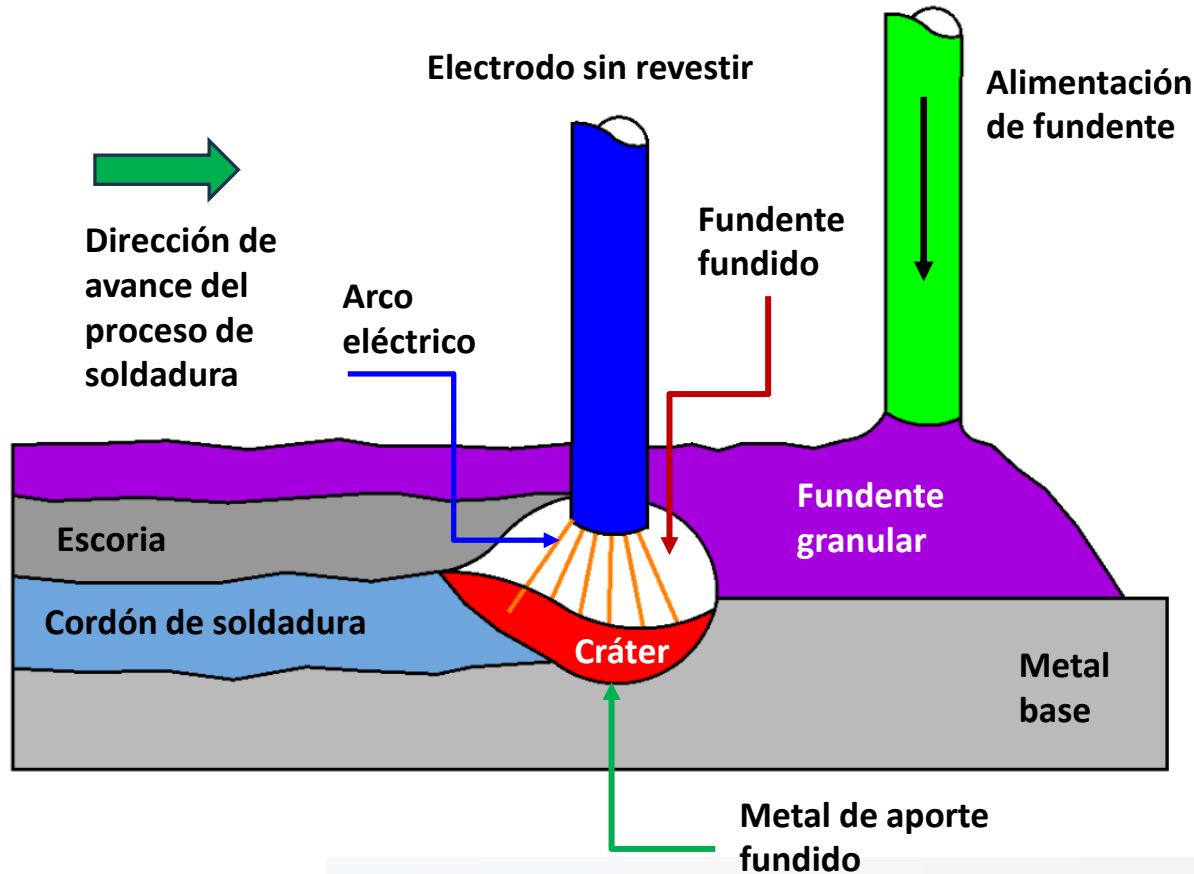
- Utiliza un electrodo de **alambre no revestido continuo**
- Utiliza un material granular denominado **fundente**



- El electrodo se alimenta de forma **automática** desde un carrete a un **cabezal** de soldado
- La **velocidad** debe ser suficiente para el mantenimiento del arco eléctrico sin interrupciones
- Los fundentes tienen **composición química** similar a los revestimientos de los electrodos SMAW

Soldadura de arco sumergido. SAW

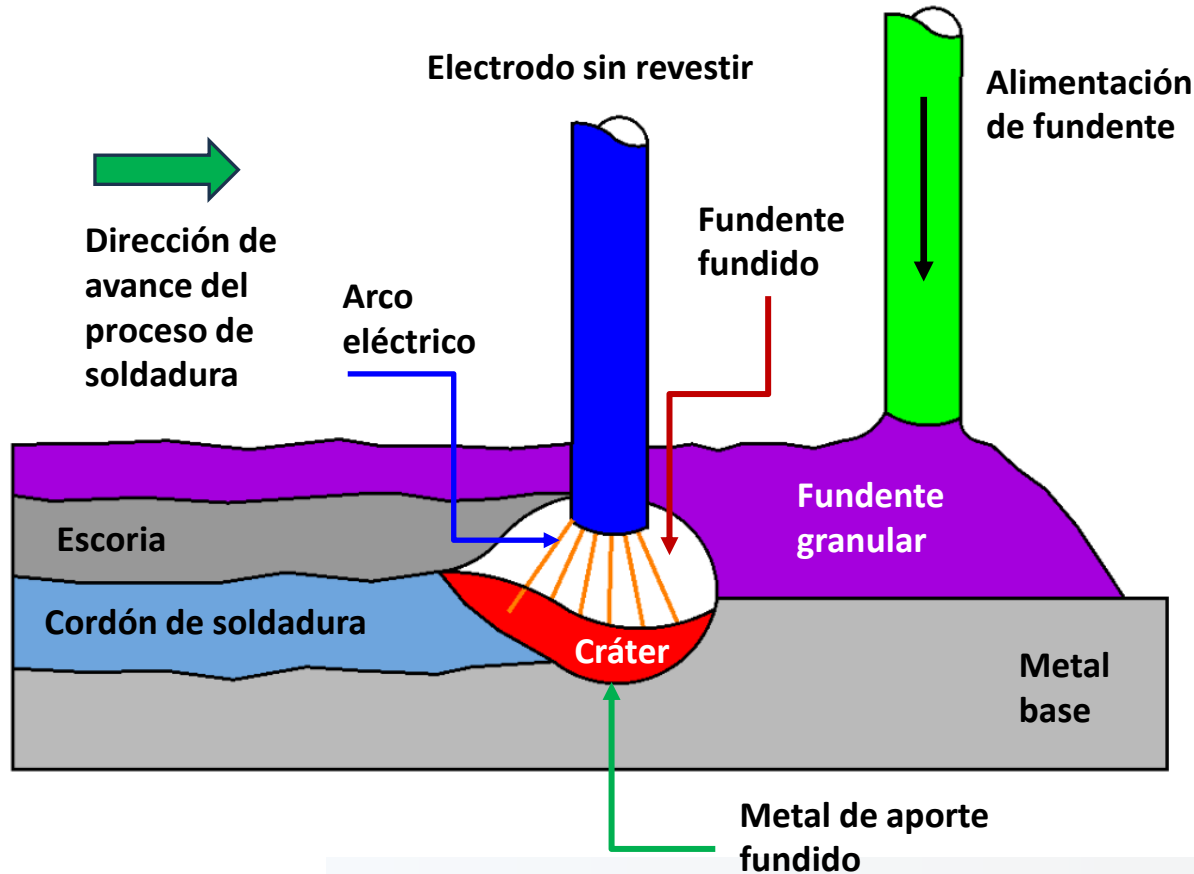
- El fundente se deposita por **gravedad** desde una **tolva**
- Por delante del electrodo en la **dirección de avance** del movimiento



- El **fundente granular** debe sumergir por completo el arco eléctrico
- Los fundentes granulares poseen propiedades metalúrgicas, químicas, físicas y eléctricas **similares** a los revestimientos de electrodos
- El arco eléctrico queda **sumergido** bajo una pila de fundente granular

Soldadura de arco sumergido. SAW

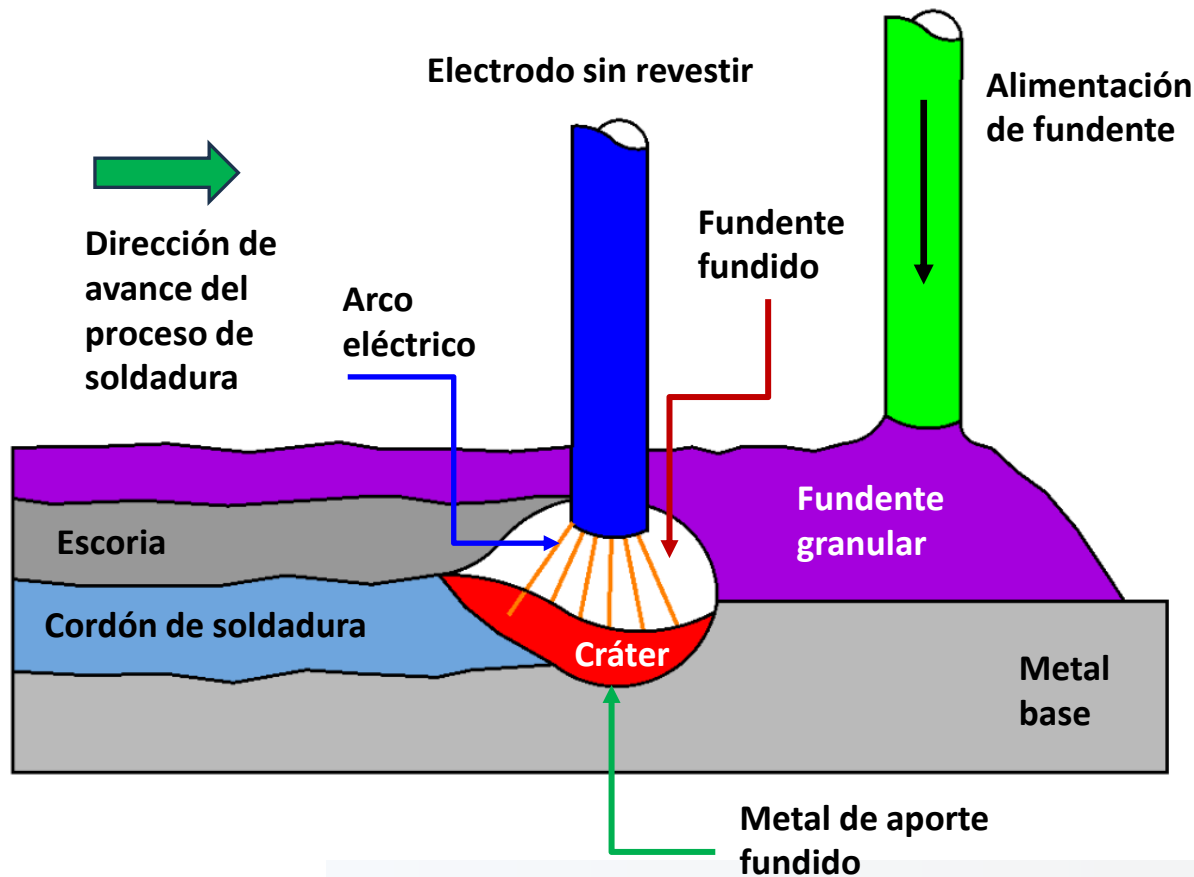
- La **potencia eléctrica** se transmite al alambre electrodo a partir de contactos de cobre cercanos al arco eléctrico
- Todo el equipo se **desplaza** sobre un carro móvil en dirección de avance



- Parte del fundente se funde en una capa de **escoria** superior
- Parte del fundente **estabiliza** el arco eléctrico
- Parte del fundente **aisla** el aire exterior de la zona de soldadura

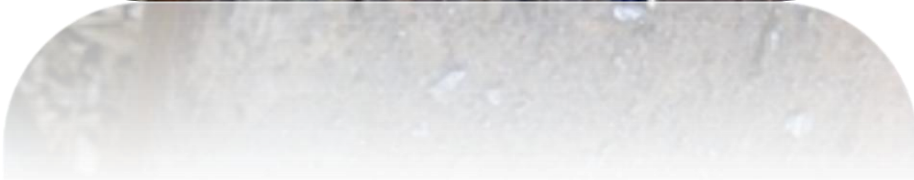
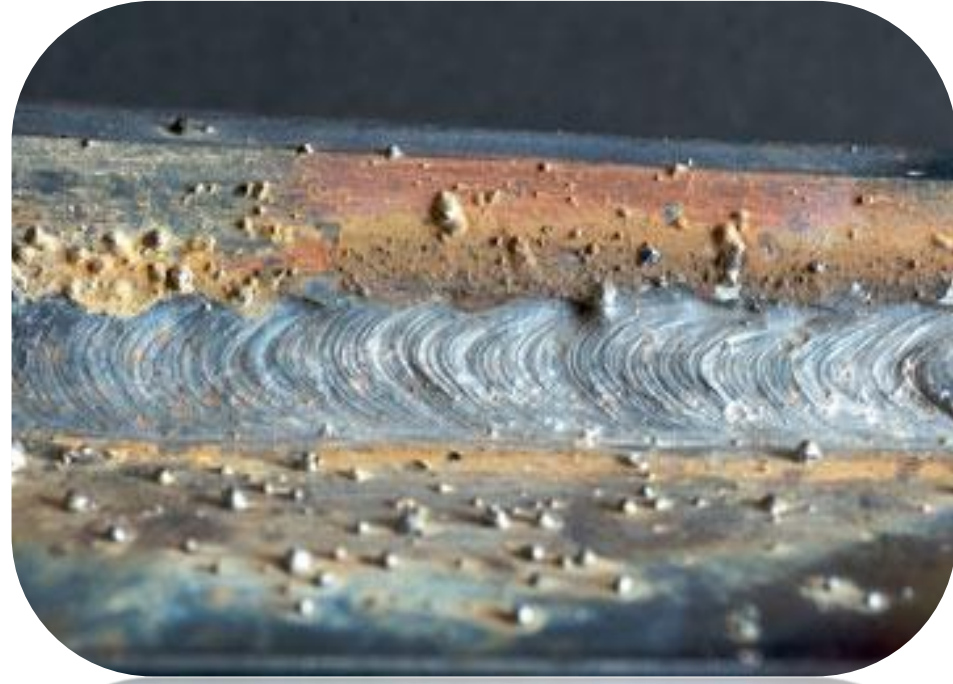
Soldadura de arco sumergido. SAW

- Es un proceso que debe aplicarse en posición **plana u horizontal** en virtud del depósito por gravedad del fundente
- Se utiliza mucho en Taller, con equipos **automáticos o semiautomáticos**



- Se retira la **escoria** por cepillado metálico o martillado
- Se retira para **reutilización** el fundente granular no utilizado
- Requiere corrientes eléctricas **más elevadas** que el proceso SMAW
- Se puede generar una capacidad de depósito más **rápida**

SOLDADURA POR ARCO



SOLDADURA POR ARCO



SOLDADURA POR ARCO



SOLDADURA POR ARCO



SOLDADURA POR ARCO

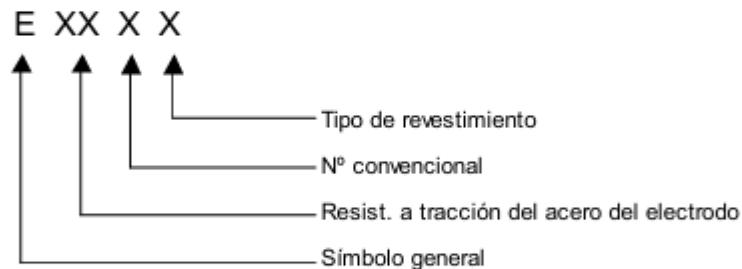


SOLDADURA - ELECTRODOS

ELECTRODOS: TIPOS DE REVESTIMIENTO

TIPO	CONTIENEN	FUSIÓN	PENETRACIÓN	POSICIÓN DE SOLDEO
Ácido (A)	Óxido de hierro	Fácil	Aceptable	Plana
Básico (B)	Carbonatos básicos	Difícil	Aceptable	Todas
Celulósico (C)	Sustancias orgánicas	Fácil	Grande	Todas
Rutilico (R)	Óxido de titanio	Regular	Media	Vert-Techo

DESIGNACIÓN:



Nº convenc.	Alargamiento a la rotura en tracción	Temperat. °C	Resiliencia J
0	--	--	--
1	20	+20	28
2	22	0	28
3	24	-20	28
4	24	-30	28

SOLDADURA - ELECTRODOS

Proceso SMAW	Proceso SAW	Proceso GMAW	Proceso FMAW	Tensión de fluencia mínima MPa	Resistencia a tracción mínima MPa
E60XX			E6XT-X	345	425
	F6XX-EXXX			345	425-550
E70XX		ER70S-X	E7XT-X	415	495
	F7XX-EXXX			415	485-620
E80XX				460	550
	F8XX-EXXX		E8XT	470	550-690
		ER80S		450	550
E100XX				600	690
	F10XX-EXXX			605	690-895
		ER100S		620	690
			E10XT	605	690-830
E110XX				670	760
	F11XX-EXXX			675	760-895
		ER110S		675	760
			E11XT	675	760-860

CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

Pueden clasificarse según distintos criterios:

Según los **Tipos de soldaduras**: ubicación y sección de los cordones utilizados

Según **Posiciones de soldado**: se refiere a la posición relativa del electrodo con respecto a la junta a ejecutar.

Según el **Tipo de juntas**: se refiere a la posición relativa de las chapas o elementos a unir.

CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE FILETE

Soldaduras que es posible encontrar en aplicaciones **estructurales**:

- Sección transversal teórica **triangular**
- Unen **superficies** que se encuentran aproximadamente en ángulos rectos
- Superficies ubicadas **por traslape o intersección** de partes a unir o partes a unir con elementos auxiliares de la unión
- Son **económicas** porque requieren poca preparación de las partes a unir
- Se requiere **menor nivel de habilidad** del operador de los equipos de soldadura

CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

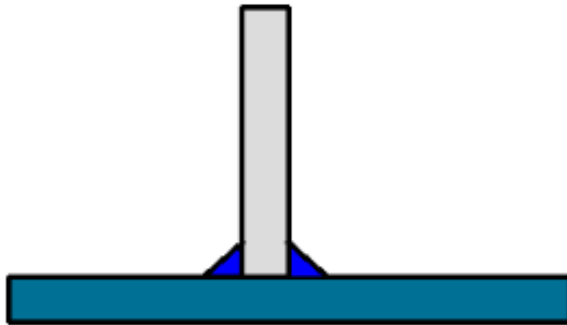
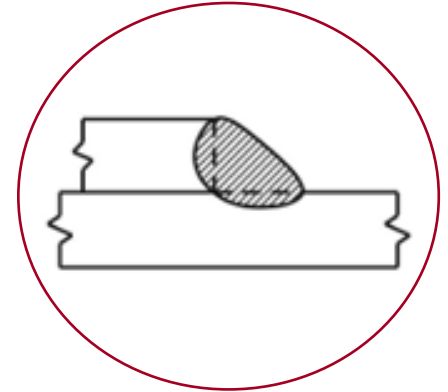
TIPOS DE SOLDADURA

Soldaduras que es posible encontrar en aplicaciones estructurales:

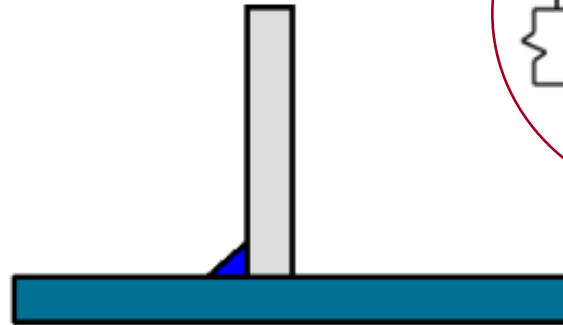
- Soldadura de **filete** (*fillet weld*). Es la más **usual**.
- Soldadura de **ranura** o soldadura de penetración (*groove weld*).
- Soldadura de **tapón** y de **muesca** (*plug and slot weld*).

CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE FILETE



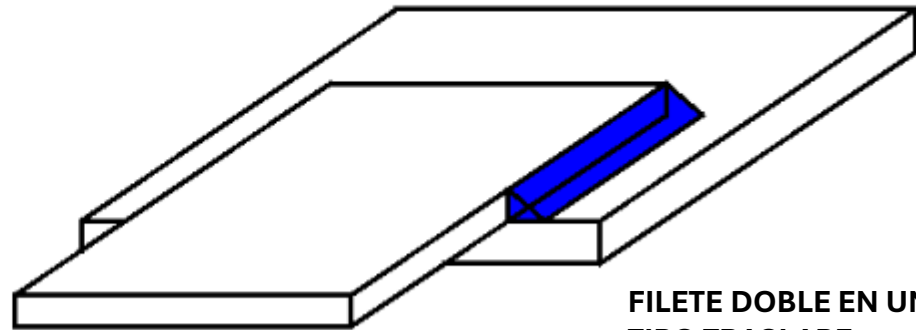
SOLDADURA DE FILETE DOBLE



SOLDADURA DE FILETE SIMPLE



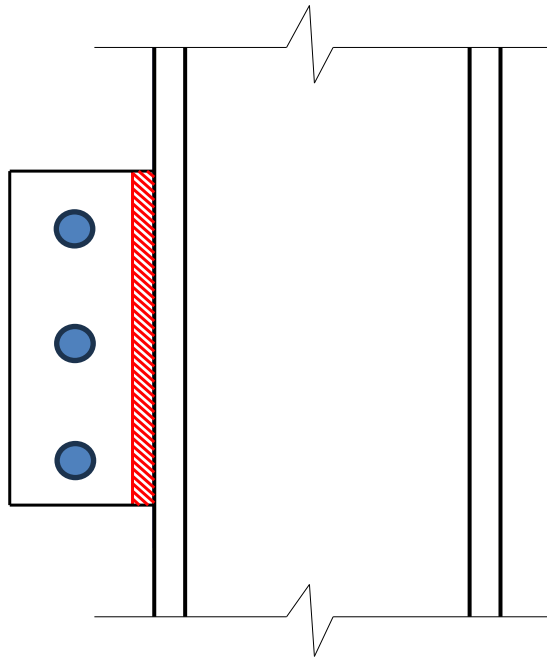
FILETE DOBLE EN UNIÓN TIPO TRASLAPE



FILETE DOBLE EN UNIÓN TIPO TRASLAPE

CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE FILETE



Chapa de soporte sobre cara de columna

EJEMPLOS TÍPICOS

Chapa de **soporte** sobre cara de columna

Perfil L soldado a placa nodal

Chapas de **soporte excéntricas** soldadas sobre alas de columnas

Empalmes de Vigas tipo I

Empalmes planos con cubrejuntas

Vigas armadas tipo **cajón**

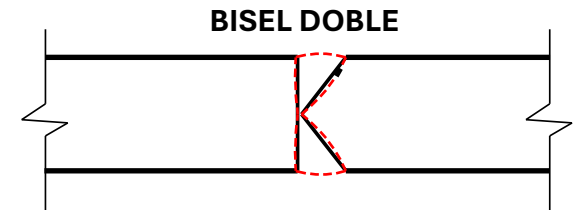
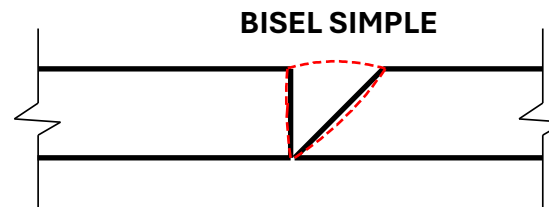
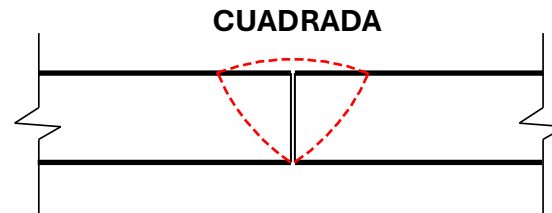
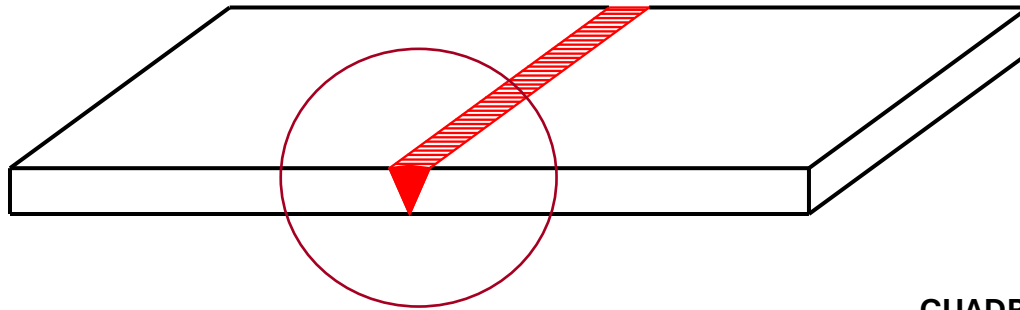
CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE RANURA O DE PENETRACIÓN

- Unión de elementos estructurales que están en el **mismo plano**.
- Si se diseña para tener una capacidad de transmisión de fuerzas mayor que la carga total de los elementos estructurales unidos, se denomina soldadura de **penetración completa**.
- Si la soldadura no incluye todo el espesor de las piezas estructurales conectadas, se denomina soldadura de **penetración parcial**.
- También puede ser utilizada para unir chapas o elementos estructurales que se encuentren dispuestos en forma **perpendicular**.

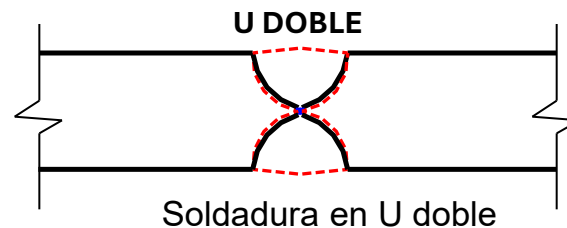
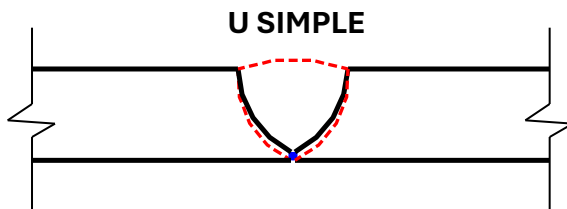
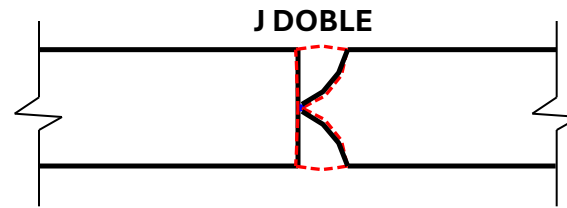
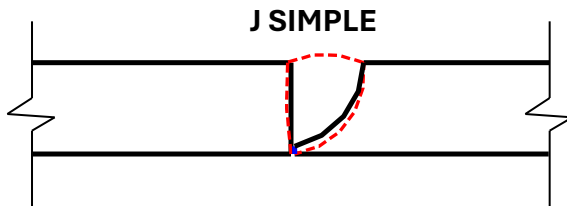
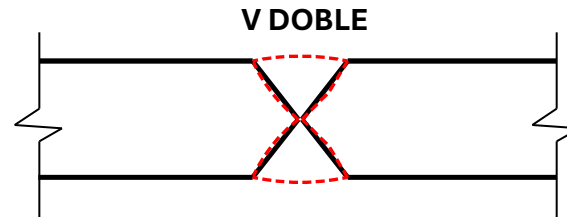
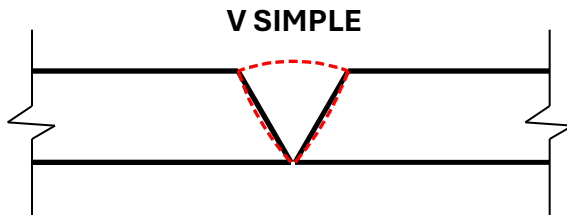
CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE RANURA O DE PENETRACIÓN



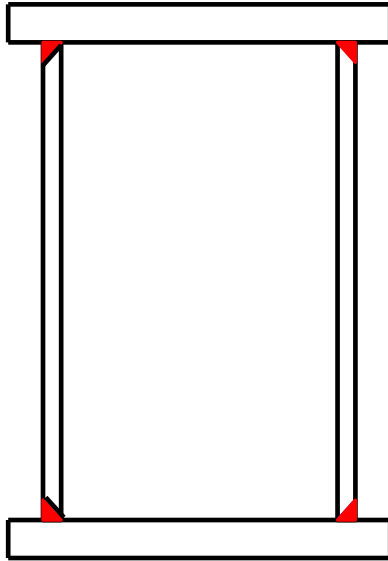
CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE RANURA O DE PENETRACIÓN



CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE FILETE



Viga
armada
tipo cajón

EJEMPLOS TÍPICOS

Unión **viga-columna** con soldadura de ranura en alas de viga. Conexiones resistentes a a Momentos

Empalme de **planchuelas**

Empalmes de **viga** en alas

Empalmes de **columnas** en alas. Columnas de igual sección transversal

Vigas **armadas** tipo I

Vigas **armadas** tipo cajón

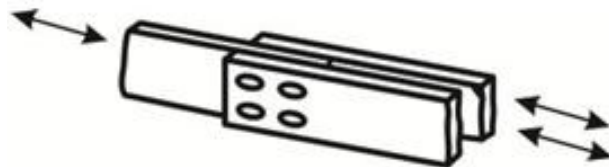
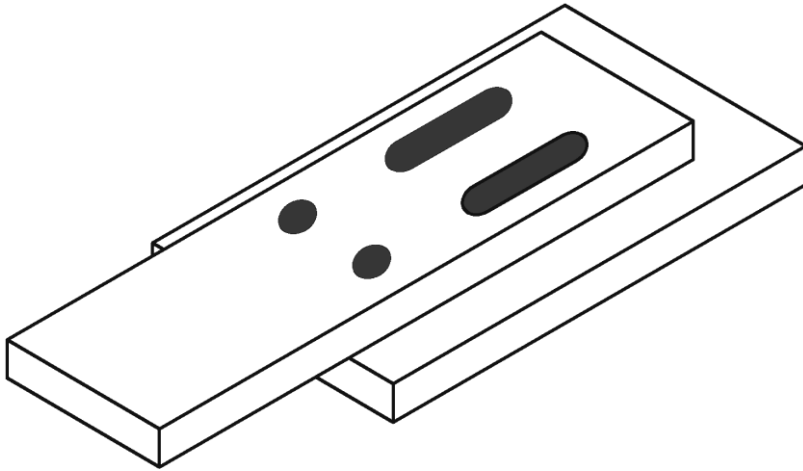
CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE TAPÓN Y MUESCA

- Se usa para unir dos chapas o **elementos traslapados** mediante aporte de material depositado en una perforación de sección circular (soldadura tipo **tapón**) o alargada en una dirección (soldadura tipo **muesca**).
- Se emplea usualmente en **combinación** con otro tipo de soldadura, especialmente cuando la geometría de la conexión limita la longitud de los cordones de soldadura de filete o de soldadura de ranura.
- También se pueden emplear para **prevenir** el pandeo de chapas que se vinculan entre sí o la separación de las mismas por **cualquier** motivo

CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE SOLDADURA – SOLDADURAS DE TAPÓN Y MUESCA



CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

POSICIONES DE SOLDADO

Soldaduras que es posible encontrar en aplicaciones estructurales:

- Soldadura **plana** o bajo mano. Posición más favorable para soldar
- Soldadura **horizontal**
- Soldadura **vertical**
- Soldadura **sobre cabeza**. Posición muy desfavorable en algunos casos

CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

POSICIONES DE SOLDADO

- Influyen en forma **directa** sobre el proceso de fabricación y montaje
- Debe ser debidamente contemplado en el proceso de **detallado estructural**
- En lo posible se deben **evitar** las posiciones desfavorables
- Se recomiendan las **soldaduras planas y las horizontales** preferentemente
- Las posiciones verticales y de cabeza reducen el **espesor nominal** de los cordones de soldadura depositados

CLASIFICACIÓN DE LAS SOLDADURAS

TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS

Los tipos de juntas que es posible encontrar en aplicaciones estructurales:

- **Traslapadas** o yuxtapuestas. Fácil ejecución. No requieren preparación previa. Aceptan **filete, tapón o muescas**
- **Juntas a tope**. Generalmente con **soldadura de ranura**. Requieren preparación previa de los extremos a conectar
- **Junta en T**. Placas superficiales dispuestas de manera perpendicular. Filete en uno o ambos laterales o penetración total o parcial.
- **Junta en esquina**. Filete o penetración parcial o total
- **Juntas de borde**. En general no son estructurales.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

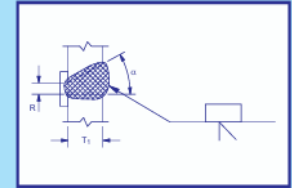
J.2. SOLDADURA

Serán de aplicación todas las especificaciones del **Reglamento CIRSOC 304-2007** excepto las referidas a uniones de tubos, fuera del alcance de este Reglamento, y las siguientes especificaciones de este Reglamento **CIRSOC 301-2018** que reemplazan a las correspondientes del **Reglamento CIRSOC 304-2007**:

- (1) Sección **J.1.5.** y **J.1.6.** del Capítulo **J** en lugar de la Sección **5.17.** del **Reglamento CIRSOC 304-2007.**
- (2) Sección **J.2.2(a).** del Capítulo **J** en lugar de la Sección **2.3.2.** del **Reglamento CIRSOC 304-2007.**
- (3) Tabla **J.2-2.** del Capítulo **J** en lugar de la Tabla **2.1.** **Reglamento CIRSOC 304-2007.**
- (4) Tabla **J.2-5.** del Capítulo **J** en lugar de la Tabla **2.3.** **Reglamento CIRSOC 304-2007.**
- (5) Tabla **A-3.1.** del **Apéndice 3** en lugar de la Tabla **2.5.** del **Reglamento CIRSOC 304-2007.**
- (6) Sección **B.3.11.** y **Apéndice 3** en lugar de la Parte **C**, Sección **2** del **Reglamento CIRSOC 304-2007.**
- (7) Sección **M.2.2.** del Capítulo **M** en lugar de la Secciones **5.15.4.3.** y **5.15.4.4.** del **Reglamento CIRSOC 304-2007.**

Reglamento CIRSOC 304
Ministerio de Planificación Federal,
Inversión Pública y Servicios
Secretaría de Obras Públicas de la Nación

INTI  CIRSOC
Instituto Nacional de
Tecnología Industrial Centro de Investigación de los
Reglamentos Nacionales de
Seguridad para las Obras Civiles



**REGLAMENTO ARGENTINO
PARA LA SOLDADURA
DE ESTRUCTURAS EN
ACERO**

Julio 2007

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

J.2.2. Soldadura de filete

J.2.2(a). Area efectiva

El **área efectiva de una soldadura de filete** será definida de acuerdo con lo especificado en la Sección **2.3.2.8.** y **2.3.3.** del **Reglamento CIRSOC 304-2007** (ver la Figura **J.2.3.**).

El área efectiva será el producto de la **longitud efectiva del filete por el espesor efectivo de garganta**. La tensión en el filete será considerada actuando en el área efectiva, para cualquier dirección de la fuerza aplicada.

La **longitud efectiva del filete** será la longitud total del filete de dimensiones uniformes, incluidos los retornos. En un filete curvo la longitud efectiva deberá ser medida a lo largo de línea central de la garganta efectiva.

El **espesor efectivo de garganta de una soldadura de filete** será la distancia más corta entre la raíz y la cara del filete en una representación esquemática de la sección transversal de la soldadura, excepto en el caso de soldaduras de filete ejecutadas por el proceso de arco sumergido, en que el espesor efectivo de garganta será considerado igual al lado del triángulo para soldaduras de filete menores o iguales a **9 mm** e igual a la garganta teórica más **3 mm** para soldaduras de filete mayores a **9 mm**.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES

REGLAMENTARIAS

CIRSOC

301_2018_Cap. J

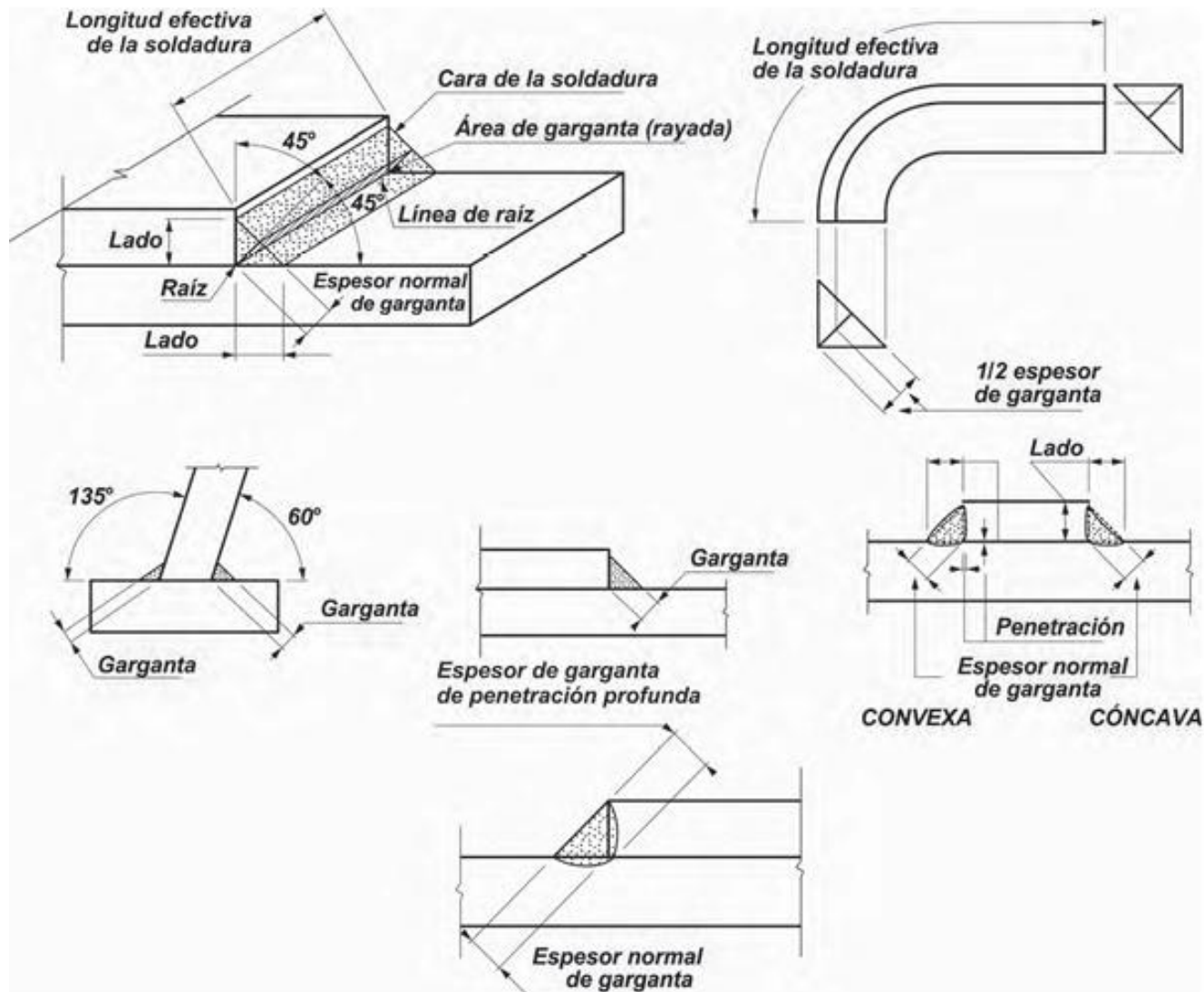


Figura J.2.3. Nomenclatura de soldaduras de filete.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

Tabla 2.1. Mínimo tamaño de cateto en soldadura de filete compatible con los espesores de elementos o partes estructurales a ser soldadas

Esesor de material base (T) ⁽¹⁾ mm	Cateto mínimo (E) ⁽²⁾ mm
$T \leq 6$	3 ⁽³⁾
$6 < T \leq 12$	5
$12 < T \leq 20$	6
$20 < T$	8
<p>(1) Para procesos de no bajo hidrógeno, sin precalentamiento calculado, T es el espesor de la parte más gruesa a ser soldada. Se debe utilizar soldadura de una sola pasada. Para procesos de no bajo hidrógeno pero con cálculo de precalentamiento o procesos de bajo hidrógeno, T es igual a la parte más fina a ser soldada.</p> <p>(2) No debe exceder el espesor de la parte más delgada a ser soldada.</p> <p>(3) Cateto mínimo para estructuras cargadas cíclicamente, 5 mm.</p>	

CIRSOC 304_2007

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

2.3.2.8. Máximo tamaño o cateto en juntas de solape o empalme por yuxtaposición

El máximo tamaño o cateto de una soldadura de filete en una junta de solape deberá ser:

- (1) igual al espesor del metal base cuando el mismo sea menor que **6 mm**, tal como se indica en la Figura 2.3., Detalle A.
- (2) **2 mm** menor que el espesor del metal base, como mínimo, cuando el mismo sea mayor o igual a **6 mm**, tal como se indica en la Figura 2.3., Detalle B.

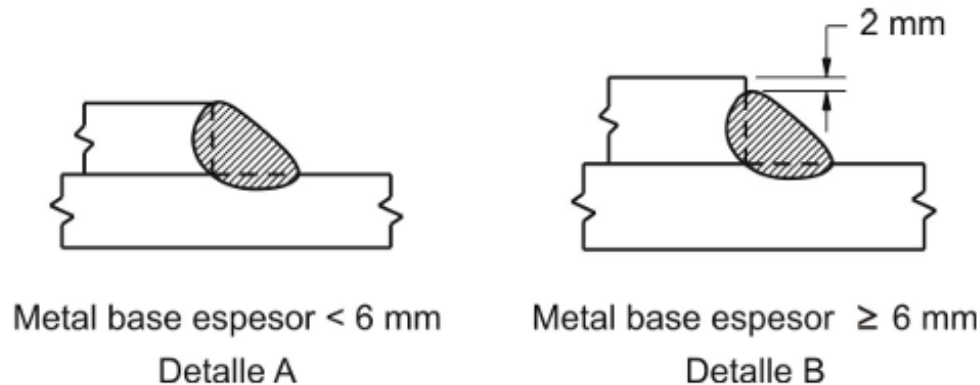


Figura 2.3. Filete en junta de solape.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

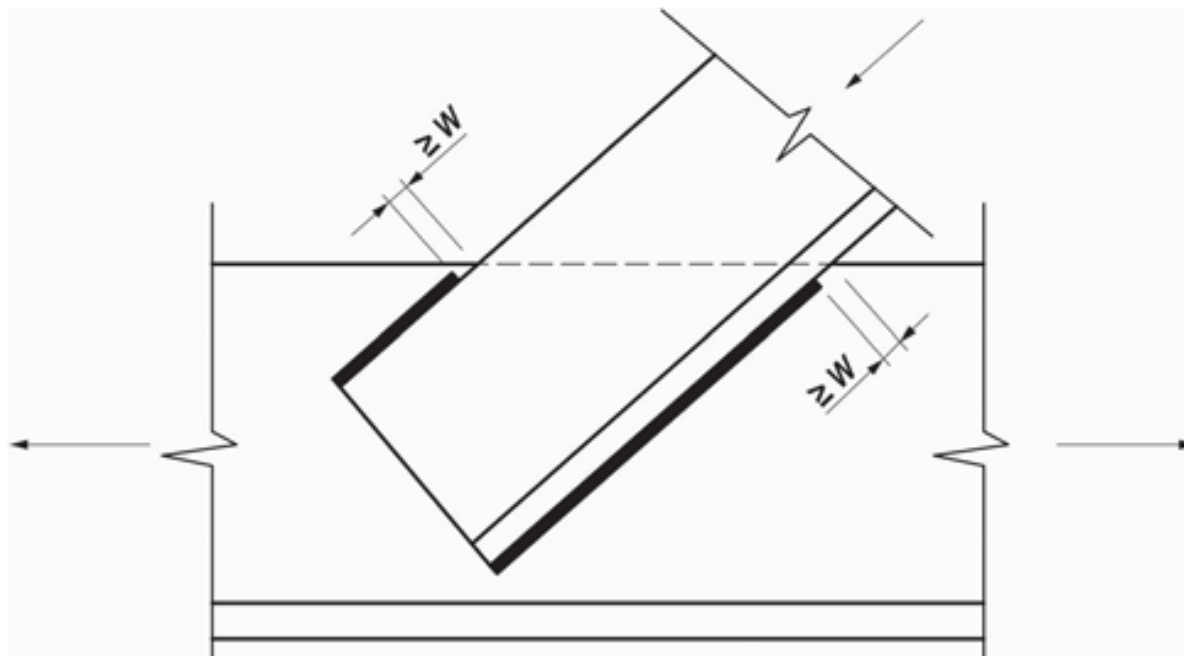


Figura J.2.4. Soldaduras de filete cercanas a bordes traccionados.

SOLDADURAS DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

- (2) Para uniones y elementos estructurales tales como ménsulas, apoyos de vigas, o chapas extremas en uniones simples que están solicitados a fuerzas cíclicas (fatiga) normales al plano y/o momentos de frecuencia e intensidad que puedan tender a iniciar una falla progresiva desde el punto de máxima tensión en el extremo de la soldadura, los filetes serán retornados alrededor de la esquina en una distancia mayor o igual que **2 veces el lado nominal del filete o el ancho del elemento**, lo que sea menor. (ver la Figura J.2.5.).

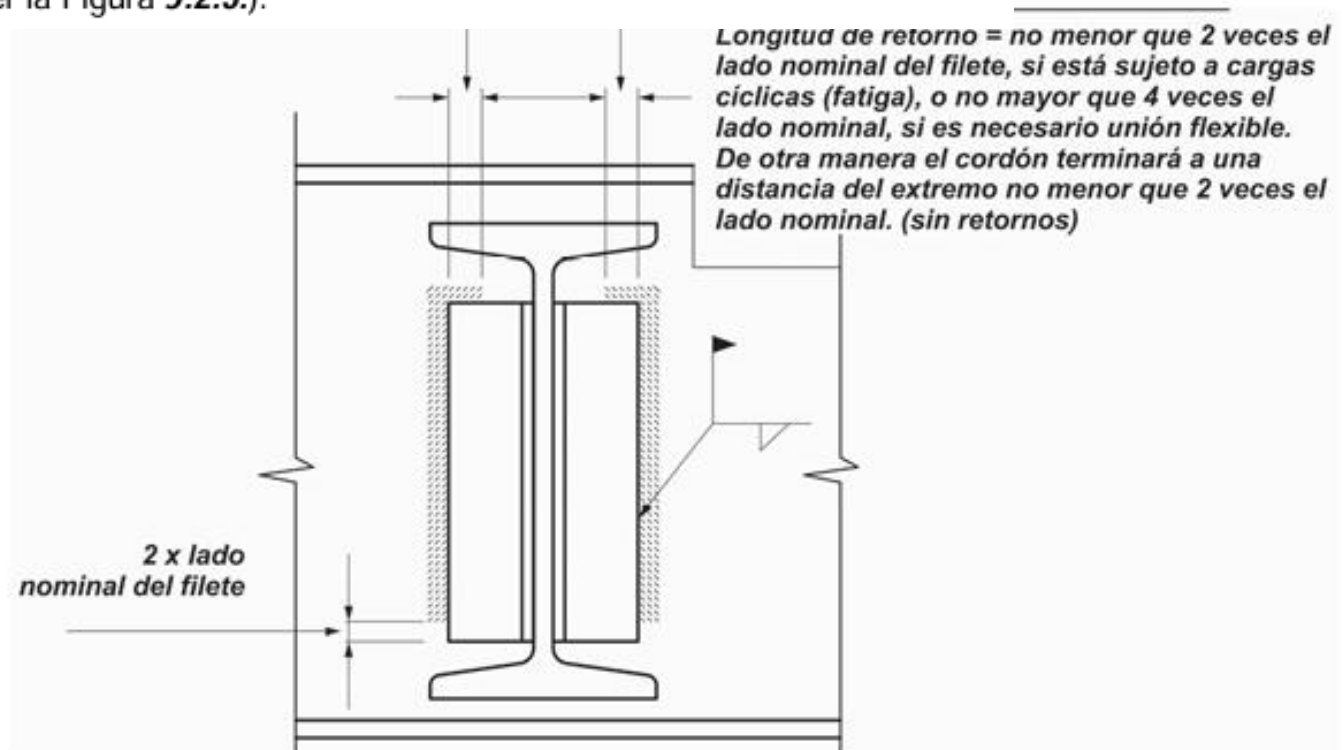


Figura J.2.5. Retornos.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES

REGLAMENTARIAS

CIRSOC

301_2018_Cap. J

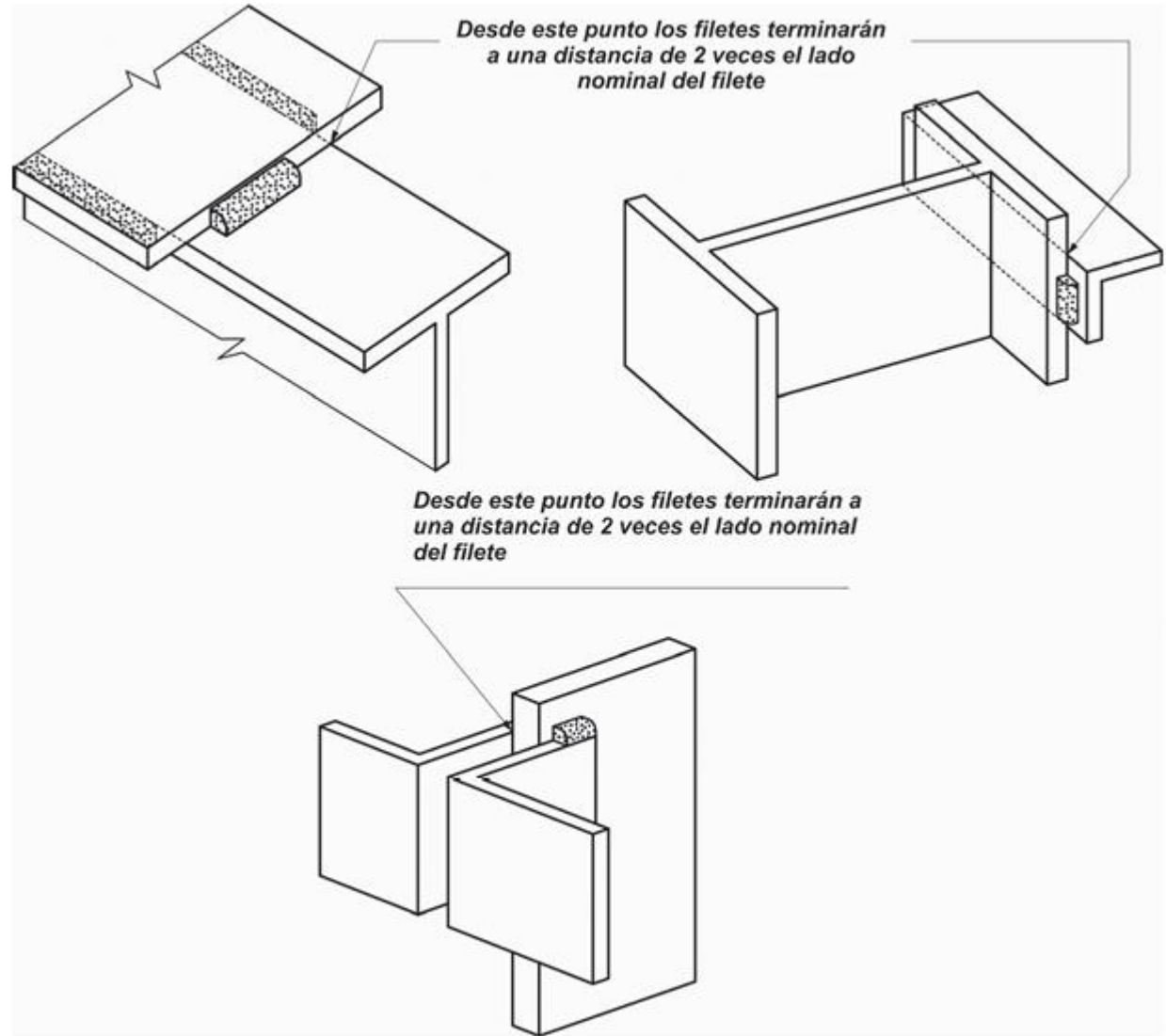


Figura J.2.6. Soldaduras de filete en lados opuestos de un plano común.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

J.2.1. Soldadura a tope

Para nomenclatura, ver la Figura *J.2.1.*

J.2.1(a). Área efectiva

El **área efectiva de la soldadura a tope** será determinada como el producto de la longitud efectiva de la soldadura por el espesor efectivo de garganta.

La **longitud efectiva de la soldadura a tope** será el ancho de la parte unida.

El **espesor efectivo de garganta de una soldadura a tope** con penetración **completa** será el espesor de la parte unida más delgada.

El **espesor efectivo de garganta de una soldadura a tope** con penetración **parcial** será el indicado en la Tabla *J.2.1.*

El **tamaño** de una **soldadura a tope de penetración parcial** depende del proceso utilizado y de la posición de soldado. En los planos se debe indicar el espesor efectivo de garganta o la resistencia de la soldadura y el fabricante debe detallar la junta en base al proceso de soldadura y a la posición de soldado a utilizar.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES

REGLAMENTARIAS –

CIRSOC 301_2018_Cap. J

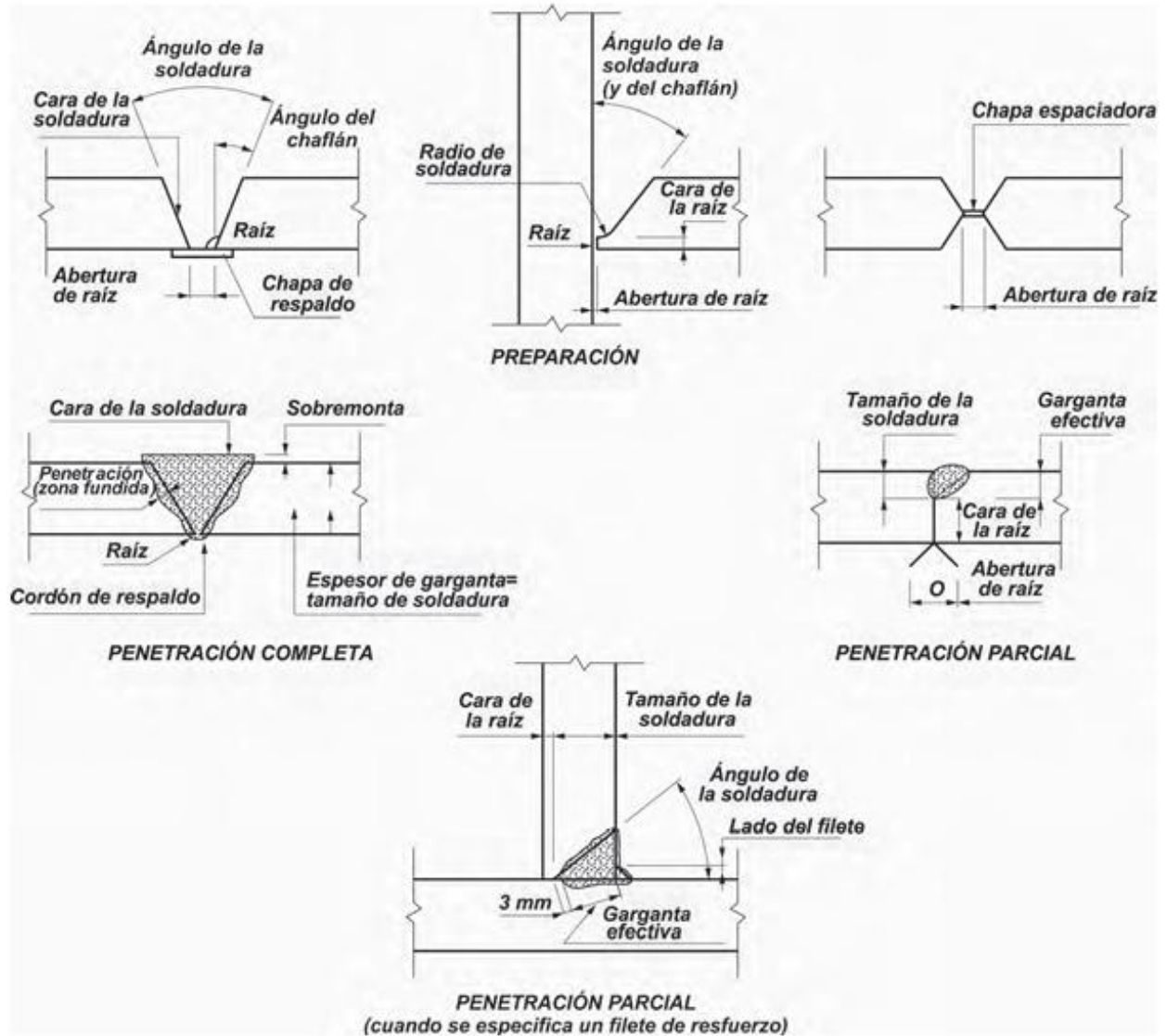


Figura J.2.1. Nomenclatura de soldadura a tope.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

Tabla J.2.1. Espesor de garganta efectivo de soldaduras a tope de penetración parcial

Proceso de soldadura	Posición de soldado F (plano) H (horizontal) V (vertical) OH (sobre cabeza)	Preparación de la junta	Espesor de garganta efectivo
<ul style="list-style-type: none"> Arco c/ electrodo metálico protegido Arco c/ electrodo metálico bajo protección gaseosa Arco con núcleo fundente 	Todas	Juntas en U ó J Junta en V $\geq 60^\circ$	Altura del chaflán
<ul style="list-style-type: none"> Arco sumergido 	F	Juntas en U ó J Bisel o Junta en V $\geq 60^\circ$	
<ul style="list-style-type: none"> Arco c/ electrodo metálico bajo protección gaseosa Arco con núcleo fundente 	F, H	Bisel $\geq 45^\circ$	
<ul style="list-style-type: none"> Arco c/ electrodo metálico protegido 	Todas	Bisel $\geq 45^\circ$	
<ul style="list-style-type: none"> Arco c/ electrodo metálico bajo protección gaseosa Arco con núcleo fundente 	V, OH	Bisel $\geq 45^\circ$	Altura del chaflán menos de 3 mm

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

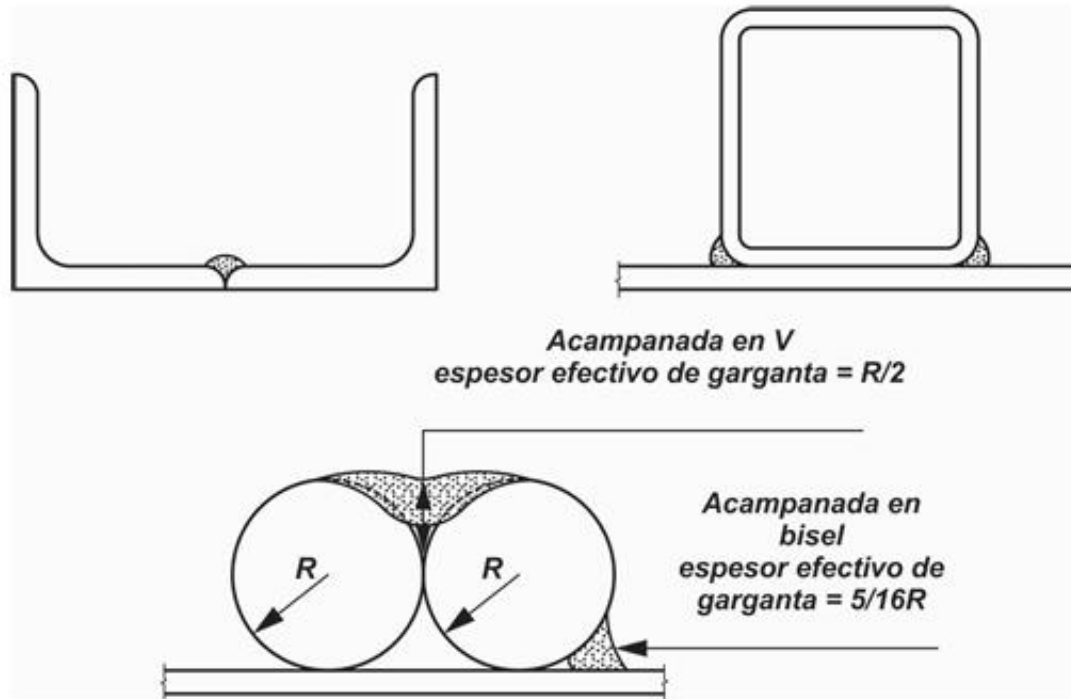


Figura J.2.2. Nomenclatura de soldaduras a tope acampanadas.

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

Tabla J.2.2. Espesores de garganta efectivo de soldaduras a tope acampanadas

Tipo de soldadura	Acampanada en bisel ^(a)	Acampanada en V
<ul style="list-style-type: none"> Arco con electrodo metálico bajo protección gaseosa Arco con núcleo fundente bajo protección gaseosa 	$5/8 R$	$3/4 R$
<ul style="list-style-type: none"> Arco con electrodo metálico protegido Arco con núcleo fundente auto-protegido 	$5/16 R$	$5/8 R$
<ul style="list-style-type: none"> Arco sumergido 	$5/16 R$	$1/2R$
<p>(a) Para acampanadas en bisel con $R < 10mm$ se usará únicamente una soldadura de filete de refuerzo sobre la junta enrasada</p> <p>Nota general: R es el radio de la barra (circular) o de plegado.</p>		

SOLDADURAS

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS – CIRSOC 301_2018_Cap. J

J.2.1(b). Limitaciones

El **espesor de garganta efectivo mínimo** de una soldadura a tope con penetración parcial será **mayor o igual que el requerido por resistencia** o el indicado en la Tabla J.2.3. El tamaño de la soldadura estará determinado por el **mayor** espesor de las dos partes unidas. Sin embargo, el tamaño de la soldadura será **menor o igual que el espesor de la parte unida más delgada**.

Tabla J.2.3. Espesor de garganta efectivo mínimo de soldadura a tope de penetración parcial

Espesor del material unido mas grueso ^(b) (mm)	Espesor mínimo de garganta efectiva ^(a) (mm)
hasta 6	3
más de 6 hasta 13	5
más de 13 hasta 19	6
más de 19 hasta 38	8
más de 38 hasta 57	10
más de 57 hasta 150	13
más de 150	16

(a) Ver la Sección J.2.
 (b) Como alternativa, si se define en el proyecto el **tipo de electrodo y/o el precalentamiento** a utilizar, se podrá aplicar lo establecido en la Tabla 3.4. del Reglamento CIRSOC 304-2007

SOLDADURAS – RESISTENCIAS DE DISEÑO

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS CIRSOC 301_2018_Cap. J

SOLDADURAS A TOPE DE PENETRACIÓN PARCIAL Y SOLDADURAS A TOPE ACAMPANADAS				
Tracción perpendicular al área efectiva	Base	0,75	F_u	Ver J.4
	Electrodo	0,60	$0,60 F_{EXX}$	Ver J.2.1a
Compresión Columna a base de apoyo y em- palmes de co- lumnas proyecta- das por la Sección J.1.4(a)	No se necesita considerar la tensión de compresión en el proyecto de las soldaduras que unen las partes			
Compresión Uniones de miem- bros portantes que no sean columnas, proyectados por la Sección J.1.4(b)	Base	0,90	F_y	Ver J.4.
	Electrodo	0,65	$0,60 F_{EXX}$	Ver J.2.1a
Compresión Uniones de miem- bros no portantes	Base	0,90	F_y	Ver J.4.
	Electrodo	0,65	$0,90 F_{EXX}$	Ver J.2.1a
Tracción o compresión paralelos al eje de la soldadura	La tracción o compresión en las partes unidas, paralela al eje de la soldadura, no necesita ser considerada en el dimensionado de la unión soldada			
Corte en el área efectiva	Base	Gobernado por la Sección J.4.		
	Electrodo	0,60	$0,60 F_{EXX}$	J.2.1a

Se permite usar metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el del metal de aporte compatible con el metal base.

SOLDADURAS – RESISTENCIAS DE DISEÑO

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS CIRSOC 301_2018_Cap. J

Tabla J.2.5. (continuación), Resistencia de diseño de uniones soldadas según el tipo de soldadura

Tipo de fuerza y dirección ^(a)	Material crítico	Factor de resistencia ϕ	Resistencia nominal F_{nBM} o F_{nW}	Área efectiva A_{BM} o A_{we}	Nivel de resistencia requerida del material de aporte ^{(b) (c)}
SOLDADURAS DE FILETE					
Corte en el área efectiva	Base	Gobernado por la Sección J.4			Se permite usar metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el del metal de aporte compatible.
	Electrodo	0,60	0,6 F_{EXX}	Ver J.2.2a	
Tracción o compresión paralela al eje de la soldadura	La tracción o compresión en las partes unidas, paralela al eje de la soldadura, no necesita ser considerada en el dimensionado de la unión soldada.				
SOLDADURAS DE TAPÓN Y DE MUESCA					
Corte paralelo a la superficie de emplame (en el área efectiva)	Base	Gobernado por la Sección J.4.			Se permite usar metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el del metal de aporte compatible.
	Electrodo	0,60	0,60 F_{EXX}	Ver J.2.1a	

SOLDADURAS – RESISTENCIAS DE DISEÑO

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS CIRSOC 301_2018_Cap. J

Tabla J.2.5. Resistencia de diseño de uniones soldadas según el tipo de soldadura

Tipo de fuerza y dirección ^(a)	Material crítico	Factor de resistencia ϕ	Resistencia nominal F_{nBM} o F_{nw}	Área efectiva A_{BM} o A_{we}	Nivel de resistencia requerida del material de aporte ^{(b) (c)}
SOLDADURAS A TOPE DE PENETRACIÓN COMPLETA					
Tracción perpendicular al área efectiva	Base	0,9	F_y	A_{BM}	Se debe usar metal de aporte compatible con metal base. Para requerimientos de Ensayo Charpy ver ^(d)
Compresión perpendicular al área efectiva	Base	0,9	F_y	A_{BM}	Se debe usar metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el del metal de aporte compatible con el metal base.
Tracción o compresión paralela al eje de la soldadura	Base	0,9	F_y	A_{BM}	Se permite usar metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el del metal de aporte compatible con el metal base.
	La tracción o compresión en las partes unidas, paralela al eje de la soldadura, no necesita ser considerada en el dimensionado de la unión soldada				
Corte en el área efectiva	Base	0,90	0,60 F_y	A_{BM}	Se debe usar metal de aporte compatible con el metal base. ^(e)
	Electrodo	0,60	0,60 F_{EXX}	A_w	

SOLDADURAS – RESISTENCIAS DE DISEÑO

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS CIRSOC 301_2018_Cap. J

$$RD1: \Phi \times F_{BM} \times A_{BM} \times (10^{-1})$$

SE ADOPTA EL MENOR VALOR

$$RD2: \Phi \times F_W \times A_W \times (10^{-1})$$

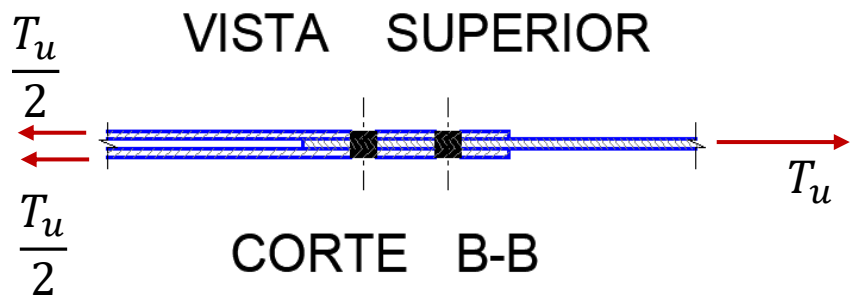
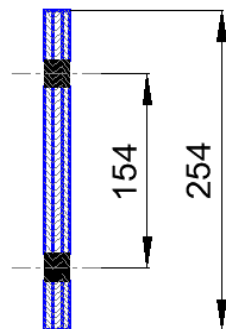
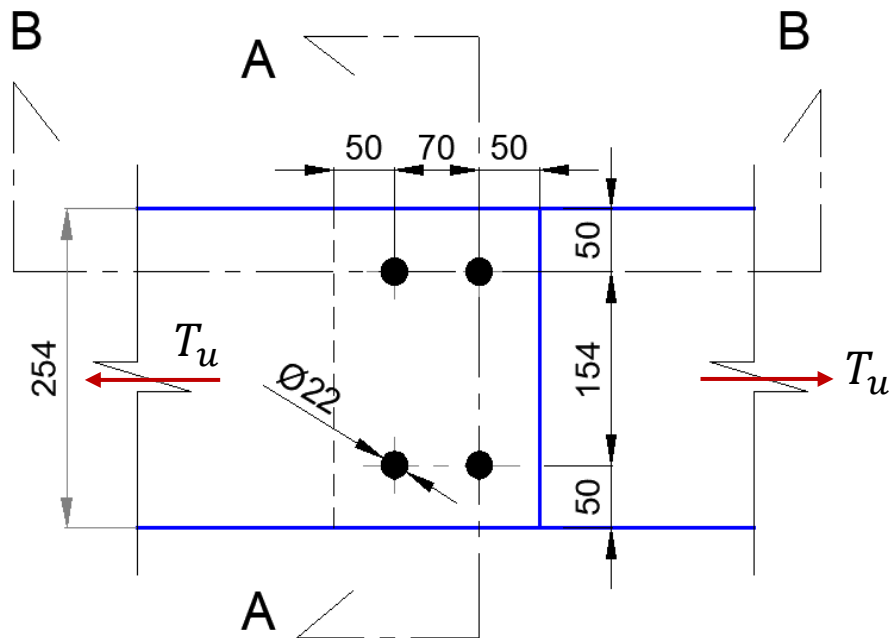
Donde:

Φ	Factor de Resistencia
F_{BM}	Resistencia nominal del material base
A_{BM}	Área de la sección transversal del material base
F_W	Resistencia nominal del material del electrodo
A_W	Área de la sección efectiva de la soldadura

CONEXIONES ABULONADAS

Ejemplos de aplicación





CORTE A-A

EJEMPLO 1. Diseño de empalme de planchuelas en tracción

Características generales de la conexión

Tipo de conexión: Empalme de planchuelas en tracción

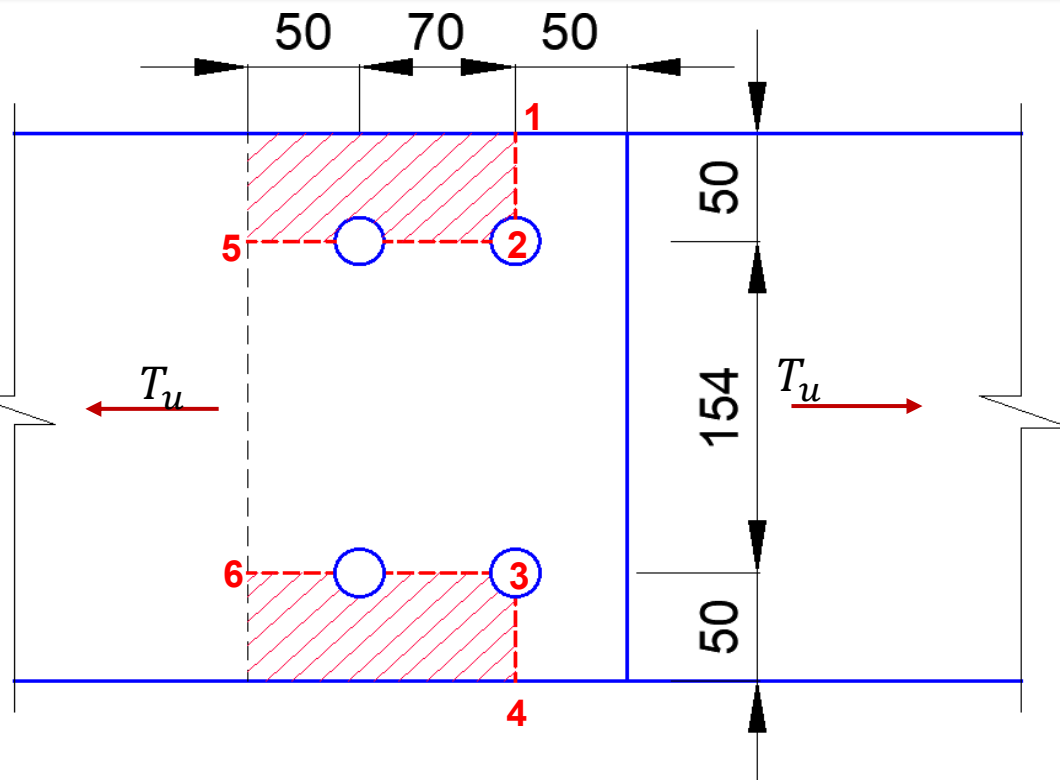
Junta: abulonada del tipo APLASTAMIENTO

Pernos a utilizar: **A325M20-N**

Filas de pernos: 2

Tipo de agujeros: Standard

Resistencia requerida: $T_u = 350 \text{ kN}$



BLOQUE DE CORTE

EJEMPLO 1. Diseño de empalme de planchuelas en tracción

Características generales de la conexión

Tipo de conexión: Empalme de planchuelas en tracción

Junta: abulonada del tipo APLASTAMIENTO

Pernos a utilizar: **A325M20-N**

Filas de pernos: 2

Tipo de agujeros: Standard

EJEMPLO 2. Conexión tensor bajo viga principal perfil W

Características generales de la conexión

Tipo de conexión: Tensor con pieza auxiliar WT

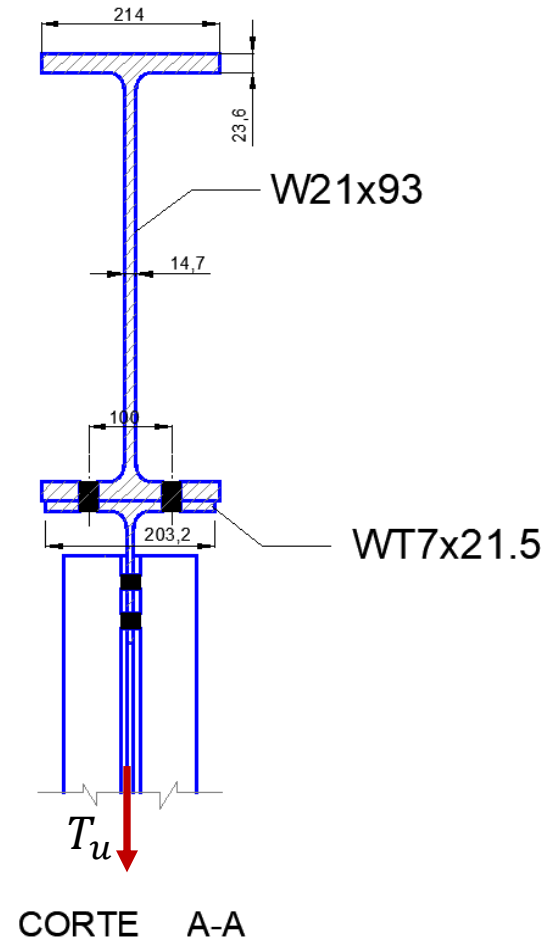
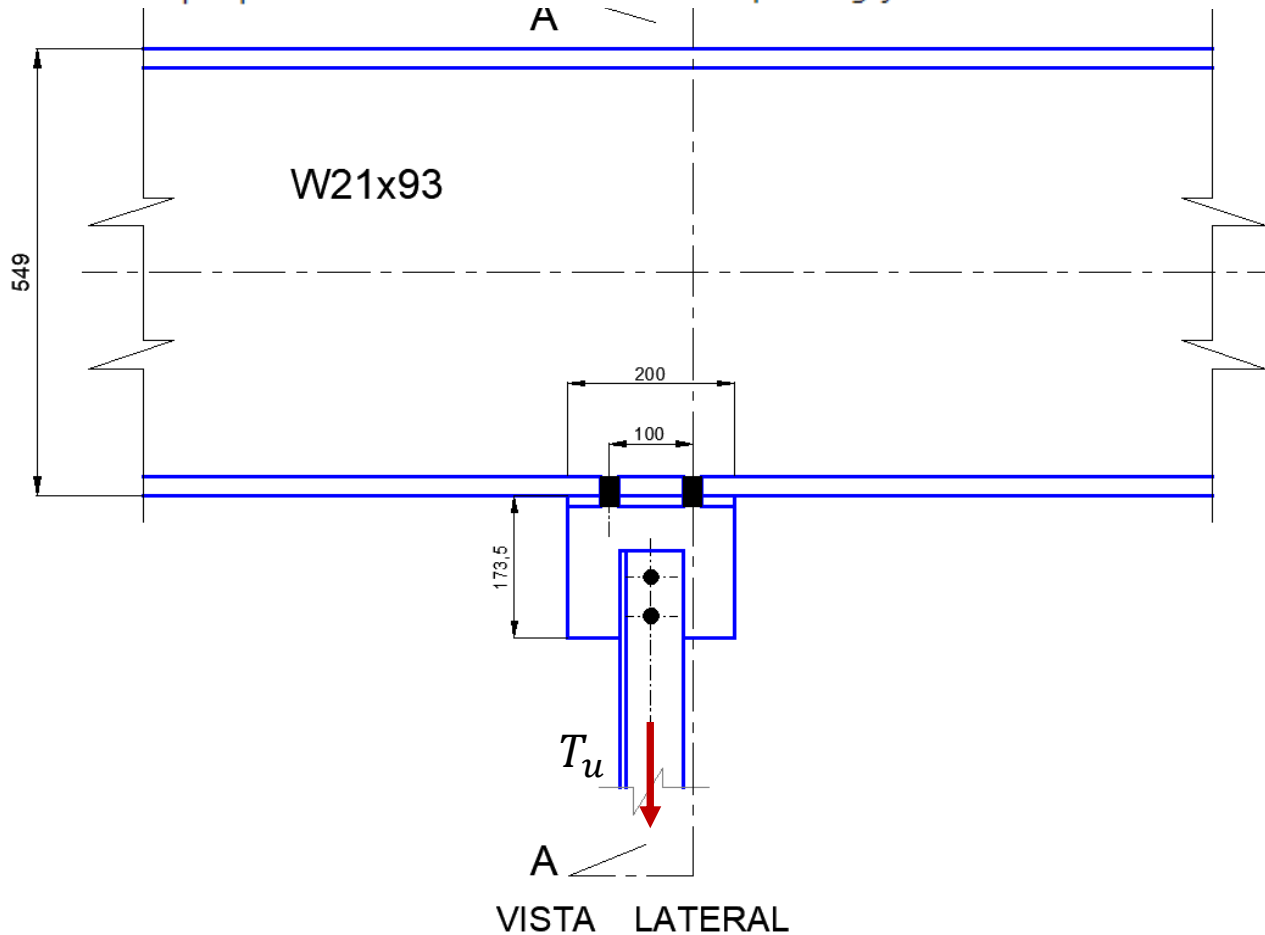
Filas de pernos: 2

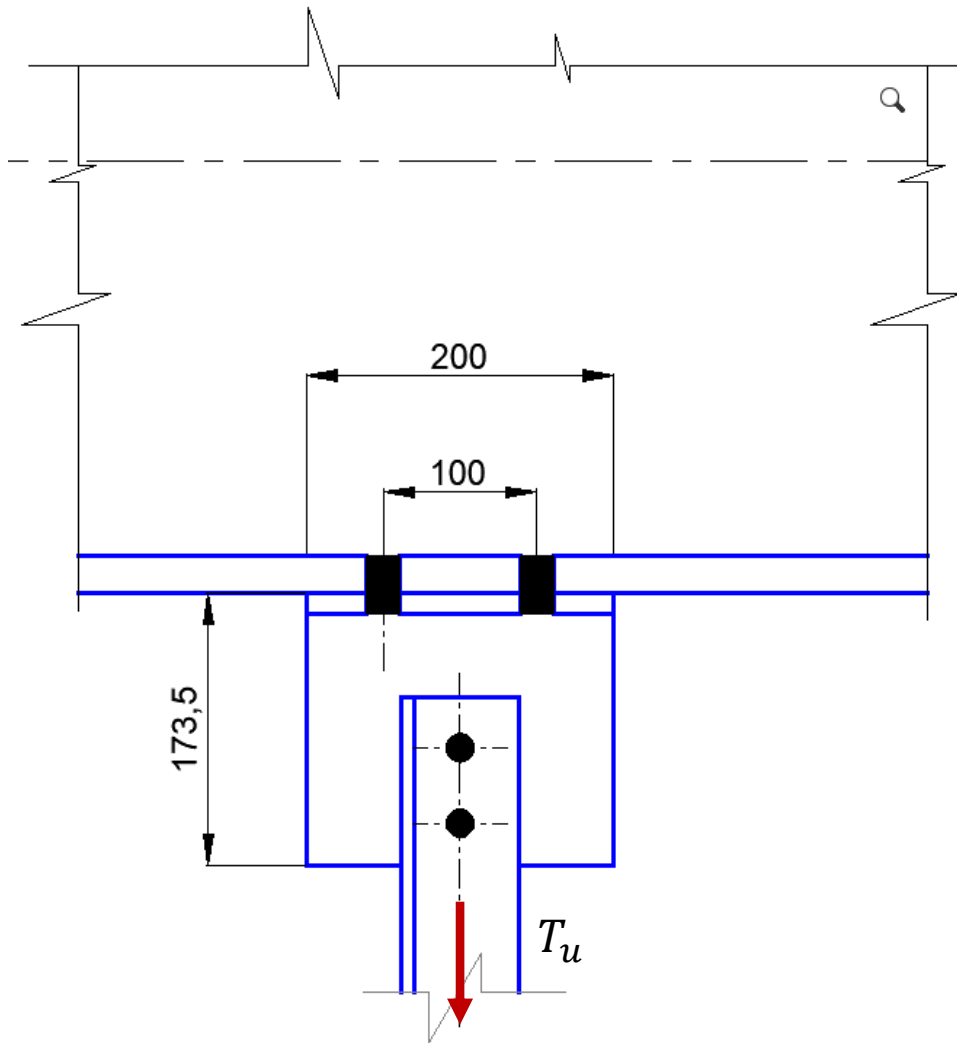
Junta 1: abulonada en tracción

Cantidad total de pernos: 4

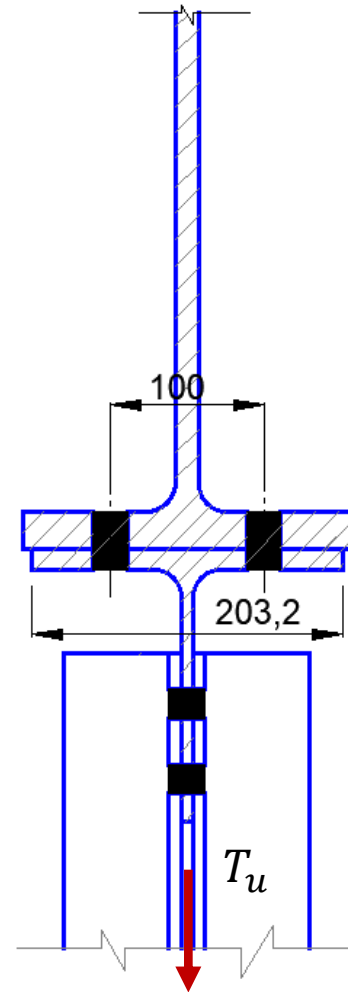
Junta 2 del tipo aplastamiento en corte

Tipo de agujeros: Standard





VISTA LATERAL



CORTE A-A