



**SOLDADURA**



# SISTEMA TIG

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En nuestros días, las exigencias tecnológicas en cuanto a la calidad y confiabilidad de las uniones soldadas, obligan a adoptar nuevos sistemas, destacándose entre ellos la soldadura al Arco con Electrodo de Tungsteno y Protección Gaseosa (TIG).

El sistema TIG es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa, que utiliza el intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizarse metal de aporte.

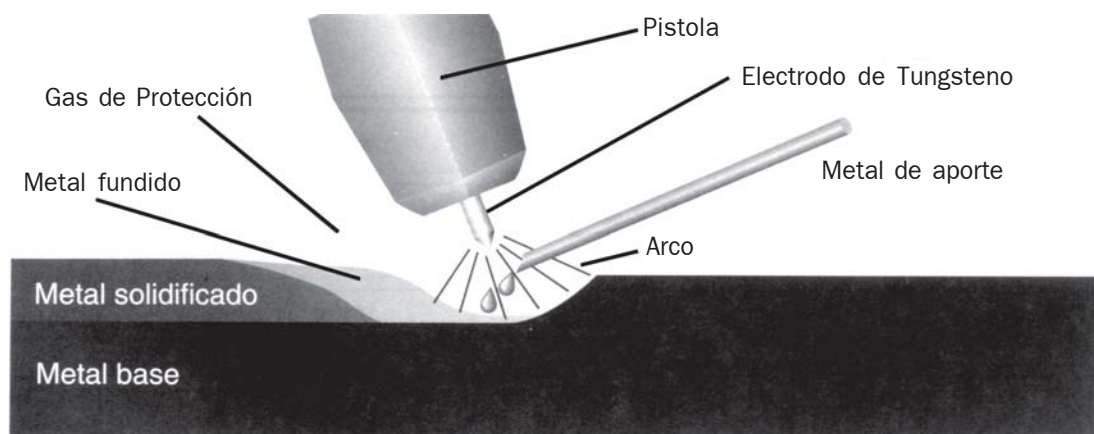
Se utiliza un gas de protección cuyo objetivo es desplazar el aire, para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura por el oxígeno y nitrógeno presentes en la atmósfera.

Como gas protector se puede emplear Argón o Helio, o una mezcla de ambos.

La característica más importante que ofrece este sistema es entregar alta calidad de soldadura en todos los metales, incluyendo aquellos difíciles de soldar, como también para soldar metales de espesores delgados y para depositar cordones de raíz en unión de cañerías.

Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales. Cuando se necesita alta calidad y mayores requerimientos de terminación, se hace necesario utilizar el sistema TIG para lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso.

La siguiente ilustración indica esquemáticamente una soldadura por sistema TIG.



### CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DEL SISTEMA TIG

- ♦ No se requiere de fundente, y no hay necesidad de limpieza posterior en la soldadura.
- ♦ No hay salpicadura, chispas ni emanaciones, al no circular metal de aporte a través del arco.
- ♦ Brinda soldaduras de alta calidad en todas las posiciones, sin distorsión.
- ♦ Al igual que todos los sistemas de soldadura con protección gaseosa, el área de soldadura es claramente visible.
- ♦ El sistema puede ser automatizado, controlado mecánicamente la pistola y/o el metal de aporte.

### EQUIPO

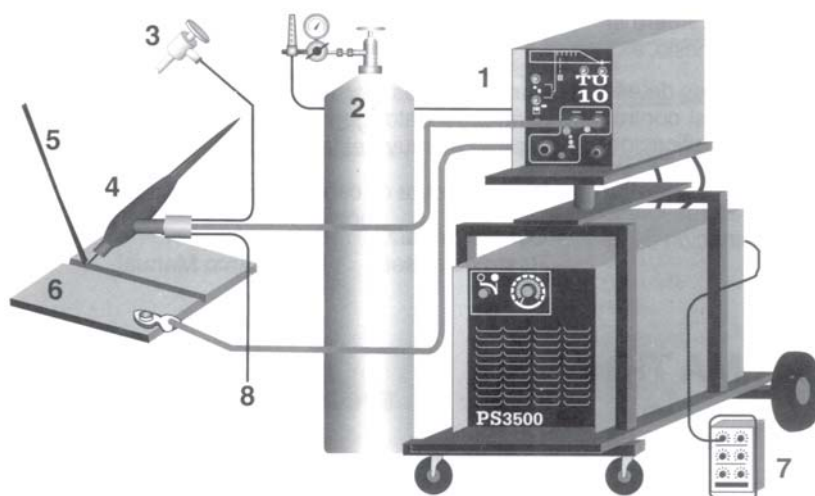
El sistema para sistema TIG consta básicamente de:

- ♦ Fundente de poder
- ♦ Unidad de alta frecuencia
- ♦ Pistola
- ♦ Suministro gas de protección
- ♦ Suministro agua de enfriamiento

La pistola asegura el electrodo de tungsteno que conduce la corriente, el que está rodeado por una boquilla de cerámica que hace fluir concentricamente el gas protector.

La pistola normalmente se refrigera por aire. Para intensidades de corriente superiores a 200 Amps. se utiliza refrigeración por agua, para evitar el recalentamiento del mango.

### DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL EQUIPO TIG



1. Fuente de poder de corriente continua, con unidad de alta frecuencia incorporada.
2. Gas de Protección.
3. Suministro de agua (Enfriamiento de Pistola).
4. Pistola.
5. Material de aporte.
6. Material base.
7. Control remoto.
8. Drenaje de agua.

### ELECTRODOS PARA SISTEMA TIG

Los electrodos para sistema TIG, están fabricados con tungsteno o aleaciones de tungsteno, lo que lo hace prácticamente no consumibles, ya que su punto de fusión es sobre los 3.800° C.

Su identificación se realiza por el color de su extremo:

Diámetros más utilizados: 1.6mm (1/16"), 2.4mm (3/32"), 3.2mm (1/8").

Largos standard: 3" y 7".

La adición de 2% de torio permite una mayor capacidad de corriente, mejor iniciación y estabilidad del arco.

Tipos de electrodos	Identificación	AWS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Electrodos de Tungsteno puro</li><li>• Electrodos de Tungsteno-Torio (1% Th)</li><li>• Electrodos de Tungsteno-Torio (2% Th)</li><li>• Electrodos de Tungsteno-Zirconio</li></ul>	Punto verde Punto amarillo Punto rojo Punto café	EWP EWTh-1 EWTh-2 EW 2r

### CUADRO DE SELECCIÓN DE ELECTRODOS

Material	Tipo Corriente	Penetración	Gas	Electrodo
Aluminio	CAAF	Media	Argón	W
Acero inox.	CCEN	Alta	Argón	W-Th
Acero dulce	CCEN	Alta	Argón o Helio	W-Th
Cobre	CCEN	Alta	Argón o Helio	W-Th
Níquel	CCEN	Alta	Argón	W-Th
Magnesio	CAAF	Media	Argón	W

### APLICACIONES DEL SISTEMA TIG

- ♦ Este sistema puede ser aplicado casi a cualquier tipo de metal, como: Aluminio, Acero Inoxidable, Acero al Carbono, Hierro Fundido, Cobre, Níquel, Magnesio, etc.
- ♦ Es especialmente apto para unión de metales de espesores delgados, desde 0,5 mm, debido al control preciso del calor del arco y la facilidad de aplicación con o sin metal de aporte. Ej: tuberías, estanques, etc.
- ♦ Se utiliza también en unión de espesores mayores, cuando se requiere calidad y buena terminación de la soldadura.
- ♦ Se puede utilizar para aplicaciones de recubrimientos duros de superficie y para realizar cordones de raíz de cañerías de acero al carbono.

- ♦ En soldaduras por Arco Pulsado, suministra mayor control del calor generado por el arco con piezas de espesores muy delgados y soldaduras en posición.
- ♦ Para soldadura de cañería, es ventajosa la combinación.
  - Cordón de raíz: TIG
  - Resto de pases: MIG o Arco Manual

# VARILLAS PARA SISTEMA TIG

## VARILLAS DE ALUMINIO

Las varillas de Aluminio para los procesos de soldadura con gas inerte (TIG), han sido sometidas a un proceso de limpieza especial, que permite que sen empleadas con éxito como metal de aporte.

Las varillas son envasadas en caja de 2,5 Kgs., fabricadas en las siguientes medidas; diámetro: 1/16" - 3/32" - 1/8" - 5/32" - 3/16" - 1/4" Largo: 36"

Aleaciones INDURA	AWS	Composición Química (típica)	Aplicaciones Generales
<b>ALUMINIO</b>			
25	ER-1100	Cu : 0,05-0,20% Mn : 0,05% Si-Fe : 0,8% Zn : 0,1% Al : 99,0% min.	Usos generales en industria de alimentos, lácteos, refrigeración, unión, relleno y reparación de planchas y piezas de Al. fundido. Al calidad: 1060-1350-3003-1100
26	ER-4043	Cu : 0,05% Mn : 0,05% Fe : 0,8% Ti : 0,20% Mg : 0,05% Si : 4,5-6% Zn : 0,10% Otros : 0,15% Al : Resto	Culatas y carter de aluminio, envases y coladores químicos. Especialmente indicado para trabajos en los cuales se desconoce la composición química del metal base. Al calidad: 2014-3003-6061-4042-4043
5356	ER-5356	Cu : 0,10% Mg : 4,5-5% Mn : 0,05-0,02% Cr : 0,05-0,02% Si-Fe : 0,5% Zn : 0,10% Ti : 0,06-0,20% Otros : 0,15% Al : resto	La varilla 5356 está especialmente diseñada para ser aplicada con Argón y Helio, además de otras mezclas comerciales como gas de protección (ver página 79). Su alta resistencia a la tracción la hace apta para fabricación y reparación de estanques. Al calidad: 5083-5086 5486-5454-5356.

## VARILLAS DE ACERO INOXIDABLE, ACERO DULCE Y BRONCE FOSFÓRICO

Las varillas de Aluminio, Las varillas de aporte para soldar aceros inoxidable, acero dulce y bronce fosfórico son envasadas en cajas de 10 Kgs. y se fabrican en las siguientes medidas: 1/16" - 3/32" - 1/8" - 5/32", largo 36".

Aleaciones INDURA	AWS	Composición Química (típica)		Aplicaciones Generales
ACERO INOXIDABLE				
308L	ER-308L	C Mn Si Cr S P Ni	: 0,025% : 1,80% : 0,40% : 20,5% : 0,015% : 0,015% : 10%	Acero inoxidable Tipo: 308L-304L 308-321-347. Equipos de procesos y almacenamiento de productos alimenticios y químicos. Bombas, intercambiadores de calor.
316L	ER-316L	C Mn Si Cr Ni Mo S P	: 0,025% : 1,8% : 0,35% : 19,5% : 13,0% : 2,2% : 0,015% : 0,015%	Diseñado especialmente para soldar aceros inoxidables austeníticos tipo 316L-316-318. Uso en Industria Alimenticia, de papel, turbinas, bombas. Se recomienda para aplicaciones resistentes a la corrosión cuando hay posibilidades de picadura (ataque por ácido).
ACERO DULCE Y MEDIANA ALEACION				
70S-6	ER 70S-6	C Mn Si P S	: 0,10% : 1,55% : 0,95% : 0,021% : 0,024%	Es un electrodo de acero dulce, con alta cantidad de elementos desoxidantes. En Ø 1/16", es ideal para soldadura de acero dulce, reparación y relleno de ejes, soldadura de cañerías.
ER 80S-B <sub>2</sub>	ER 80S-B <sub>2</sub>	C Mn Si Cr Mo P S Ni Cu	: 0,05% : 0,40-0,70% : 0,40-0,70% : 1,20-1,50% : 0,40-0,65% : 0,025% : 0,025% : 0,20% : 0,35%	Se recomienda para soldar tuberías y en construcción de calderas. Es resistente al calor y la corrosión. Al soldar aceros de composición química semejante, se recomienda precalentamiento de 260-300° C.
ER 90S-B <sub>3</sub>	ER 90S-B <sub>3</sub>	C Mn Si Cr Mo P S Ni Cu	: 0,05% : 0,40-0,70% : 0,40-0,70% : 2,30-2,70% : 0,90-1,20% : 0,025% : 0,025% : 0,20% : 0,35%	Diseñado especialmente para soldar aceros al Carbono-Molibdeno, estabilizado con cromo. Resistente al calor y la corrosión. Al soldar aceros de composición química semejante, se recomienda precalentamiento de 260-300° C.
BRONCE FOSFORICO				
ER-CuSnA	ER-CuSnA	Sn Fe Zn P Si Cu	: 4,2% : 0,5% : 0,15% : 0,10% : 0,10% : resto	Diseñado especialmente para soldar cobre y sus aleaciones. Relleno de descansos y engranajes. Al soldar aceros y aleaciones de cobre se recomienda precalentamiento de 300-350° C.

# SISTEMA ARCO SUMERGIDO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

De los métodos de soldadura que emplean electrodo continuo, el proceso de arco sumergido desarrollado simultáneamente en EE.UU. y Rusia a mediados de la década del 30, es uno de los más difundidos universalmente.

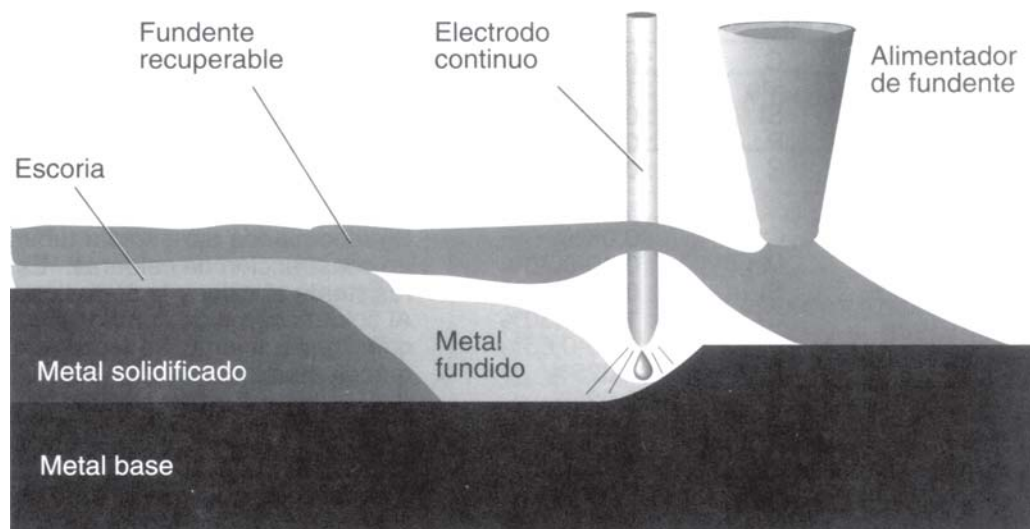
Es un proceso automático, en el cual, como lo indica la figura, un alambre desnudo es alimentado hacia la pieza. Este proceso se caracteriza porque el arco se mantiene sumergido en una masa de fundente, provisto desde una tolva, que se desplaza delante del electrodo.

De esta manera el arco resulta invisible, lo que constituye una ventaja, pues evita el empleo de elementos de protección contra la radiación infrarrojo y ultravioleta, que son imprescindibles en otros casos.

Las corrientes utilizadas en este proceso varían en un rango que va desde los 200 hasta los 2000 amperes, y los espesores que es posible soldar varían entre 5mm y hasta más de 40mm.

Usualmente se utiliza corriente continua con electrodo positivo, cuando se trata de intensidades inferiores a los 1000 amperes, reservándose el uso de corriente alterna para intensidades mayores, a fin de evitar el fenómeno conocido como sople magnético.

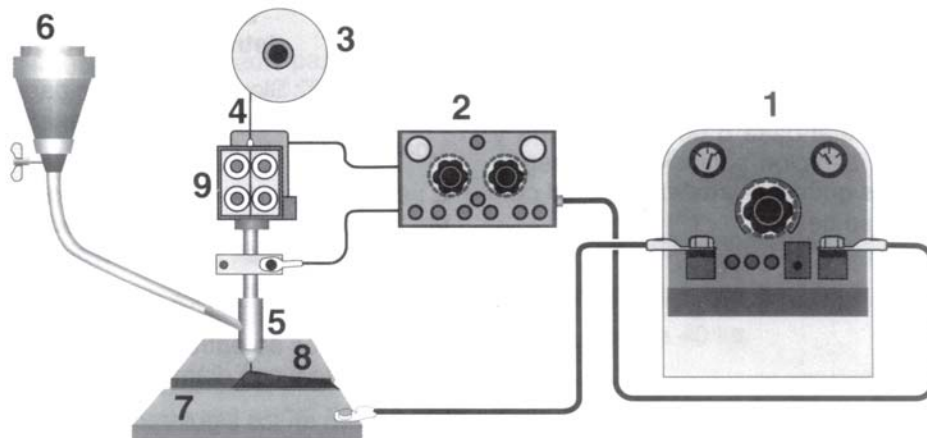
El proceso se caracteriza por sus elevados regímenes de deposición y es normalmente empleado cuando se trata de soldar grandes espesores de acero al carbono o de baja aleación.





### EQUIPO

El diagrama siguiente muestra los componentes para hacer soldadura por arco sumergido:



1. Fuente de poder de CC o CA (100% ciclo de trabajo).
2. Sistema de Control.
3. Porta carrete de alambre.
4. Alambre-electrodo.
5. Tobera para boquilla.
6. Recipiente porta-fundente.
7. Metal base.
8. Fundente.
9. Alimentador de alambre.

### VENTAJAS DEL PROCESO Y APLICACIONES

#### 1. Ventajas

Entre las principales ventajas podemos citar:

- a) Alta velocidad y rendimiento: con electrodos de 5/32" y 3/16" a 800 y 1000 Amperes, se logra depositar hasta 15 kgs. de soldadura por hora. Con electrodos de 1/4" y 1300 amperes, se depositan hasta 24 kgs. por hora (tres a cuatro veces más rápido que en la soldadura manual).
- b) Propiedades de la soldadura: Este proceso permite obtener depósitos de propiedades comparables o superiores a las del metal base.
- c) Rendimiento: 100%
- d) Soldaduras 100% radiográficas.
- e) Soldaduras homogéneas.
- f) Soldaduras de buen aspecto y penetración uniforme.
- g) No se requieren protecciones especiales.

### 2. Aplicaciones

El sistema de soldadura automática por Arco Sumergido, permite la máxima velocidad de deposición de metal, entre los sistemas utilizados en la industria, para producción de piezas de acero de mediano y alto espesor (desde 5mm. aprox.) que pueden ser posicionadas para soldar en posición plana u horizontal: vigas y perfiles estructurales, estanques, cilindros de gas, bases de máquinas, fabricación de barcos, etc. También puede ser aplicado con grandes ventajas en relleno de ejes, ruedas de FF.CC. y polines.

# MATERIALES PARA ARCO SUMERGIDO

## ALAMBRES

### Descripción

En el sistema de Soldadura por Arco Sumergido, se utiliza un alambre sólido recubierto por una fina capa de cobrizado para evitar su oxidación y mejorar el contacto eléctrico.

Generalmente contiene elementos desoxidantes, que juntos a los que aporta el fundente, limpian las impurezas provenientes del metal base o de la atmósfera y aportan elementos de aleación seleccionados según sean las características químicas y mecánicas del cordón de soldadura que se desee.

### Clasificación

Según la AWS, los alambres se clasifican por 2 letras y 2 números, que indican la composición química de éstos.

**EX**  
**letras**

**XX**  
**dígitos**

- ♦ 1ª letra, «E»: Significa electrodo para soldadura al arco.
- ♦ 2ª letra, «X»: Significa el contenido máximo de manganeso:

**L:** 0,60% Mn máx. (bajo contenido manganeso).

**M:** 1,25% Mn máx. (contenido mediano de manganeso).

**H:** 2,25% Mn máx. (alto contenido de manganeso).

Los 2 dígitos: Indican los porcentajes medios de carbono.

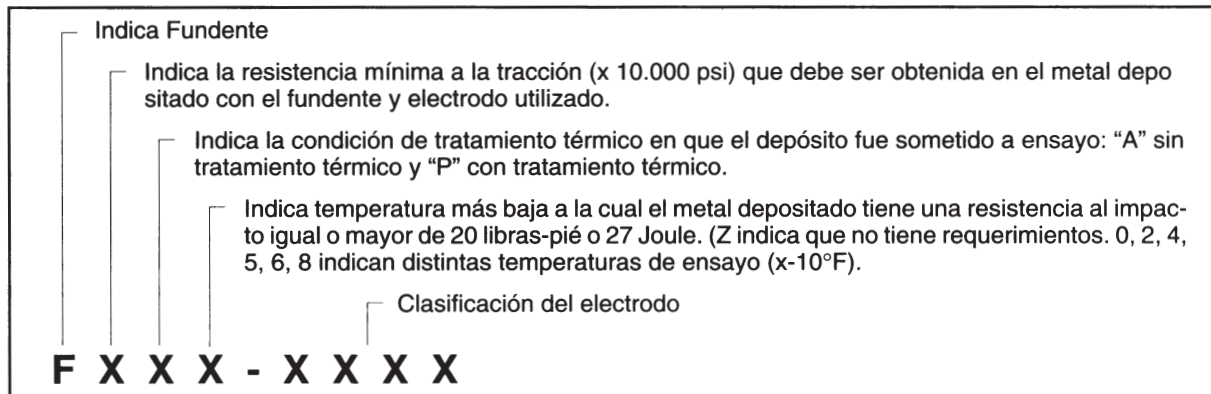
Los alambres se entregan en rollos de 25 kgs. aproximadamente y con un diámetro interior de 300 mm.

Se ofrecen en los siguientes diámetros: 5/64"; 3/32"; 7/64"; 1/8"; 5/32" y 1/4".

# FUNDENTE PARA ARCO SUMERGIDO

## CLASIFICACIÓN FUNDENTES SEGÚN AWS

Según la AWS el fundente es clasificado en base a las propiedades mecánicas del depósito, al emplear una determinada combinación fundente/alambre. Esta clasificación es la siguiente:



## REQUERIMIENTOS MECÁNICOS DEL DEPÓSITO

Clasificación Fundente	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia (MPa) min.	Elongación en 2" (50 mm)
F6XX - EXXX	414 - 552	330	22
F7XX - EXXX	480 - 655	400	22

## ***Fundente Aglomerado INDURA H-400***

### **DESCRIPCIÓN**

El fundente H-400 está diseñado para ser utilizado en uniones de una o varias pasadas. Su escoria es de fácil desprendimiento y deja cordones de excelente apariencia.

### **USOS**

El fundente INDURA H-400 se recomienda para soldaduras de acero dulce y baja aleación, que requieran una resistencia a la tracción mínima de 60.000 o 70.000 lbs/pulg<sup>2</sup>.

Se recomienda también para soldaduras en planchas oxidadas o que no presenten una limpieza adecuada.

### **APLICACIONES TÍPICAS**

- ♦ Construcción de vigas
- ♦ Puentes
- ♦ Carros de ferrocarril
- ♦ Estanques
- ♦ Rellenos en general

### **ENVASES**

Sacos de 40 kgs.

#### **Características típicas del metal depositado:**

Pruebas de tracción con metal de aporte según normas AWS A5.17-80 dan los siguientes resultados:

Clasificación AWS Fundente/Aalmbres	F7A0-EL 12 psi (MPa)	F7A2-EM 12K psi (MPa)
Resistencia a la tracción :	83.100 (570)	91.300 (629)
Límite de fluencia :	70.300 (484)	79.000 (544)
Alargamiento en 2" :	30%	29%

## TABLA DE REGULACIÓN SOLDADURA ARCO SUMERGIDO

TABLA DE REGULACIÓN PARA SOLDADURA EN ACEROS DE MEDIANA  
Y BAJA ALEACIÓN.

Espesor del material (mm)	Diámetro del electrodo		Amperaje	Voltaje	Velocidad de avance (m/min)
	(pulg)	(mm)			
4	3/32	2,4	375	30	1
5	3/32	2,4	425	35	1
6	1/8	3,2	480	35	0,90
7	1/8	3,2	550	30	0,88
8	5/32	4,0	550	35	0,90
10	5/32	4,0	600	35	0,90
12	3/16	4,8	750	35	0,80
16	3/16	4,8	800	36	0,55
20	3/16	4,8	925	38	0,45
25	1/4	6,4	925	36	0,45
30	1/4	6,4	925	36	0,35
35	1/4	6,4	1000	34	0,28

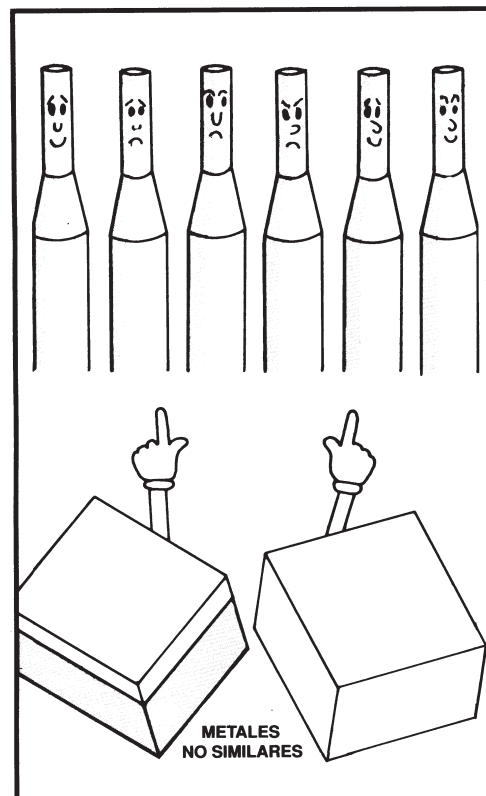
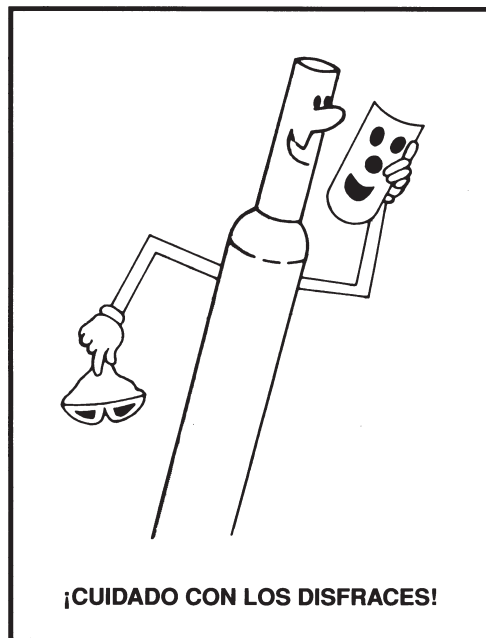
## SOLDADURA DE METALES DISIMILES:

Los electrodos inoxidables han sido usados en soldaduras de mantenimiento desde su primera aparición en el mercado. Durante mucho tiempo no se supo por qué los electrodos inoxidables se desempeñaban tan bien al soldar materiales disímiles que eran difíciles de manejar con otros electrodos, pero realizan el trabajo con una apariencia suave y pareja con lo que los soldadores podían contemplar su trabajo con orgullo y confianza. Las soldaduras en sí mismas casi nunca fallaban, pero se presentaban fallas en el metal base adyacente a la soldadura y la zona afectada por el calor.

Las combinaciones comunes de metales disímiles soldados con electrodos de acero inoxidable, se muestran más adelante. Cuando se introdujeron los electrodos bajo hidrógeno durante la Segunda Guerra Mundial, reemplazaron a los inoxidables en muchas aplicaciones, pero nunca han probado tener la versatilidad y seguridad que han hecho tan populares a los electrodos inoxidables austeníticos. Actualmente, los inoxidables son muy bien aceptados en la mayoría de los talleres de mantenimiento, aunque muchos de ellos estén disfrazados con otras designaciones, pretensiones de gran superioridad, literatura de fantasía y precios muy altos.

### SELECCIÓN DE ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLES PARA LA UNIÓN DE METALES DISIMILES

Los electrodos 25-20 (310), ha sido la alternativa número uno por mucho años para todos los soldadores que deben soldar diversos aceros de composición desconocida. El tipo 309 es también popular. En los últimos años, el 29-9 (312) se ha convertido probablemente en el líder en el campo debido a su mayor resistencia a la tensión, la cual por sí misma no es siempre una buena razón para usarlo. (Ya hablaremos de esto más adelante). El tipo 312 se vende en grandes cantidades bajo otros nombres y su gran resistencia es puesta de relieve para compensar los precios más altos.



El tipo 312-16 es un electrodo muy suave y fácil de manejar. El tipo 308 ha sido usado con éxito en la fabricación y mantenimiento de acero al manganeso tipo «Hadfield».

Algunos otros materiales están en uso, algunos de ellos más costosos, pero ninguno más confiable.

El tipo 308 «no» se recomienda para soldar metales disímiles excepto el acero al manganeso y soldaduras livianas que nunca serán sometidas a tensión

Para tener una buena resistencia y ductilidad, el depósito de soldadura debe conservar cuando menos un 18% de cromo y 8% de níquel. Usando un tipo 308 (20% de cromo y 10% de níquel) para soldar aceros al carbono o de baja aleación, probablemente bajará el cromo y el níquel a valores por debajo de 18 y de 8 debido a la dilución. Esto dará como resultado la pérdida de la ductilidad en la soldadura.

El 308 y el 308L tienen revestimientos tipo bajo hidrógeno que previenen las grietas en el cordón causadas por la fragilización originada por el hidrógeno. Son de estructura austenítica hasta temperaturas de -212°C.

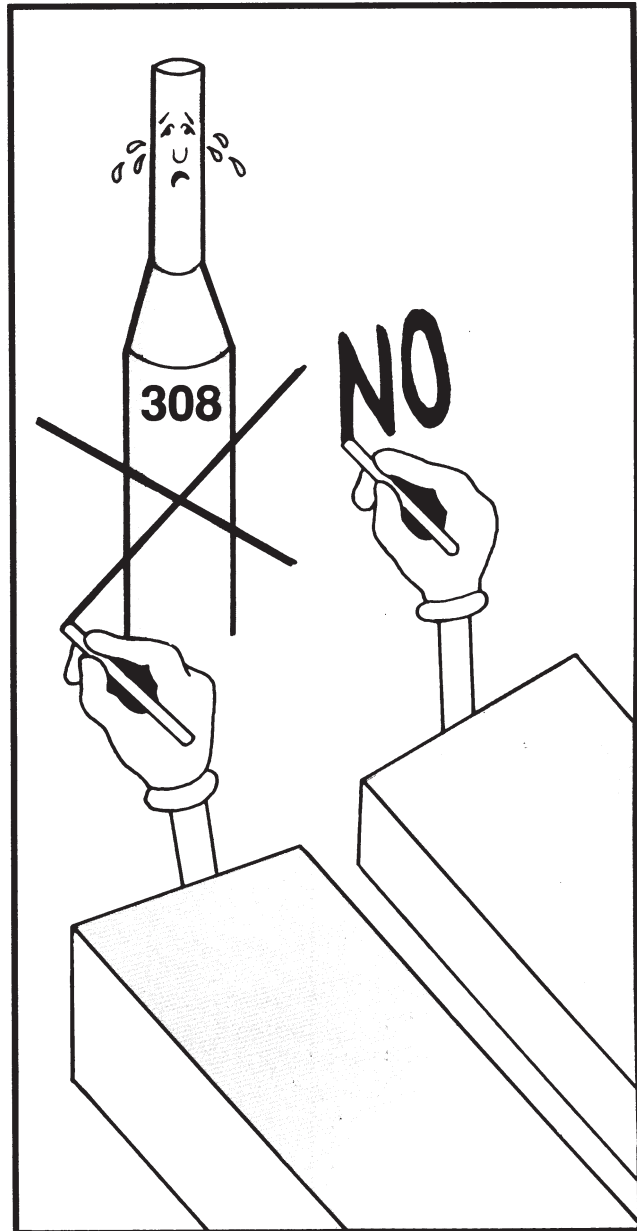
La austenita es la estructura que se encuentra en los aceros al carbono a 870°C. A esta temperatura el acero al carbono es suave y dúctil, pero no tiene resistencia. Al enfriarse, la austenita cambia a otras formas, una de las cuales es la martensita que se produce cuando el enfriamiento es rápido.

La martensita es dura, frágil y tiene una buena resistencia, pero poca ductilidad. Los inoxidables austeníticos combinan alta resistencia con alta ductilidad a casi cualquier temperatura a la cual los pudiera someter la soldadura.

El uso de electrodos de acero dulce o de baja aleación (conocidos como «electrodos bajo hidrógeno») para unir metales disímiles, de los cuales cuando menos uno es de alto carbono o altamente aleado, resulta generalmente en una zona frágil en el metal base adyacente a la soldadura. Una velocidad de enfriamiento razonablemente rápido ocasionará que se forme martensita, la cual es dura y frágil.

Los electrodos inoxidables auténticos de los tipo de alta aleación no forman martensita tan fácilmente como otros por dos razones:

- 1.- El tipo 310 es completamente austenítico y puede tolerar una dilución del 46% con el acero dulce antes de convertirse en martensita. Los tipos 309 y 312 también se portan muy bien a este respecto,



pero el tipo 308 (que es mucho más bajo en cromo) tiene una relativamente pequeña capacidad de dilución y, por lo tanto, su confiabilidad para muchos metales disímiles es limitada.

- 2.- El éxito del inoxidable en este tipo de soldaduras consiste en su habilidad para formar una excelente unión con cualquier acero soldable y con corrientes más bajas que las que se requieren para electrodos de baja aleación. Una generación menor de calor tiene como consecuencia una menor zona afectada por el calor. Las corrientes bajas también reducen la dilución del metal de soldadura con el metal base, proporcionando así una unión que tendrá propiedades mecánicas óptimas.

Un buen ejemplo es soldar aceros que tienen 4% a 6% de cromo sin precalentamiento. Se cree que la alta ductilidad de las uniones en que se usan electrodos tipo 310, 312 ó 309, eliminan la necesidad de precalentar, y hasta cierto grado ello es cierto. Pero permanece el hecho de que se recomienda el pre y el postcalentamiento para el base (en realidad, de la zona afectada por el calor). Aunque esta no se aprecia a simple vista, es un área sumamente crítica de cualquier soldadura, especialmente en aceros endurecidos o de baja aleación, y es aquí donde ocurrirán la mayor parte de las fallas. Una seguridad contra el fracaso puede ser proporcionada por el uso adecuado del pre y postcalentamiento, así como la selección de electrodo inoxidables de alto cromo y níquel (inoxidables austeníticos).

## SOLDADURAS DE REPARACIÓN EN PIEZAS DE GRAN SECCIÓN

Al hacer reparaciones por soldadura en piezas de gran sección una buena práctica es «enmantequillar» los lados de la unión con el tipo 310 y terminar la soldadura con el tipo 309. Al usar esta técnica el tipo 310 proporcionará una capa austenítica y usando una entrada mínima de calor, se obtiene una mínima zona martensítica afectada por el calor en el metal base. El 309 proporcionará la misma resistencia a la tensión, pero un 5% más de elongación. El tipo 309 se puede usar en todo trabajo, con relativa seguridad.

El tipo 310, aunque es el campeón en soldaduras de sección pequeña como el «enmantequillado» mencionado más arriba, a pesar de muchos años de uso y popularidad, no es tan confiable como el 309 en soldaduras de piezas de gran sección. Debido a que es totalmente Austenítico está sujeto a pequeñísimas fisuras y desgarraduras al enfriarse y, particularmente cuando está restringido, esas pequeñas fisuras se unen y forman grietas visibles. Esta característica no se encuentra en los tipos 309 y 312 debido a su contenido de ferrita. Por esta razón algunas industrias están descontinuoando el uso de 310 (la industria de construcción de barcos y petrolera son claros ejemplos).





## GUIAS PARA LA UNIÓN DE METALES DISIMILES

Las técnicas que se surgieron antes para la soldadura de aceros inoxidable, se deben usar también al unir metales disímiles. Un arco corto, el menor diámetro razonable de electrodo y un ajuste en la corriente que proporcione fusión con la menor cantidad de penetración, es la forma adecuada de soldar con electrodos inoxidables, ya sea que la soldadura se haga en inoxidables o en aceros de grados inferiores.

TIPO	RESISTENCIA A LA TENSION MINIMA	ELONGACION EN 2" MINIMO	OBSERVACIONES
312 (29-9S)	95,000 PSI (660 M Pa)	22%	Es el mejor electrodo de uso general para metales disímiles de 100.000 psi (690 M Pa) o más.
310 (25-20)	80,000 PSI (550 M Pa)	30%	Usado para "enmantequilar" uniones de gran espesor o para el relleno de uniones pequeñas o medianas, en aceros de 90.000 psi (620 M Pa) o menos.
309-309L	80,000 PSI (550 M Pa)	30%	Este es el mejor electrodo de uso general para aceros de 90.000 psi (620 M Pa) o menos. En general tiene 5% más alargamiento que el 310 y 10% más que el 312.
308 (19-9)	80,000 PSI (550 M Pa)	35%	Forma martensita en las zona afectadas térmicamente en la mayoría de los aceros al carbono y de baja aleación, a menos que se "enmantequille" con el tipo 310 ó 312. Es adecuado para unión y reconstrucción de aceros al manganeso, tipo HADFIELD.
309Mo L	Similar a 308		Para unir inoxidables con aceros de baja aleación en aplicaciones para corrosión y para soldaduras de primer paso al hacer capas superpuestas resistentes a la corrosión.

## RESISTENCIA A LA TENSIÓN V/S DUCTILIDAD

En nuestra discusión anterior de los «electrodos especiales» se hizo notar que una alta resistencia a la tensión no siempre es deseable. Al hacer uso de cualquier metal de relleno y al fabricar o reparar aceros de alta resistencia o desconocidos, es recomendable mantener la resistencia a la tensión aproximadamente al mismo nivel del metal base y luego buscar la máxima ductilidad.

Las propiedades mecánicas se miden en probetas de metal depositando tomado de uniones soldadas en una plancha. No debe haber ningún factor de dilución involucrado.

La dilución, si ocurre en la práctica, tiende a elevar la resistencia a la tensión más allá de las del espécimen de metal depositado. Probablemente la elongación disminuirá con la dilución, así es que el soldador deberá evitar que ocurra.

Es más conveniente la ductilidad que la resistencia a la tensión. Este hecho hace destacar que el 309 es el más valioso aliado para una amplia variedad de trabajos.



# DESCRIPCION ELECTRODOS ACERO INOXIDABLE INDURA

## ELECTRODOS ACERO INOXIDABLE PARA PROCESO ARCO MANUAL

Nombre INDURA	Clasif. AWS A5.4	Características y Aplicaciones	Comp. Quím. Típica%	Prop. Mecánicas Típicas
INDURA 19-9	AWS E 308-16	Para aplicaciones donde las condiciones de servicio no son severas. Capa base para recubrimientos duros. Usado para unión de aceros tipos 301, 302, 304, 305, 308.	C : 0.05 Mn : 1.10 Si : 0.50 Cr : 20.0 Ni : 10.0	Resist. a Tracción: 628 M Pa (91.038 PSI) Límite fluencia: 412 M Pa (59.744 PSI) Alargamiento 50 mm: > 40%
INDURA 308L	AWS E 308L-16	Para unión de aceros tipo 301, 302, 304, 304L, 321. Propiedades similares al tipo 308, pero con un contenido extra bajo de carbono, para evitar la precipitación de carburos de cromo en los bordes de grano. Escoria autodesprendente.	C : 0.02 Mn : 0.60 Si : 0.80 Cr : 18.1 Ni : 10.0	Resist. a Tracción: 559 M Pa (81.081 PSI) Límite fluencia: 373 M Pa (54.054 PSI) Alargamiento 50 mm: > 40%
INDURA 309L	AWS E 309L-16	Electrodo de acero inoxidable austenítico. Depósito resistente a la fisuración y al calor hasta 1050°C. Aplicación en aceros 309, 309Cb, aceros al 12% de Ni y Aceros disímiles.	C : 0.03 Mn : 0.65 Si : 0.60 Cr : 23.5 Ni : 13.0	Resist. a Tracción: 589 M Pa (85.348 PSI) Límite fluencia: 393 M Pa (56.899 PSI) Alargamiento 50 mm: > 40%
INDURA 309Mo L	AWS E 309Mo L	Similares características al 309L. La adición de Mo mejora la resistencia a la corrosión y tracción.	C : 0.03 Mn : 1.00 Si : 0.65 Cr : 23.0 Ni : 13.5 Mo : 2.3	Resist. a Tracción: 621 M Pa (90.000 PSI) Límite fluencia: 510 M Pa (70.000 PSI) Alargamiento 50 mm: > 35%
INDURA 25-20	AWS E 310-16	Aplicaciones en acero inoxidable 310, 314 y aceros refractorios. Resistencia al escamado hasta 1050°C. Unión y recuperación de piezas sometidas a altas T°.	C : 0.12 Mn : 1.80 Si : 0.75 Cr : 25.8 Ni : 21.0	Resist. a Tracción: 618 M Pa (89.616 PSI) Límite fluencia: 412 M Pa (59.744 PSI) Alargamiento 50 mm: > 32%
INDURA 29-9S	AWS E 312-16	Electrodo de acero inoxidable austenítico de excelente apariencia. Escoria de fácil remoción. Apropiado para unión de aceros tipo 312, aceros disímiles y altos en Ni. Reparación de engranajes, ejes y hojas de resorte.	C : 0.09 Mn : 0.57 Si : 0.6 Cr : 29.2 Ni : 10.6	Resist. a Tracción: 717 M Pa (103.841 PSI) Límite fluencia: 589 M Pa (85.348 PSI) Alargamiento 50 mm: > 22%

Serie 1

## CURSO DE SOLDADURA

Nombre INDURA	Clasif. AWS A5.4	Características y Aplicaciones	Comp. Quím. Típica%	Prop. Mecánicas Típicas
INDURA 18-12Mo	AWS E 316-16	Recomendado para unión y recubrimiento de aceros 18Cr,2Ni, 2.5Mo., así como aceros de composición química similar, estabilizados y no estabilizados.	C : 0.05 Mn: 0.95 Si : 0.60 Cr : 19.50 Ni : 12.50 Mo: 2.6	Resist. a Tracción: 638 M Pa (92.461 PSI) Límite fluencia: 471 M Pa (68.279 PSI) Alargamiento 50 mm: > 38%
INDURA 316L	AWS E 316L-16	Propiedades similares al 316, pero con un porcentaje EXTRA-BAJO DE CARBONO, lo cual inhibe la precipitación de carburos de cromo. Escoria autodesprendente. Diseñado para unión aceros tipo 316L y 318.	C : 0.02 Mn: 0.60 Si : 0.80 Cr : 18.20 Ni : 12.00 Mo: 2.40	Resist. a Tracción: 609 M Pa (88.193 PSI) Límite fluencia: 442 M Pa (64.011 PSI) Alargamiento 50 mm: > 40%
INDURA 317L	AWS E 317L-16	Similar al tipo 316L, pero con un porcentaje mayor de molibdeno, lo cual mejora la resistencia al creep. Recomendado para unión de aceros tipo 317L, 316L y 318.	C : 0.02 Mn: 1.35 Si : 0.60 Cr : 19.20 Ni : 12.60 Mo: 3.50	Resist. a Tracción: 599 M Pa (86.771 PSI) Límite fluencia: 393 M Pa (56.899 PSI) Alargamiento 50 mm: > 35%
INDURA 347	AWS E 347-16	Electrodo inoxidable estabilizado con columbio lo cual inhibe la precipitación de carburos de cromo. Mejor resistencia a la corrosión que el tipo 308. Apropiado para unión aceros tipo 347, 321.	C : 0.06 Mn: 1.90 Si : 0.60 Cr : 20.0 Ni : 10.5 Cb: 0.8	Resist. a Tracción: 628 M Pa (91.038 PSI) Límite fluencia: 432 M Pa (62.589 PSI) Alargamiento 50 mm: > 35%
INDURA 410	AWS E 410-16	Depósito resistente a la corrosión, cavitación y erosión. Recomendado para trabajar hasta temperaturas de 540°C. Unión aceros tipo 410, 420, 403, 420, 403, 416.	C : 0.08 Mn: 0.70 Si : 0.20 Cr : 12.0	Resist. a Tracción: 491 M Pa (71.123 PSI) Límite fluencia: 363 M Pa (52.632 PSI) Alargamiento 50 mm: > 23%
INDURA 410NiMo	AWS E 410NiMo-16	Depósito resistente a la oxidación y posee elevada resistencia contra el desgaste por cavitación y erosión. Especialmente diseñado para trabajos en turbinas Pelton, Francis y Kaplan.	C : 0.02 Mn: 0.76 Si : 0.17 Cr : 12.0 Mo: 0.6 Ni : 4.6	Resist. a Tracción: 815 M Pa (118.064 PSI) Límite fluencia: 75 kg/mm <sup>2</sup> (99.573 PSI) Alargamiento 50 mm: > 22%
INDURA 502	AWS E 502-16	Diseñado especialmente para unión de aceros y fundiciones al Cr-Mn. Indicado para aceros 501, 502 y aceros de alta resistencia con 2-3% Cr. Recomendado para temperatura de servicio de hasta 600°C.	C : 0.08 Mn: 0.8 Si : 0.80 Cr : 5.0 Ni : 0.4 Mo: 0.5	Resist. a Tracción: 451 M Pa (65.434 PSI) Límite fluencia: 373 M Pa (54.054 PSI) Alargamiento 50 mm: > 23%



## **ALAMBRES INOXIDABLES TUBULARES ARCO ABIERTO INDURA**

<b>Nombre INDURA</b>	<b>Clasif. AWS A5.22</b>	<b>Características y Aplicaciones</b>	<b>Comp. Quím. Típica%</b>	<b>Prop. Mecánicas Típicas</b>
INDURA 308L-O	AWS E 308LT-3	Unión aceros inox. austenítico. Recomendado para unión de aceros inoxidable tipo 301, 302, 304, 304L y 321. Puede también ser usado como capa base de recubrimientos duros.	C : 0.02 Mn: 1.2 Si : 0.5 Cr : 20.3 Ni : 10.2	Resist. a Tracción: 649 M Pa (94.000 PSI) Límite fluencia: 483 M Pa (70.000 PSI) Alargamiento 50 mm: > 40%
INDURA 309L-O	AWS E 309LT-3	Depósito de acero inoxidable austenítico. Recomendado para unión de aceros inoxidables austeníticos (304, 304L, 309, 309L) entre sí. Se emplea frecuentemente para el recubrimiento de aceros al carbono y baja aleación, como también para uniones disímiles. Depósito resistente a la fisuración y calor hasta 1050°C.	C : 0.02 Mn: 1.4 Si : 0.5 Cr : 23.8 Ni : 12.7	Resist. a Tracción: 628 M Pa (91.000 PSI) Límite fluencia: 483 M Pa (70.000 PSI) Alargamiento 50 mm: > 40%

## **ALAMBRES INOXIDABLES CONTINUOS INDURA PARA PROCESO MIG**

<b>Nombre INDURA</b>	<b>Clasif. AWS A5.9</b>	<b>Características y Aplicaciones</b>	<b>Comp. Quím. Típica%</b>	<b>Prop. Mecánicas Típicas</b>
INDURA 308L	AWS ER 308L	Unión aceros inoxidables tipo 304, 304L y 321. Para condiciones de servicio hasta 400°C. Su contenido extra bajo de carbono inhibe precipitación de carburos de cromo.	C : 0.025 Mn: 1.80 Si : 0.40 Cr : 20.5 Ni : 10.0	Resist. a Tracción: 559 M Pa (81.081 PSI) Límite fluencia: 471 M Pa (68.279 PSI) Alargamiento 50 mm: > 38%
INDURA 316L	AWS ER 316L	Unión aceros inoxidables Cr-Ni-Mo 18/12/2.5, así como aceros de composición química similar estabilizados.	C : 0.025 Mn: 1.80 Si : 0.35 Cr : 19.5 Ni : 13.0 Mo : 2.4	Resist. a Tracción: 559 M Pa (81.081 PSI) Límite fluencia: 471 M Pa (68.279 PSI) Alargamiento 50 mm: > 38%

## VARILLAS ACERO INOXIDABLES INDURA PARA PROCESO TIG

Nombre INDURA	Clasif. AWS A5.9	Características y Aplicaciones	Comp. Quím. Típica%	Prop. Mecánicas Típicas
INDURA 308L	AWS ER 308L	Varilla de acero inox. austenítico recomendable para unión de aceros tipo 301, 302, 304, 304L, 321.	C : 0.025 Mn : 1.80 Si : 0.40 Cr : 20.5 Ni : 10.0	Resist. a Tracción: 559 M Pa (81.081 PSI) Límite fluencia: 471 M Pa (68.279 PSI) Alargamiento 50 mm: > 40%
INDURA 309L	AWS ER 309L	Depósito resistente al creep y oxidación. Unión de aceros tipo 309, 309Cb, aceros a 12% de Ni y aceros disímiles.	C : 0.03 Mn : 1.80 Si : 0.45 Cr : 24.0 Ni : 13.0	Resist. a Tracción: 589 M Pa (85.348 PSI) Límite fluencia: 393 M Pa (56.899 PSI) Alargamiento 50 mm: > 38%
INDURA 316L	AWS ER 316L	Acero inoxidable austenítico recomendable para unión de aceros tipo 316, 316L y 318. Resistente a corrosión (ataque por ácidos).	C : 0.03 Mn : 1.80 Si : 0.35 Cr : 19.5 Ni : 13.0 Mo : 2.4	Resist. a Tracción: 569 M Pa (82.503 PSI) Límite fluencia: 471 M Pa (68.279 PSI) Alargamiento 50 mm: > 40%

## TABLAS:

### COMPOSICIÓN QUÍMICA TÍPICA DE ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE SEGÚN AWS A 5.4

AWS CLASIFI- CACION	C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	OTROS
E308	0,08	19,5	10,5	—	2,5	0,90	—
E308L	0,04	19,5	10,5	—	2,5	0,90	—
E309	0,15	23,5	13,5	—	2,5	0,90	—
E309Cb	0,12	23,5	13,5	—	2,5	0,90	Cb+Ti-0,85
E309Mo	0,12	23,5	13,5	2,5	2,5	0,90	—
E310	0,20	26,5	21,5	—	2,5	0,90	—
E310Cb	0,12	26,5	21,5	—	2,5	0,90	Cb+Ti-0,85
E310Mo	0,12	26,5	21,5	2,5	2,5	0,90	—
E312	0,15	30,0	9,0	—	2,5	0,75	—
E316	0,08	18,5	12,5	2,5	2,5	0,75	—
E316L	0,04	18,5	12,5	2,5	2,5	0,90	—
E317	0,08	19,5	13,0	3,5	2,5	0,90	—
E318	0,08	18,5	12,5	2,5	2,5	0,90	—
E320	0,07	20,0	34,0	2,5	2,5	0,60	—
E330	0,25	15,5	35,0	—	2,5	0,90	—
E347	0,08	19,5	10,0	—	2,5	0,90	—
E410	0,12	12,5	0,60	—	1,0	0,90	—
E430	0,10	16,5	0,60	—	1,0	0,90	—

## TABLA RECOMENDACIÓN ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE DE ACUERDO AL MATERIAL BASE

MATERIAL BASE AISI Nº	1ª POSIBILIDAD	2ª POSIBILIDAD	NOMBRE POPULAR
201	308	308L	
202	308	308L	
301	308	308L	
302	308	308L	
302B	308	309	
303	—	—	
303Se	—	—	
304	308	308L	18/8
304L	308L	347	18/8ELC
305	308	308L	
308	308	308L	19/9
309	309	309L	25/12
309S	309	309L	
310	310	—	25/20
310S	310	—	
314	310	—	
316	316	316L	18/12Mo
316L	316L	309Cb	18/12 ELC
317	317	309Cb	19/14Mo
321	347	308L	
347	347	308L	19/9Cb
348	347	—	19/9CbLTa
403	410	—	
410	410	430	12Cr
410NiMo	410NiMo	—	13/4
414	410	—	
416	410	—	
416Se	—	—	
420	410	—	12CrHc
431	430	—	
440A	—	—	
440B	—	—	
440C	—	—	
405	410	405Cb	
430	430	309	16Cr
430F	—	—	
430FSe	—	—	
446	309	310	
501	502	—	5Cr-1/2Mo
502	502	—	5Cr-1/2Mo



## COMPOSICIÓN QUÍMICA TÍPICA DE ACEROS INOXIDABLES (MATERIAL BASE)

TIPO AISI AUSTENITICOS	Composición % (a)							Otros
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	
201	0.15	5.5-7.5	1.00	16.0-18.0	3.5-5.5	0.06	0.03	0.25 N
202	0.15	7.5-10.0	1.00	17.0-19.0	4.0-6.0	0.06	0.03	0.25 N
205	0.12-0.25	14.0-15.5	1.00	16.5-18.0	1.0-1.75	0.06	0.03	0.32-0.40 N
301	0.15	2.00	1.00	16.0-18.0	6.0-8.0	0.045	0.03	...
302	0.15	2.00	1.00	17.0-19.0	8.0-10.0	0.045	0.03	...
302B	0.15	2.00	2.0-3.0	17.0-19.0	8.0-10.0	0.045	0.03	...
303	0.15	2.00	1.00	17.0-19.0	8.0-10.0	0.20	0.15 min	0.6 Mo
303Se	0.15	2.00	1.00	17.0-19.0	8.0-10.0	0.20	0.06	0.15 min Se
304	0.08	2.00	1.00	18.0-20.0	8.0-10.5	0.045	0.03	...
304H	0.04-0.10	2.00	1.00	18.0-20.0	8.0-10.5	0.045	0.03	...
304L	0.03	2.00	1.00	18.0-20.0	8.0-12.0	0.045	0.03	...
304LN	0.03	2.00	1.00	18.0-20.0	8.0-12.0	0.045	0.03	0.10-0.16 N
302Cu	0.08	2.00	1.00	17.0-19.0	8.0-10.0	0.045	0.03	3.0-4.0 Cu
304N	0.08	2.00	1.00	18.0-20.0	8.0-10.5	0.045	0.03	0.10-0.16 N
305	0.12	2.00	1.00	17.0-19.0	10.5-13.0	0.045	0.03	...
308	0.08	2.00	1.00	19.0-21.0	10.0-12.0	0.045	0.03	...
309	0.20	2.00	1.00	22.0-24.0	12.0-15.0	0.045	0.03	...
309S	0.08	2.00	1.00	22.0-24.0	12.0-15.0	0.045	0.03	...
310	0.25	2.00	1.50	24.0-26.0	19.0-22.0	0.045	0.03	...
310S	0.08	2.00	1.50	24.0-26.0	19.0-22.0	0.045	0.03	...
314	0.25	2.00	1.5-3.0	23.0-26.0	19.0-22.0	0.045	0.03	...
316	0.08	2.00	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	0.045	0.03	2.0-3.0 Mo
316F	0.08	2.00	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	0.20	0.10 min	1.75-2.5 Mo
316H	0.04-0.10	2.00	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	0.045	0.03	2.0-3.0 Mo
316L	0.03	2.00	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	0.045	0.03	2.0-3.0 Mo
316LN	0.03	2.00	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	0.045	0.03	2.0-3.0 Mo; 0.10-0.16 N
316N	0.08	2.00	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	0.045	0.03	2.0-3.0 Mo; 0.10-0.16 N
317	0.08	2.00	1.00	18.0-20.0	11.0-15.0	0.045	0.03	3.0-4.0 Mo
317L	0.03	2.00	1.00	18.0-20.0	11.0-15.0	0.045	0.03	3.0-4.0 Mo
321	0.08	2.00	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	0.045	0.03	5x% C min Ti
321H	0.04-0.10	2.00	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	0.045	0.03	5x% C min Ti
330	0.08	2.00	0.75-1.5	17.0-20.0	34.0-37.0	0.04	0.03	...
347	0.08	2.00	1.00	17.0-19.0	9.0-13.0	0.045	0.03	10x% C min Nb
347H	0.04-0.10	2.00	1.00	17.0-19.0	9.0-13.0	0.045	0.03	8x% C min-1.0 max-Nb
348	0.08	2.00	1.00	17.0-19.0	9.0-13.0	0.045	0.03	0.2 Co; 10x% C
348H	0.04-0.10	2.00	1.00	17.0-19.0	9.0-13.0	0.045	0.03	
384	0.08	2.00	1.00	15.0-17.0	17.0-19.0	0.045	0.03	



## CURSO DE SOLDADURA

FERRITICOS	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Otros
405	0.08	1.00	1.00	11.5-14.5	...	0.04	0.03	0.10-0.30 Al
409	0.08	1.00	1.00	10.5-11.75	0.50	0.045	0.045	6x% C min - 0,75 max Ti
429	0.12	1.00	1.00	14.0-11.75	...	0.04	0.03	...
430	0.12	1.00	1.00	16.0-16.0	...	0.04	0.03	...
430F	0.12	1.25	1.00	16.0-18.0	...	0.06	0.15 min	0.6 Mo
430F Se	0.12	1.25	1.00	16.0-18.0	...	0.06	0.06	0.15 min Se
434	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75-1.25 Mo
436	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75-1.25Mo;5x%Cmin-0.70maxNb 0.15Al;12x%Cmin-1,10Ti
439	0.07	1.00	1.00	17.0-19.0	0.50	0.04	0.03	...
442	0.20	1.00	1.00	18.0-23.0	...	0.04	0.03	1.75; 2.50 Mo; 0.025 N; 0,2+4(%C+%N)min-0.8max(Ti+Nb)
444	0.025	1.00	1.00	17.5-19.5	1.00	0.04	0.03	0.25 N
446	0.20	1.50	1.00	23.0-27.0	...	0.04	0.03	

MARTENSITICOS	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Otros
403	0.15	1.00	0.50	11.5-13.0	...	0.04	0.03	...
410	0.15	1.00	1.00	11.5-13.5	...	0.04	0.03	...
414	0.15	1.00	1.00	11.5-13.5	1.25-2.50	0.04	0.03	...
416	0.15	1.25	1.00	12.0-14.0	...	0.06	0.15 min	0.6 Mo
416Se	0.15	1.25	1.00	12.0-14.0	...	0.06	0.06	0.15 min Se
420	0.15 min	1.00	1.00	12.0-14.0	...	0.04	0.03	...
420F	0.15 min	1.25	1.00	12.0-14.0	...	0.06	0.15 min	0.6 Mo
422	0.20-0.25	1.00	0.75	11.5-13.5	0.5-1.0	0.04	0.03	0.75-1.25Mo,0.75-1.25W,0.15-0.3V
431	0.20	1.00	1.00	15.0-17.0	1.25-2.50	0.04	0.03	...
440A	0.60-0.75	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75 Mo
440B	0.75-0.95	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75 Mo
440C	0.95-1.20	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75 Mo

## TABLAS EN USO:

### ELECTRODOS INOXIDABLES ARCO MANUAL

Clasificación INDURA	Dímetros Disponibles pulg. (mm)	Amperajes Recomendados (A)	Tipo corriente y Polaridad
19-9 25-20	3/32 (2.4) 1/8 (3.2) 5/32 (4.0) 3/16 (4.8) 1/4 (6.4)	60- 90 80-120 120-160 150-190 190-290	AC-DC (+)
308L 309L 18-12Mo 316L 29-9S	3/32 (2.4) 1/8 (3.2) 5/32 (4.0) 3/16 (4.8) ... ..	60- 90 80-120 120-150 150-190	AC-DC (+)
317L 347 410 410NiMo 502	3/32 (2.4) 1/8 (3.2) 5/32 (4.0)	60- 90 80-120 120-160	AC-DC (+)

### ALAMBRE ACERO INOXIDABLE TUBULAR Y MIG

Clasificación INDURA	Dímetros Disponible pulg. (mm)	Amperaje Recomendado (A)	Voltaje Recomendado (V)	Gas Protección	Flujo Gas (L/Min)	Stickout (pulg.)	Corriente y Polaridad	Empaque
308L 309L-O	3/32 (2.4)	225-350	26-32	No requiere	...	1-1/2	cc (+)	Rollo 25 Kg.
308L 316L	0.035 (0.9) 0.045 (1.2)	150-200 200-325	24-26 24-26	Mezcla 98% Ar-2% O <sub>2</sub> Mezcla 98% Ar-2% O <sub>2</sub>	12-16	1/2-3/4	cc (+)	Rollo 12.5 Kg.

## VARILLAS ACERO INOXIDABLE TIG

Clasificación INDURA	Dímetros Disponible pulg. (mm)	Amperaje Recomendado	Largo Varilla pulg. (mm)	Gas Protección	Flujo Gas (L/min)	Corriente y Polaridad	Varillas x/kg. Aprox.
308L	1/16 (1.6)	50-100	36" (91.4 cm)	Argón	8-12	cc (-)	67
	3/32 (2.4)	100-150					29
	1/8 (3.2)	150-250					17
	5/32 (4.0)	250-300					11
316L	1/16 (1.6)	50-100	36" (91.4 cm)	Argón	8-12	cc (-)	67
	5/64 (2.0)	80-110					40
	3/32 (2.4)	100-150					29
	1/8 (3.2)	150-250					17
309L	5/64 (2.0)	80-110	36" (91.4 cm)	Argón	8-12	cc (-)	40
	3/32 (2.4)	100-150					29