

# ***Soldadura*** **Sistema TIG**

## Instructivo



# EURATOM S.A.

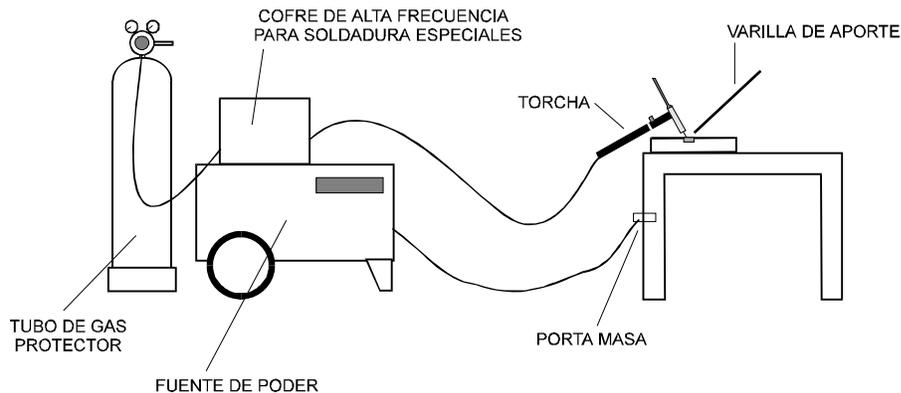
Peru 653 (1068) - C.A.B.A.  
Tel. 4361-4134 4362-3330  
e-mail: [info@euratom.com.ar](mailto:info@euratom.com.ar)  
[www.euratom.com.ar](http://www.euratom.com.ar)

## Soldadura por Sistema TIG

### **PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO**

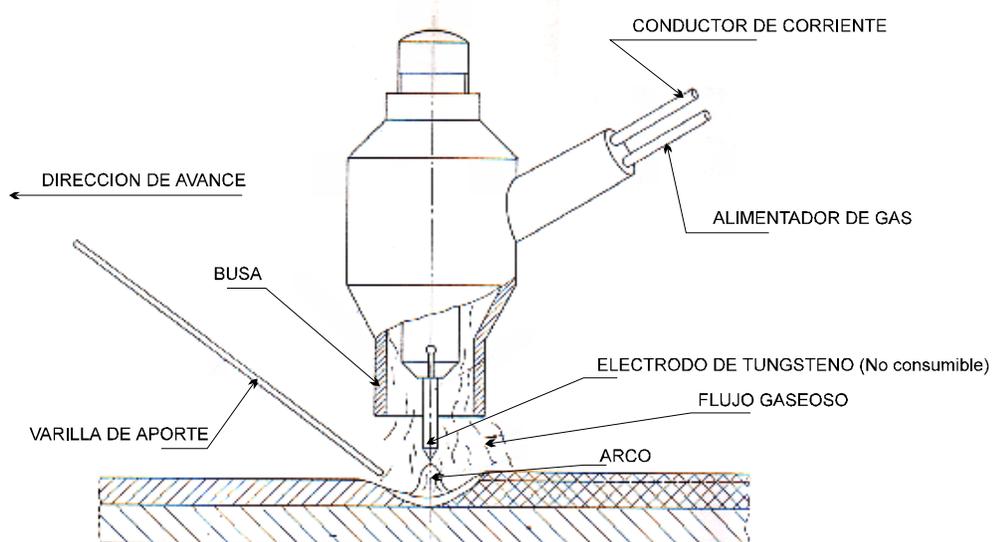
El calor necesario para la fusión es producido por un arco eléctrico intenso, establecido entre un electrodo de tungsteno (virtualmente no consumible) y el metal a ser soldado. Están protegidos de la contaminación ambiental por un gas inerte (argón ó helio).

El equipo utilizado está formado por una torcha, donde se halla el electrodo de tungsteno y los conductos para el gas protector. La fuente de poder utilizada es una máquina de corriente constante, que puede ser de corriente continua ó alterna, según el material a soldar.



Para soldar cualquier tipo de metal, excepto aluminio y magnesio, se utilizará una fuente de corriente continua con polaridad directa, la torcha al polo negativo y la pieza al polo positivo. Evitando de esta manera el sobrecalentamiento del tungsteno, porque los electrones parten del tungsteno hacia la pieza. No se produce eliminación de óxidos. Un 70% de la energía del arco se transfiere en forma de calor al metal a soldar. Esto permite una penetración considerable y el electrodo trabaja "frío".

Para la soldadura de aluminio y magnesio se utiliza corriente alterna, donde la corriente cambia regularmente de sentido y magnitud. De esta manera podemos decir que medio ciclo es positiva y el otro medio negativa. Generando la eliminación de óxidos. Teóricamente los semiciclos son iguales en tiempo y magnitud, pero dado a que el tungsteno tiene mayor aptitud que el metal base para generar electrones, los semiciclos se desbalancean y se produciría un rectificación parcial de la corriente, apareciendo sobre la corriente alterna una componente continua, que perjudica los bobinados del transformador y disminuye la eficiencia. Para solucionar este problema, se le agregan dos capacitores en serie, los cuales balancean las ondas y equilibran la corriente haciendo los dos semiciclos de igual magnitud y duración.



## ENCENDIDO DEL ARCO

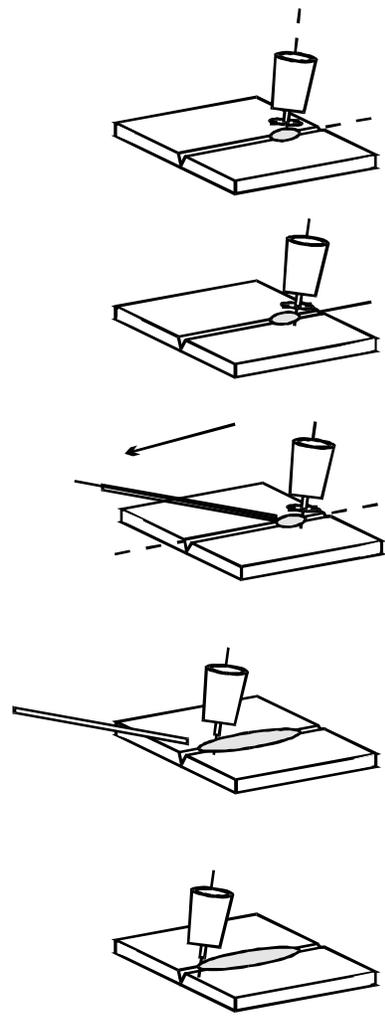
Básicamente el encendido del arco se puede establecer de dos maneras:

- Tocando el electrodo de tungsteno con la pieza y retirarlo inmediatamente a la longitud del arco que corresponda. Este método se utiliza en soldaduras de poca responsabilidad y únicamente con corriente continua.
- Mediante Alta Frecuencia (HF).

Para establecer el arco empleando Alta Frecuencia, solo hay que acercar el electrodo a la pieza aproximadamente entre 2 y 3 mm. De esta manera se evita la contaminación del tungsteno con la pieza y se asegura el reencendido a fin de cada ciclo en la corriente alterna. Además aumenta la ionización del medio.

El Cofre de Alta Frecuencia tiene diversas aplicaciones. Además de generar el alta frecuencia para el encendido del arco, posee un temporizador de pre-gas, para impedir la contaminación del electrodo al iniciarse el arco, y un post-gas que evita la oxidación de la soldadura incandescente al cortar el arco. El sistema Anticrater disminuye la corriente en forma paulatina durante un tiempo determinado, para evitar el rechufe en el cordón al finalizar la soldadura.

## PROCESO DE SOLDADO

- 
- 1 -) **Establecimiento del arco:** al establecer el arco eléctrico, inclinando la torcha unos  $75^\circ$ , hacer pequeños movimientos rotatorios para generar la pileta de fusión.
  - 2 -) Desplazar la torcha hacia atrás, manteniendo el ángulo de  $75^\circ$ , para dejar libre la zona de fusión y poder aportar la varilla.
  - 3 -) Presentar la varilla con una inclinación de  $15^\circ$ , y empezar a aportarla, permitiendo el desprendimiento de gotas en la pileta de fusión. Comenzar a desplazar la soldadura en forma opuesta a la dirección de la varilla. Manteniendo las respectivas inclinaciones.
  - 4 -) Una vez finalizado el cordón de soldadura, retirar la varilla de aporte, manteniendo el arco establecido.
  - 5 -) Desplazar la torcha hacia el extremo del cordón, antes de cortar el arco. Una vez cortado el arco, mantener la torcha sobre el cordón a fin de proteger con la salida de gases la zona incandescente y evitar su oxidación.

## **GASES DE PROTECCION:**

Argón, helio ó la mezcla de ambos, son los gases de protección más utilizados en soldadura TIG. Las características más deseadas de dichos gases es que son inertes químicamente, y que tiene facilidad para formar un arco suave y estable, con altas densidades de corriente. Este gas protege tanto al electrodo de tungsteno como el metal base fundido. También son utilizados gases con mezcla de argón e hidrógeno ó nitrógeno puro.

### **ARGON:**

Gas pesado obtenido a partir de la licuación del aire. Puede ser suministrado en forma de gas comprimido ó líquido.

### **HELIO:**

Gas liviano que se obtiene por separación del gas natural. Puede ser distribuido en forma líquida, pero es más usual utilizarlo comprimido en cilindros.

Al ser más liviano que el aire, tiende a desproteger la piletta líquida, exigiendo un caudal de gas mayor que el argón. Es más caro y difícil que encontrar que el argón.

### **MEZCLAS ARGON-HELIO:**

Usadas cuando se requiere el mejor control que brinda el argón y la gran penetración que brinda el helio. Las combinaciones más usuales son 75% He + 25% Ar ó 80% He + 20% Ar.

### **TABLA COMPARATIVA DE GASES:**

ARGON	HELIO
- Arco suave y silencioso	- Menor zona afectada por el calor.
- Arco más fácil de iniciar	- Mayor voltaje de arco a igualdad de corriente y longitud de arco. Util para grandes espesores y metales de alta conductividad.
- Voltaje de arco más bajo para igualdad de corriente y longitud de arco. Util para chapa fina.	- Especial para soldar a altas velocidades.
- Buena acción limpiadora. Util para soldar aluminio y magnesio.	- Mejor protección al soldar vertical y sobrecabeza.
- Menor caudal de gas por ser más liviano que el aire. de raíz.	- Mayor penetración por mayor calor aportado.
- Menor costo y mayor facilidad de obtención.	- Como gas de respaldo tiende a achatar el cordón
- Mejor resistencia a las corrientes de aire.	
- Mejor para soldar piletas discímiles.	
- Mejor control de la piletta líquida en sobre cabeza y verical.	

La principal diferencia entre ambos gases es su densidad, al argón es trece veces más pesado que el aire y diez veces más pesado que el helio, esto hace que para asegurar una protección efectiva con helio, se deba incrementar el caudal de gas entre dos y tres veces respecto del argón.

Con respecto a la protección del arco, en corriente continua ambos proveen una excelente estabilidad, mientras que para corriente alterna, es imprescindible el argón, dada su estabilidad y buena acción limpiadora.

### **MEZCLA ARGON - HIDROGENO:**

Utilizadas eventualmente para soldar materiales como los aceros inoxidables, inconel y monel.

La función de estas mezclas es la de aumentar el calor aportado y ayudar a controlar la conformación del cordón, la cual resulta más uniforme. Es útil para soldar grandes espesores y para TIG automático, con velocidades comparables a las del helio.

*No se puede utilizar en aceros al carbono o de baja aleación.* Para aceros inoxidables se puede utilizar hasta un 15% de hidrógeno.

La mezcla típica: 95% Ar + 5% H<sub>2</sub> para soldadura manual.

### **NITROGENO:**

Es muy poco utilizado. Debido al alto voltaje de arco que involucra y la eficiencia en la transferencia del calor, es útil para soldar metales de alta conductividad térmica (cobre y sus aleaciones). Sin embargo el nitrógeno reduce la estabilidad del arco y al ser activo contamina al tungsteno. Esto se ve disminuido si se utilizan electrodos toriados.

## ELECTRODOS NO CONSUMIBLES

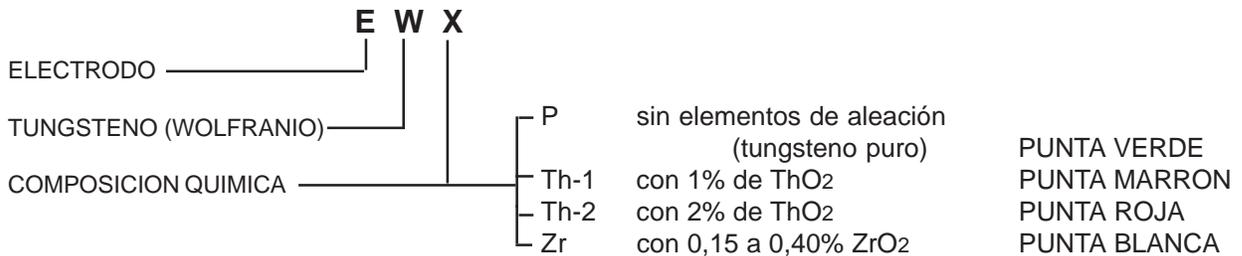
El electrodo típico utilizado en este proceso es de wolframio, más conocido como tungsteno, ya que tiene propiedades que lo hacen óptimo para la soldadura. Alto punto de fusión 3400°C y es muy buen emisor de electrones.

El electrodo de tungsteno puro (99,5% mínimo) es el más económico y utilizado en operaciones menos críticas. Sin embargo se recomienda su utilización en soldadura con corriente alterna dado que forma una semiesfera en su extremo que corresponde a la forma óptima en cuanto a estabilidad del arco.

El agregado de ThO<sub>2</sub> al tungsteno le confiere varias ventajas: mayor emisividad electrónica, mayor capacidad de conducción de corriente, mayor resistencia a la contaminación, mayor vida útil. Esto se resume en mayor facilidad de encendido y arco más estable. El porcentaje de ThO<sub>2</sub> (Thorio) puede ser de 1% - 2%

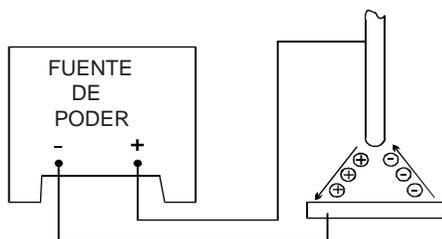
El agregado de ZrO<sub>2</sub> (Zirconio) le da propiedades intermedias entre el tungsteno puro y el thoriado.

La norma AWS A5.12 los clasifica de la siguiente forma:



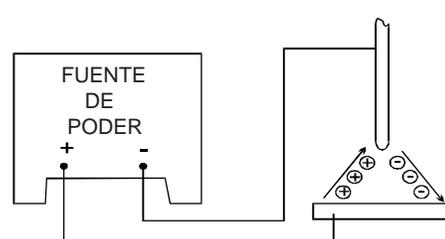
## TIPO DE POLARIDAD PARA LA SOLDADURA CON CORRIENTE CONTINUA

### POLARIDAD INVERSA (ELECTRODO POSITIVO)



Los electrones al entrar por la punta del tungsteno, provocan un sobrecalentamiento del mismo, hasta que se funde. Se debe utilizar con bajo amperaje, y diámetro grueso de electrodo. Sería ideal para soldadura de aluminio, ya que limpia la capa de óxido. Pero es más recomendable utilizar corriente alterna.

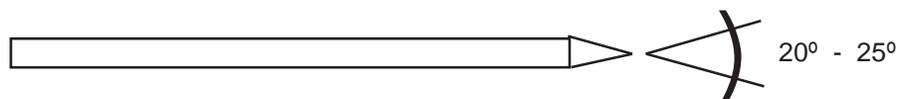
### POLARIDAD DIRECTA (ELECTRODO NEGATIVO)



Los electrones fluyen del electrodo hacia la pieza, evitando el sobrecalentamiento del tungsteno, haciendo que trabaje "frio". De esta manera se pueden utilizar diámetros finos y altos amperajes. Pero no limpia la superficie de óxido.

## PREPARACION DE LA PUNTA DEL TUNGSTENO

Para la soldadura con corriente continua con polaridad directa, hay que afilar la punta del electrodo para lograr un mejor transferencia de electrones.



## TABLA DE RELACION DIAMETRO DE TUNGSTENO - AMPERAJE

DIAMETRO ELECTRODO (MM)	CORRIENTE ALTERNA				CORRIENTE CONTINUA	
	POLARIDAD DIRECTA (ELECTRODO NEGATIVO)		POLARIDAD INVERSA (ELECTRODO POSITIVO)			
	TUNGSTENO PURO	TUNGSTENO ALEADO	TUNGSTENO PURO	TUNGSTENO ALEADO	TUNGSTENO PURO	TUNGSTENO ALEADO
0,5	2 - 20	2 - 20			2 - 15	2 - 15
1,0	10 - 75	10 - 75			15 - 55	15 - 70
1,6	40 - 130	60 - 150	10 - 20	10 - 20	45 - 90	60 - 125
2,0	75 - 180	100 - 200	15 - 25	15 - 25	65 - 125	85 - 160
2,4	130 - 230	170 - 250	17 - 30	17 - 30	80 - 140	120 - 210
3,2	160 - 310	225 - 330	20 - 35	20 - 35	150 - 190	150 - 250
4,0	275 - 450	350 - 480	35 - 50	35 - 50	180 - 260	240 - 350
5,0	400 - 625	500 - 675	50 - 70	50 - 70	240 - 350	330 - 460
6,3	550 - 875	650 - 950	60 - 100	65 - 100	300 - 450	430 - 575

### USO Y CUIDADO DE LOS ELECTRODOS DE TUNGSTENO

Una vez seleccionado el tipo de electrodo que se quiere utilizar, la durabilidad y performance del mismo dependerá en gran medida del uso y mantenimiento del mismo.

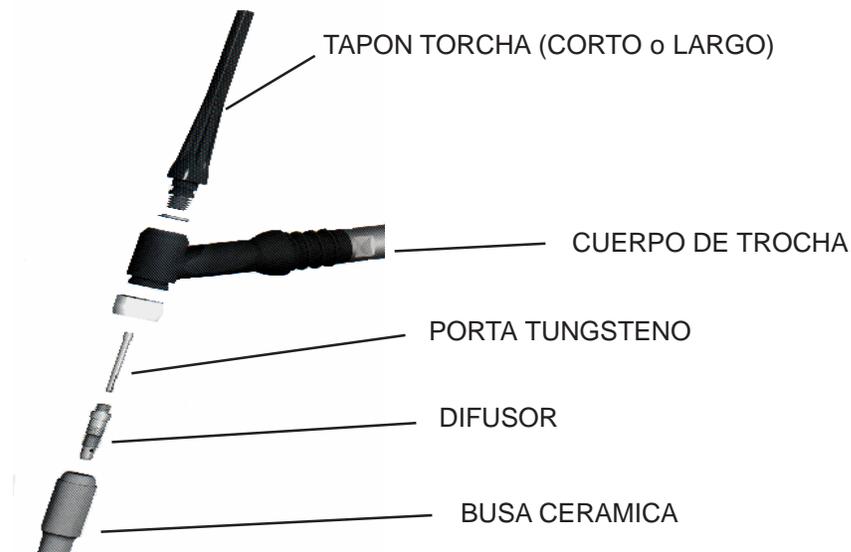
Por ejemplo, en los electrodos que forman extremos o puntas semiesféricas, el diámetro de la misma no deberá exceder una vez y media el diámetro del electrodo. Si un electrodo es de 3 mm., la punta no deberá exceder los 4,5 mm. Un tamaño excesivo de la punta del electrodo conduce al desprendimiento total o parcial de la punta y la consecuente contaminación del baño de soldadura.

El crecimiento de la punta del electrodo es debido a una corriente de soldadura demasiado alta para el diámetro de electrodo.

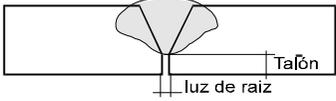
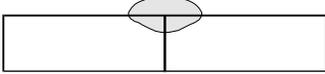
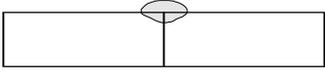
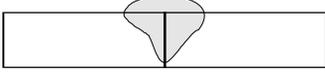
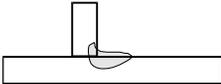
Otro aspecto a tener en cuenta es la contaminación del electrodo, que puede ser por dos motivos:

- Una deficiente protección gaseosa, ya sea por poco o insuficiente caudal de gas, ó por la contaminación del gas causado por pérdida en los conductos ó conexiones dañadas.
- Por contacto del electrodo con el metal líquido del baño de fusión o con la varilla de aporte.

### TORCHA (despiece)



## DEFECTOS EN EL CORDON DE SOLDADURA

DEFECTO	MOTIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de penetración:</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja corriente de soldadura</li> <li>- Inadecuada preparación de la junta (poca luz en la raíz ó excesivo talón)</li> <li>- Avance de la soldadura muy rápido.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ancho excesivo del cordón y chato</li> <li>- Socavación de bordes.</li> <li>- Excesiva penetración.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corriente de soldadura muy alta.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesiva sobremonta</li> <li>- Poca penetración o fusión.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corriente de soldadura muy baja</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cordón demasiado pequeño</li> <li>- Penetración insuficiente</li> <li>- Ondas o gotas muy espaciadas</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesiva velocidad de soldadura.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesiva sobremonta</li> <li>- Excesivo ancho del cordon</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad de soldadura muy lenta</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Socavaciones</li> <li>- Insuficiente aporte de soldadura</li> <li>- Desigualdad de penetración</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesiva corriente de soldadura</li> <li>- Inadecuada ubicación de la varilla de aporte</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inclusiones de tungsteno</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesiva corriente de soldadura para el tungsteno</li> <li>- El electrodo toca el baño de fusión</li> <li>- Electrodo inadecuado para el tipo de corriente utilizada</li> </ul>

## DEFECTOS EN EL ASPECTO DE LA SOLDADURA

DEFECTO	MOTIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficie opaca del cordón</li> <li>- Ausencia de brillo</li> <li>- Oxidación de la superficie del metal depositado</li> <li>- Aspecto irregular del cordón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insuficiente protección</li> <li>- Contaminación del gas</li> <li>- Turbulencia del flujo de gas por excesivo caudal</li> <li>- Gas con alto grado de impureza ó humedad</li> </ul>

**APORTES: CLASIFICACION y APLICACIONES**

NORMA AWS	CLASIFICACION	APLICACIONES
A 5.18	ER 70S-2 ER 70S-3 ER 70S-6	Aceros al Carbono
A 5.28	ER 80S-B2 ER 90S-B3 ER 80S-D2 ER 80S-Ni1 ER 80S-Ni2 ER 80S-Ni3	Ac. al Cr-Mo (1,25 - 0,5%) Ac. al Cr-Mo (2,25 - 1,0%) Ac. al Molibdeno ( 0,50%) Ac. al Niquel ( 1,10%) Ac. al Niquel (2,75%) Ac. al Niquel (3,75%)
A 5.9	ER 308L ER 309L ER 310 ER 312 ER 316L ER 347 ER 410 ER 430 ER 502 ER 505	Ac. Inox. tipo 18/8 Cr/Ni " 24/12 Cr/Ni " 25/20 Cr/Ni " 30/10 Cr/Ni Tipo 18/12 Cr/Ni con Mo Tipo 19/12 Cr/Ni con Nb Inox. Martensítico (13% Cr) Inox. Ferrítico ( 17% Cr) Ac. al Cr-Mo (5,0 - 0,5%) Ac. al Cr-Mo (9,0 - 1,0%)
A 5.10	ER 1100 ER 4043 ER 4047 ER 5356	Aluminio 99% Aluminio al Silicio (5% Si) Aluminio al Silicio ( 12% Si) Aluminio al Magnesio ( 5% Mg)
A 5.14	ER Ni-1 ER NiCu-7 ER NiCr-3 ER NiCrFe-2 ER NiMo-7 ER NiCrMo-3	Aceros base Niquel (mín.93% Ni) Monel (70% Ni - 30% Cu) Inconel (70% Ni - 20% Cr) Tipo Inconel (50%Ni- 17%Cr- 20%Fe) Ac.Ni-Mo (70%Ni - 30%Mo) Ac.Ni-Cr-Mo(70%Ni-20%Cr-10%Mo)

**Notas y Observaciones:**

---



---



---



---



---