



# **BOLETÍN TÉCNICO**

## **Soldadura de barras de refuerzo**

---



**PazdelRío**  
ES COLOMBIA 

---

**BARRAS DE REFUERZO PAZDELRÍO:  
SOLDABLES POR NATURALEZA**

Se acerca el desarrollo de proyectos de infraestructura que seguramente emplearán barras de refuerzo de concreto en diámetros gruesos desde No. 5 a No. 10, en donde se realizarán empalmes ya sea por traslapos, elementos mecánicos o inclusive por soldadura.

Respecto al último de estos procesos, la soldadura es el menos empleado ya que no es claro si se puede o no soldar las barras de refuerzo. El presente boletín intenta dar claridad al respecto, tomando como referente el ACI 318-19, la norma de producto NTC 2289-20 y la NTC 4040 (basada en el AWS D 1.1) pero es el diseñador estructural quien al final toma la decisión sobre cuál es la mejor alternativa de empalme para un proyecto en particular.

---

## ¿Todas las barras corrugadas de acero de refuerzo que se comercializan o importan en Colombia se pueden soldar?

De entrada, se indica que el acero fabricado, importado y comercializado bajo la norma NTC 2289, debe ser soldable y ello se ratifica con la letra “W” (del inglés weldable) que debe llevar el cuerpo de la barra en su marcación en alto relieve.



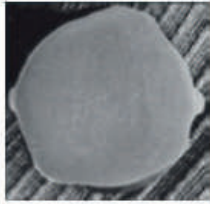



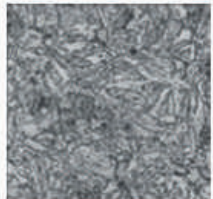

La soldabilidad se logra controlando un concepto definido como carbono equivalente que está en función de la sumatoria de elementos químicos presentes en el acero. A mayor carbono equivalente, menor soldabilidad, siendo el máximo permitido 0.55%.

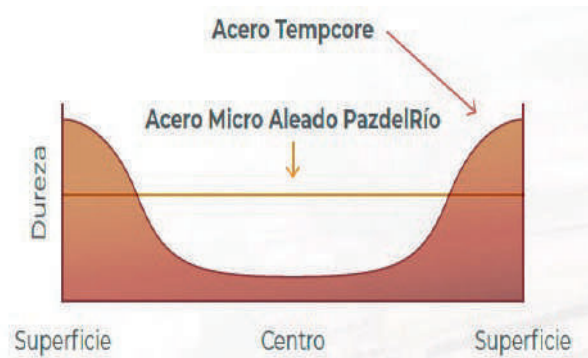
$$\text{C.E.} = \%C + \%Mn/6 + \%Cu/40 + \%Ni/20 + \%Cr/10 - \%Mo/50 - \%V/10$$

El carbono equivalente se puede obtener al sumar los elementos que registra el reporte de calidad suministrado con la factura del acero.

Por otro lado, la facilidad para unir por soldadura o por acoples mecánicos dos barras de refuerzo **y mantener sus propiedades mecánicas iniciales**, está en función del enfriamiento que sufre la barra después de laminada. Al respecto, cabe mencionar que hay barras de refuerzo (comercializadas o importadas) que sufren un choque térmico desde la temperatura de laminación hasta llegar a la temperatura ambiente, proceso conocido como temple, obteniendo una superficie dura y un núcleo blando. La capa superficial endurecida de la barra se observa como un anillo en el siguiente diagrama, capa que alcanza una profundidad de un par de milímetros o un poco más dependiendo del diámetro de la barra.



Tipo de barra	Macroestructura	Microestructura (x500)	
		Borde	Centro
Lámina en caliente (a)			
Acero templado (b) otras barras corrugadas			



Se debe tener presente que la soldadura es un proceso que genera alta entrada de calor en la barra de acero y que **modifica (disminuye) las propiedades mecánicas de una barra que ha sufrido un choque térmico después de laminación.** Esto es todo un reto ya que el metal base debe tener las mismas propiedades que la junta soldada después del proceso.

Contrario a lo anterior, en una barra laminada en caliente con enfriamiento controlado y sin choque térmico como las que se fabrica PazdelRío, no genera dicha capa endurecida y la dureza (microestructura) es igual u homogénea desde la superficie hasta el centro de la misma. Lo anterior quiere decir que las propiedades no varían en la sección transversal de manera tan severa frente a altas entradas de calor en la barra y que frente a una posible remoción de material por mecanizado para tallar una rosca por ejemplo para un empalme mecánico, no habrá cambios de resistencia la rosca.



---

## ¿Qué dice sobre la soldadura el ACI 318 versión 2019?

El numeral 25.5.7 indica: “empalmes soldados de barras corrugadas en tracción o compresión” se puede usar siempre y cuando se cumpla que la unión resista al menos 1.25 veces el valor de la resistencia a la fluencia que para el caso de las barras de refuerzo PazdelRío es de 420 MPa mínimo; siendo así, la unión soldada debe resistir en tracción un valor mínimo de 525 MPa. El valor anterior, ya entrega una orientación para seleccionar el electrodo de aporte.

Por otro lado, en el numeral 26.6.4 (Soldadura), se indica que “el procedimiento de soldadura debe realizarse de acuerdo con el American *Welding Society* D1.4 (AWS D1.4)” o su norma equivalente NTC 4040.

**Nota:** para empalmes soldados en pórticos especiales resistentes a momentos y muros estructurales especiales, consultar ACI 318, numeral 18.2.8

## NTC 4040: Aspectos generales

**Precalentamiento:** las barras de refuerzo no se pueden soldar a temperaturas menores a 20°C, requieren un calentamiento mínimo de 150 mm de longitud a cada lado de los extremos previo al depósito del metal de aporte a una temperatura de acuerdo con la siguiente recomendación basada en el carbono equivalente:

**Nota:** el valor del carbono equivalente se puede obtener de la información química registrada en el reporte de calidad.

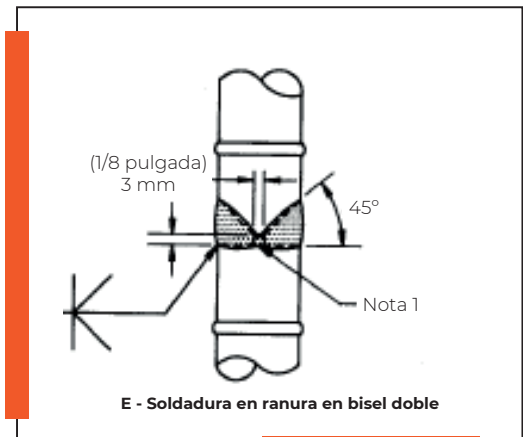
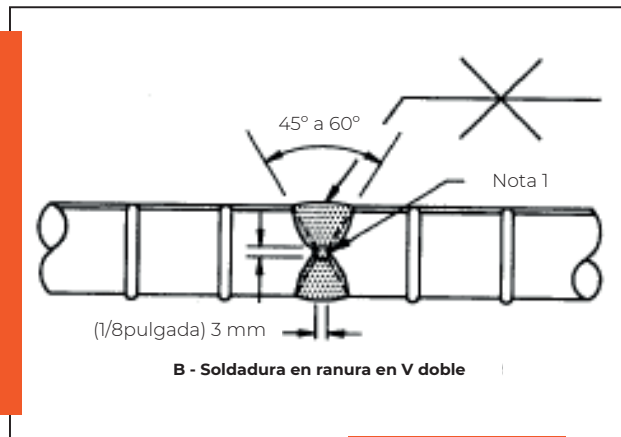
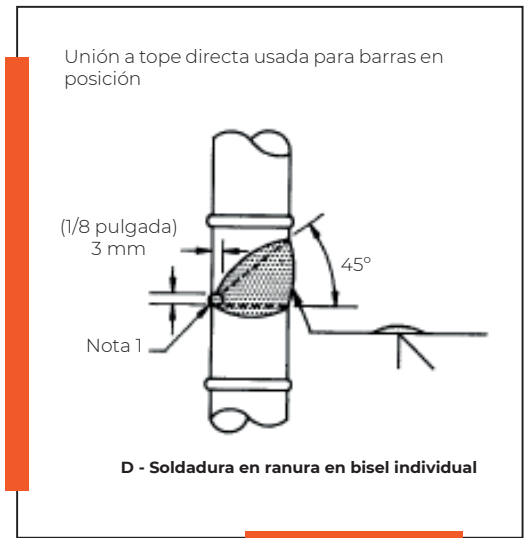
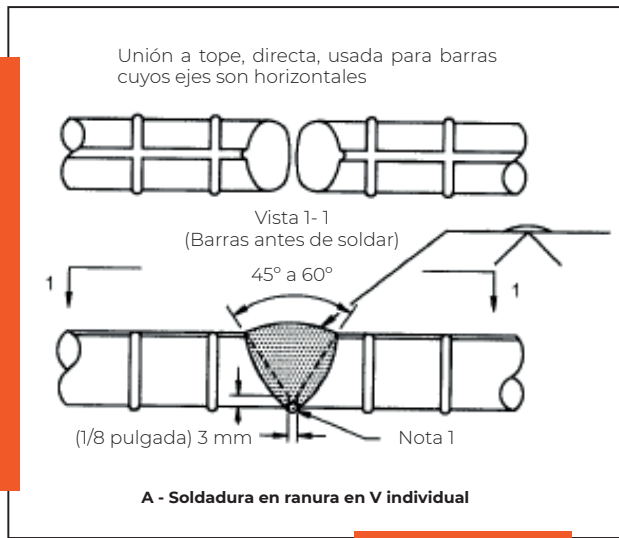
### Temperatura mínima de precalentamiento y entre pases 1.2

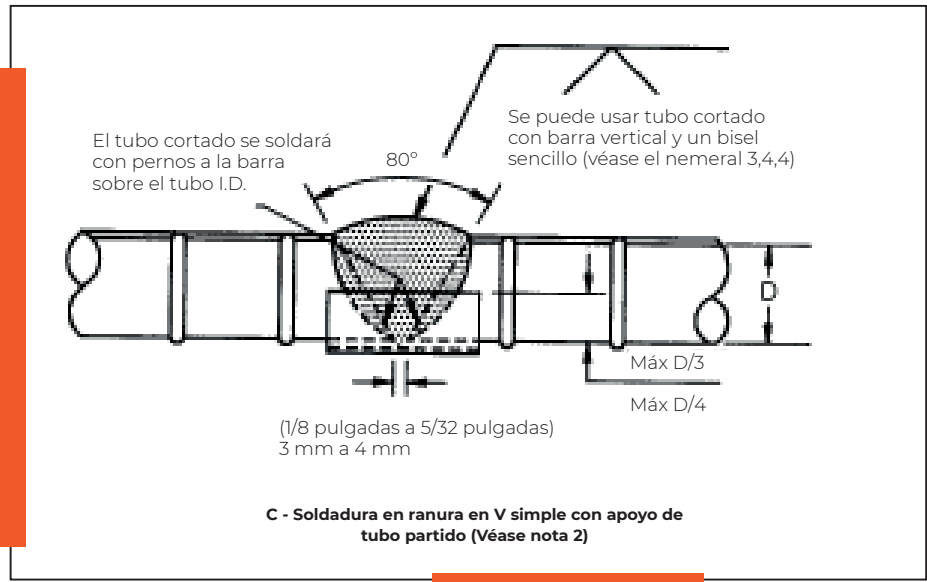
Intervalo del carbono equivalente 3,4 (C.E.), %	Tamaño de la barra de refuerzo	Soldadura con arco metálico protegido con electrodos de bajo hidrogeno, soldadura por arco con metal y gas o soldadura por arco eléctrico con fundente en el núcleo temperatura mínima	
		°F	°C
Hasta 0,40	Hasta 11 inclusive 14 y 18	Ninguna <sup>5</sup> 50	Ninguna <sup>5</sup> 10
Más de 0,40 hasta 0,45 inclusive	Hasta 11 inclusive 14 y 18	Ninguna <sup>5</sup> 100	Ninguna <sup>5</sup> 40
Más de 0,45 hasta 0,55 inclusive	Hasta 6 inclusive 7 a 11 inclusive 14 a 18	Ninguna <sup>5</sup> 200	Ninguna <sup>5</sup> 10 90

Experimentos han demostrado que precalentar el acero permite un mejor control de la elongación de la unión soldada y del metal base (una barra precalentada deformara más después de soldada).



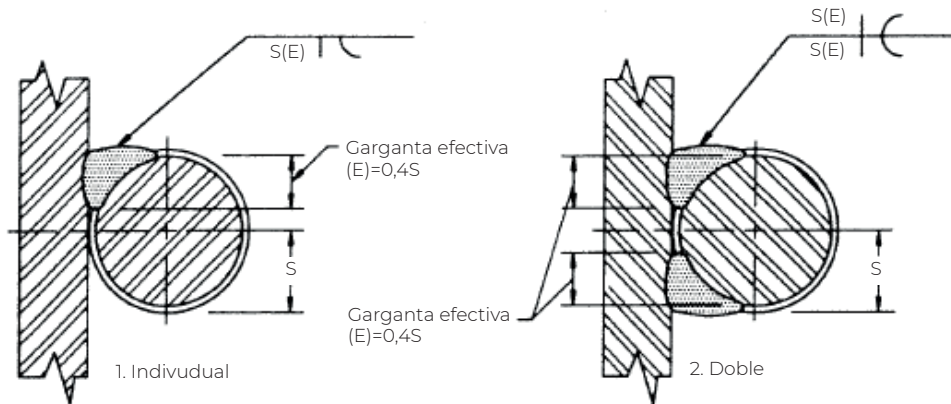
## Diseño de la unión:



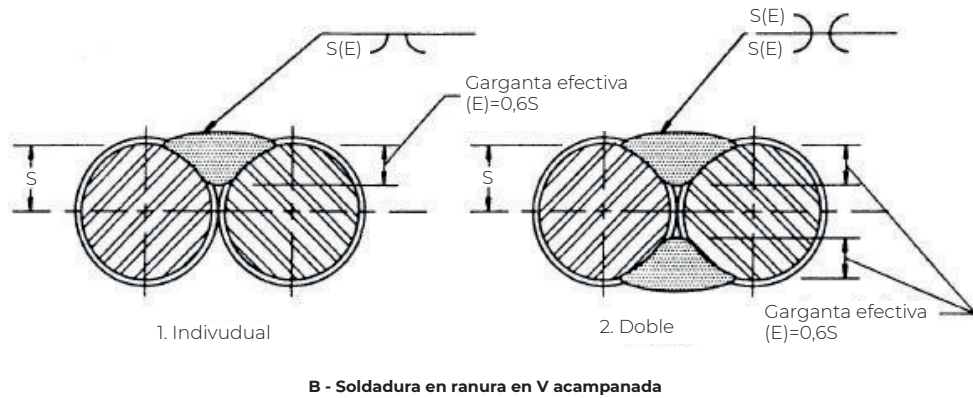


**Nota:**

1. Remover por medios mecánicos hasta metal sano antes de soldar el otro lado.
2. El detalle C se debe usar para barras No. 8 ó menores y se puede usar en barras de diámetro mayor.

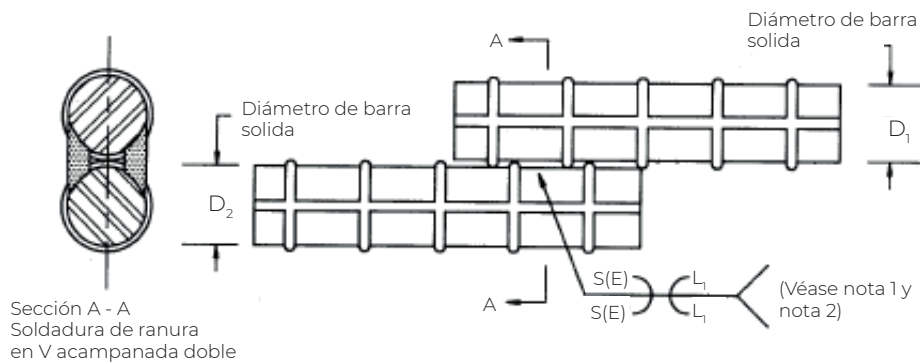


**A - Soldadura de ranura en bisel acampanado**



B - Soldadura en ranura en V acampanada

Figura 2.1 Tamaños de soldadura efectiva para soldadura de ranura acampanada (Véase el numeral 2.3.2.3)



A - Unión soldada traslapada directa con barras en contacto

Figura 3.4 Uniones soldadas de solapa (Véase el numeral 3.2.1)

**Nota:**

1. Se deben considerar los efectos de la excentricidad o en el diseño de la unión se debe prever su restricción
2.  $L_1 = 2 D_1$  (min);  $D_1 \geq D_2$
3.  $L_2$  min = 2 x diámetro de barra

Las superficies de los biseles, deben estar lisas y limpias de oxido para asegurar una calidad adecuada del depósito de metal de aporte.

---

## Selección del metal de aporte (electrodo de soldadura)

Para una barra de refuerzo NTC 2289, Gr 60 con una resistencia a la tracción mínimo de 550 MPa, el AWS D1.4, numeral 5.5, indica que el electrodo de aporte a emplear es el E8015-X, E8016-X y E 8018-X para proceso de soldadura por arco eléctrico convencional o proceso SMAW.

Los anteriores electrodos se emplean de acuerdo con el pase que se esté realizando (raíz, relleno, presentación) así como la posición de soldadura que se esté realizando en campo. Emplear electrodos conocidos como E60XX o E70XX, darán como resultado una unión con menor resistencia que la barra de refuerzo NTC 2289 que se desea unir.

Previo a soldar en obra, se debe validar tanto el procedimiento de soldadura (WPS) como la calificación del soldador. Muestras soldadas deben enviarse al laboratorio de ensayos mecánicos para validar la resistencia de la soldadura.

---

## Conclusiones:

El acero corrugado para refuerzo de concreto bajo norma NTC 2289 Gr 60 sí se puede soldar, pero se deben seguir las indicaciones de los códigos referenciados y ser ejecutado por profesionales especializados.

La soldabilidad de un acero está definida por el concepto de carbono equivalente, que está relacionada con la sumatoria de sus elementos químicos. Una barra de acero de refuerzo comercializada o importada será más soldable en la medida que sus elementos residuales sean menores. Las barras de acero de refuerzo provenientes de mineral de hierro tienen por naturaleza menores residuales.

Las barras de acero corrugado con enfriamiento controlado y sin choque térmico (o temple) como las que suministra PazdelRío son menos sensibles a la pérdida de sus propiedades mecánicas frente a procesos de mecanizado y soldadura. Pregunte a su asesor por este aspecto técnico.



**PazdelRío**  
ES COLOMBIA 

Síguenos en nuestras  
redes sociales



@Acerias PazdelRío



@AceriasPazdelRío



@pazdelRíoSA



@pazdelRío