



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**"SOLDADURA APLICADA A LA INGENIERIA"**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA**

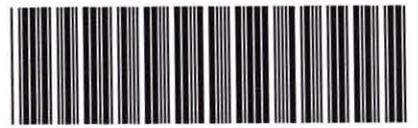
**JOSE ANTONIO PEREZ RODRIGUEZ**

**MONTERREY, N. L.**

**DICIEMBRE 15 DE 1995**

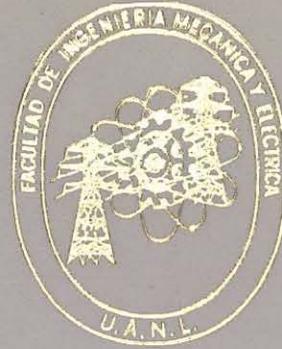
T  
TK466  
P4  
C.1

850



1080064397

T  
023437  
A9



A MIS  
ANTO  
POR  
QUE  
ME  
EN  
MI V

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

A MIS HERMANOS  
RICARDO, ENRIQUE, CARLOS,  
ADRIANA Y MONICA  
MUCHO CARO A SU

**"SOLDADURA APLICADA A LA INGENIERIA"**

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

**JOSE ANTONIO PEREZ RODRIGUEZ**

A MIS FAMILIARES  
CON MUCHO RESPETO Y  
CARO POR SU APOYO  
EN TODO MOMENTO

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE 15 DE 1995

T  
TK4660  
P4

A MIS PADRES :  
ANTONIO Y MARIA ELENA  
POR EL AMOR Y CONFIANZA  
QUE DEPOSITARON EN MI Y  
ME ALENTARON Y APOYARON  
EN TODOS LOS MOMENTOS DE  
MI VIDA .

A MIS HERMANOS :  
RICARDO, ENRIQUE, LUIS CARLOS,  
ADRIANA Y NORMA ELENA CON  
MUCHO CARIÑO A ELLOS .

A MIS FAMILIARES :  
CON MUCHO RESPETO Y  
CARIÑO POR SU APOYO  
EN TODO MOMENTO .

A MI NOVIA :  
G. DIOSELINA CON CARIÑO,  
POR EL APOYO Y AMOR QUE  
ME A DADO EN TODO MOMENTO.

A MIS AMIGOS :  
QUE A LO LARGO DE MI  
VIDA ME HAN APOYADO EN  
SU MOMENTO CON RESPETO.

A DIOS POR HABERME  
PERMITIDO TERMINAR  
MI CARRERA Y ESPERO  
SIGA GUIANDO MI CAMINO.

## **PROLOGO:**

Desde hace muchos años, el uso de la soldadura ha sido y seguirá siendo muy amplia. Dada su extensión y sus variaciones, en la presente obra se tratará de mostrar la soldadura eléctrica y la oxiacetilenica, que son las más comunes formas de soldadura que se emplean actualmente.

Se pretende que esta obra sirva de ayuda tanto a profesionistas como a estudiantes interesados en esta materia, para entender los principios básicos, tanto teóricos como prácticos que aquí se muestran.

## INDICE.

<b>GENERALIDADES</b> .....	3
<b>SOLDADURA CON ARCO</b> .....	4
EFECTO METALURGICO .....	5
TRANSFERENCIA DEL METAL FUNDIDO .....	5
REDUCCION DEL SOPLO MAGNETICO .....	6
<b>CIRCUITO ELECTRICO</b> .....	7
MAQUINAS .....	7
CABLES .....	10
TIERRA .....	12
PORTA-ELECTRODO .....	12
POLARIDAD DE LOS CIRCUITOS .....	13
<b>EL ELECTRODO</b> .....	14
IDENTIFICACION .....	16
<b>SEGURIDAD</b> .....	18
<b>FUNDAMENTOS PARA LA OPERACION DE SOLDAR</b> .....	22
REGLAS BASICAS .....	22
FORMACION DEL ARCO .....	23
DEPOSITO DEL CORDON .....	25
MOVIMIENTOS DE COSTURA .....	26
<b>SOLDADURA OXI-ACETILENICA</b> .....	27
CILINDRO DE OXIGENO .....	28
CILINDRO DE ACETILENO .....	28
REGULADORES .....	29
MANOMETROS .....	30
MANGUERAS .....	30
SOPLETES PARA SOLDADURA .....	31
BOQUILLAS PARA SOLDADURA .....	32
SELECCION DE BOQUILLA .....	33
GAFAS PARA SOLDAR .....	34
ENCENDEDOR DE FRICCION .....	34
<b>TIPOS DE FLAMAS DE OXI-ACETILENO</b> .....	35
<b>CORTE CON SOPLETE OXI-ACETILENO</b> .....	38
EQUIPO DE CORTE .....	39
PASOS PARA ENCENDER EL SOPLETE .....	39
REGLAS DE SEGURIDAD PARA EL CORTE .....	40
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	41

## GENERALIDADES.

La soldadura, por su amplia difusión, ha alcanzado una gran importancia y desarrollo sin precedentes; además de sustituir casi por completo a las operaciones de remachado ya que nos garantizan una resistencia a la cohesión mayor o por lo menos igual a la de los materiales a unir.

En muchos aspectos de la construcción naval, civil y aérea es un proceso insustituible y a la industria le ha ahorrado mucho dinero en la reparación y/o reconstrucción de piezas y maquinaria.

Por definición, la soldadura es el proceso que permite efectuar la unión de piezas metálicas mediante la acción de calor, con o sin el empleo de materiales de aporte, de tal manera que en los puntos de unión, se verifique la continuidad entre las piezas citadas.

Existen dos tipos de soldadura:

- a)- la soldadura con fusión.
- b)- la soldadura sin fusión.

Dentro de la soldadura con fusión se encuentran los procesos de soldadura siguientes: - con arco (AW:Arc Welding) con sus modalidades  
- con oxígeno y gases combustibles (OFM).  
- otras soldaduras.

Debido a la extensa gama de modalidades de soldadura por fusión con arco y a su uso en la industria moderna, este estudio se enfoca únicamente a la soldadura con metal y arco protegido cuyas iniciales en inglés son SMAW (Shielded Metal Arc Welding).

## SOLDADURA CON ARCO ELECTRICO.

La soldadura con metal y arco protegido (SMAW) es un proceso de soldadura con fusión donde intervienen un arco voltaico que genera una gran cantidad de calor, y un material de aporte (electrodo) que esta revestido con materiales especiales para dar una atmósfera protectora a la soldadura.

Cuando la persona se encuentra soldando acerca el electrodo al metal base, se produce el arco entre el electrodo y el metal base. Este arco, que es muy caliente hace que se funda el metal base y el electrodo, y el metal fundido de éste fluye hacia la unión.

Como ya se dijo, el calor generado es resultado de la descarga eléctrica y la transferencia del metal de aporte se realiza en forma de pequeños glóbulos cuya secuencia mantiene cerrado el circuito, conservando el metal a la temperatura de fusión como consecuencia del calor desarrollado. Esta cantidad de calor desarrollado varia según la polaridad, aceptandose en la práctica que en el polo positivo se produce aproximadamente el 60% del calor total.

## EFECTO METALURGICO.

El proceso de soldadura por arco eléctrico comprende tres fases, desde el punto de vista metalúrgico:

Primera fase: se produce la fusión de una pequeña zona del electrodo mediante el calor generado como consecuencia de:

- a)- los iones que ceden su energía cinética a la gota de metal fundido.
- b)- por el efecto de conducción y convección del calor, de los gases calentados a altas temperaturas en el espacio del arco.
- c)- por la reacción exotérmica que se verifica en la gota metálica.

Segunda fase: el metal pasa del extremo del electrodo a la zona líquida formada por el metal base (cráter), en este instante el arco tiende a extinguirse y la temperatura de los gases alrededor del cráter, disminuye.

Tercera fase: el metal depositado se enfria y cristaliza en el metal base, dando lugar a la formación del cordón de soldadura.

### LA TRANSFERENCIA DEL METAL FUNDIDO.

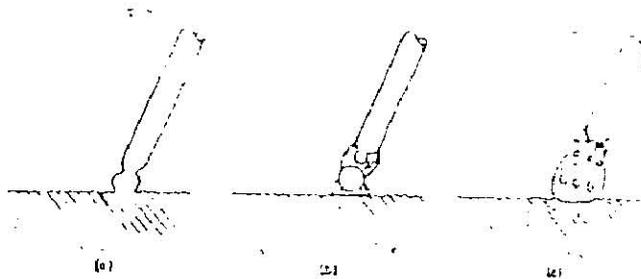
Este fenómeno (la transferencia) es también conocido como "efecto de estrangulamiento" y se basa en lo siguiente: si una corriente eléctrica de valor constante fluye por un conductor cilíndrico, la inducción del flujo magnético creado se encuentra en la periferia del conductor, decreciendo hasta cero, en el centro del conductor.

Debido a la tensión de las líneas magnéticas, el electrodo soporta una fuerza dirigida hacia el centro y la presión hidrostática de la gota de metal fundido, tendrá su máximo en el centro, provocando el efecto de estrangulamiento.

El transporte de metal de aporte se debe a que en la base de la gota de metal fundido que está en contacto con la parte sólida del electrodo, hay siempre una mayor presión hidrostática; y en virtud de que el metal fundido tiene cierta viscosidad, la "garganta" de la gota se reduce paulatinamente por el efecto de estrangulamiento hasta que por último, se separa del extremo del electrodo.

La inestabilidad del arco confirma que en efecto la transferencia del metal fundido, se presenta en pequeños glóbulos.

Teóricamente se estima que la temperatura del arco varia entre 2000 y 3000 grados centigrados, pero en condiciones reales de trabajo han llegado a ser entre los 3400 y 4000 grados centigrados.



#### REDUCCION DEL SOPLO MAGNETICO.

Para entender que es un soplo magnético, hay que recordar que todo conductor por el que fluye una corriente eléctrica, es rodeado por un campo magnético cuyas líneas de fuerza se orientan según la dirección del flujo de la corriente eléctrica. Dichas líneas nunca se tocan y ejercen una fuerza cuando se aproximan unas a otras: esta

fuerza es proporcional a la cantidad de corriente que fluye por el conductor y su imagen es una serie de anillos concéntricos que le rodean.

El efecto magnético de esta fuerza es conocida como "soplo magnético". Esta desviación del arco ocurre cuando se suelda en una esquina con corriente continua. En la figura se puede visualizar que estas ondas se mueven a lo largo del metal conforme avanza la soldadura; si estas ondas hacen contacto con los círculos de fuerza que vienen de la grapa de tierra, que también es conductora de la corriente, la alteración o disturbio ocurre en el punto en que se encuentran los dos grupos de círculos u ondas magnéticas. El arco se mueve de manera inestable y el metal fundido del electrodo empieza a oscilar, por lo que es difícil dirigirlo.

Para eliminar o reducir al mínimo la desviación del arco se recomiendan los siguientes pasos:

- a)- Cambiar a corriente alterna
- b)- Mueva la grapa de tierra a otro lugar en la pieza que se esta trabajando.
- c)- Cambie la dirección de la soldadura.
- d)- Utilice una grapa magnética para tierra.

La inversión constante de la corriente alterna impide que aumente el flujo o fuerza.

#### **CIRCUITO ELECTRICO.**

#### **MAQUINAS.**

Como se puede observar en la figura el circuito se inicia en la terminal o borne donde se sujeta el cable del electrodo a la máquina y acaba en la terminal o borne en que se fija el cable de tierra a la máquina.

Se tiene que cerrar el circuito para que la corriente fluya, estableciendo así la continuidad necesaria para mantener encendido el arco.

En el mercado existen varios tipos de máquinas electrosoldadoras entre las que se encuentran:

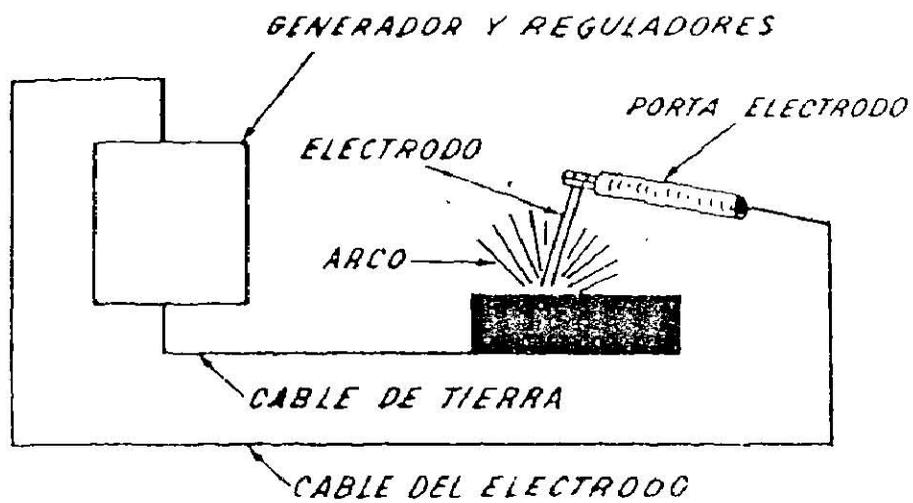
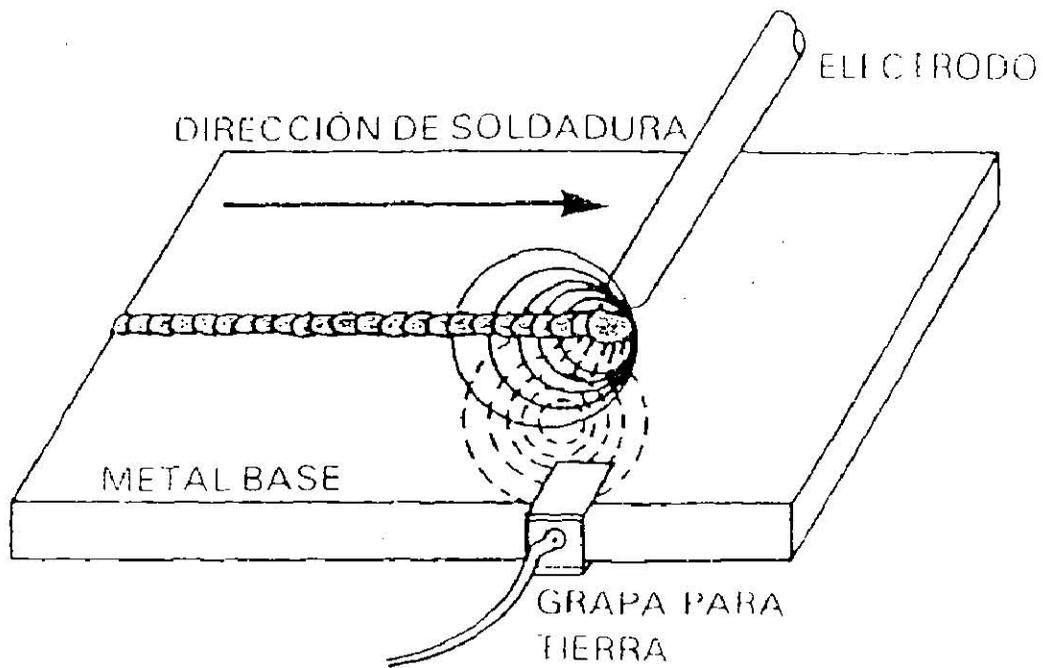
- 1.- Motor generador
- 2.- Motor a gasolina-generador
- 3.- De rectificador
- 4.- Combinación de transformador con rectificador.

Cada tipo sirve para su propósito pero la función básica es la entrega de una fuente regulada de corriente eléctrica para soldar.

Dicha corriente se caracteriza por ser de alta intensidad (amperaje) y baja tensión (voltaje); el alto amperaje es necesario para producir calor suficiente en el arco, mientras que el bajo voltaje será un valor tal que pueda mantener encendido el arco. Todas las máquinas citadas tienen su control de regulación para que el operario pueda seleccionar un arco enérgico o débil según las necesidades del trabajo.

Las potencias de las máquinas electrosoldadoras viene dada por el valor de la corriente de salida cuya variación es de 100 hasta 1200 amperes y aún más, como en el caso de algunas máquinas industriales; dicha potencia queda bajo el control de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) que establece una capacidad muy inferior al valor de sobrecarga máxima de la máquina, asegurando así un servicio eficiente y seguro.

La potencia está referida a la duración de carga por ciclo de servicio, considerando esta duración como el tiempo dentro de un período de 10 minutos en que la máquina puede operar a la capacidad



indicada. Por ejemplo: si una máquina tiene una potencia de salida de 300 amperes con una duración de carga por ciclo de trabajo del 60%, indica que la máquina puede ser operada sin problemas de ninguna especie, a 300 amperes durante 6 minutos de cada 10. En la industria el ciclo de trabajo más usual es el de 60%.

En la soldadura la relación voltaje-amperaje es de máxima importancia. Existen dos tipos diferentes de voltajes que son: el voltaje del circuito abierto y el voltaje del arco.

En el primer caso, el voltaje de circuito abierto es cuando la máquina genera pero no se está soldando. Los valores varían entre 50 a 100 volts.

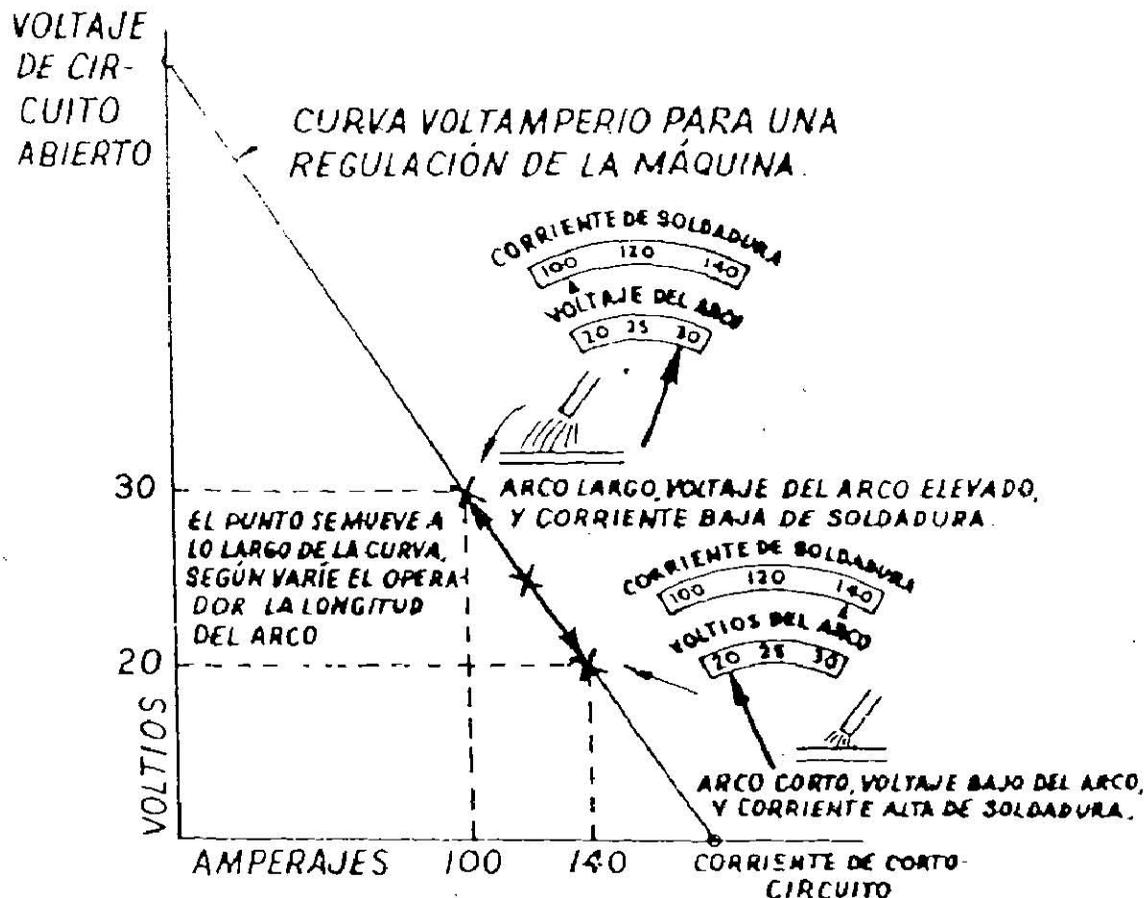
En el segundo caso el voltaje del arco es el que existe entre el electrodo y el metal base cuando se está soldando y su valor varía entre 15 a 40 volts. El voltaje en vacío baja al valor del voltaje del arco, cuando éste se enciende y la carga esta registrada por la máquina; el valor del voltaje del arco es afectado por la longitud de éste y por las características del electrodo que se usa, pues si el arco se acorta, el voltaje decrece y se alarga, el voltaje aumenta. El valor del circuito en vacío influye poco en el voltaje del arco, sin embargo, si afecta a las características del mismo.

#### CABLES.

La corriente para soldar parte de la fuente de energía hacia el porta-electrodo através de un cable de cobre o de aluminio aislado, que debe ser muy flexible. El conductor de aluminio tiene mucho menor masa que el de cobre, pero no puede conducir la misma cantidad de corriente que el de cobre. Dicho cable esta formado por cientos de alambres muy finos dentro de una envoltura de papel tipo estraza muy

grueso que permite al conductor deslizarse libremente, dentro de su envoltura aislante, cuando el cable es doblado. El forro de estos cables es de neopreno o caucho (hule) que tienen una resistencia a la acción abrasiva del medio. En la toma de tierra se usa un cable menos flexible pero también muy resistente al desgaste. La distancia entre la máquina de soldar hasta la zona de trabajo debe ser lo más corta que se pueda. Los cables no deben estar enrollados sino que siempre se deben estirar para evitar la posibilidad de generar un campo magnético que tendría un efecto negativo en el comportamiento de la máquina.

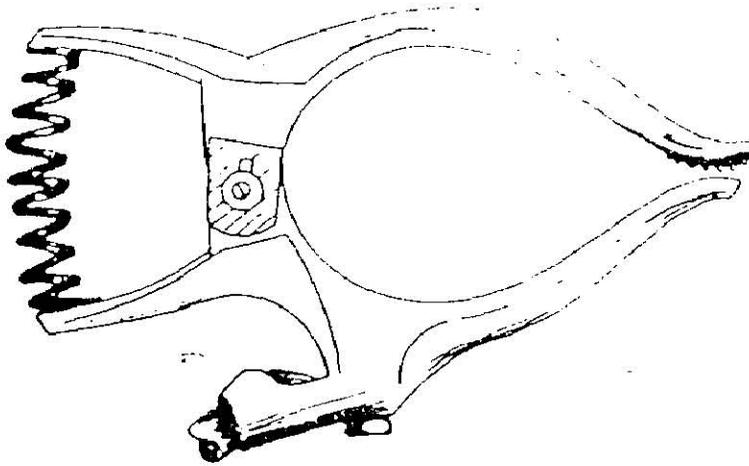
Por lo regular al adquirir una máquina de soldar el fabricante recomienda los calibres de cables que se deben usar para evitar sobrecalentamientos.



## TIERRA.

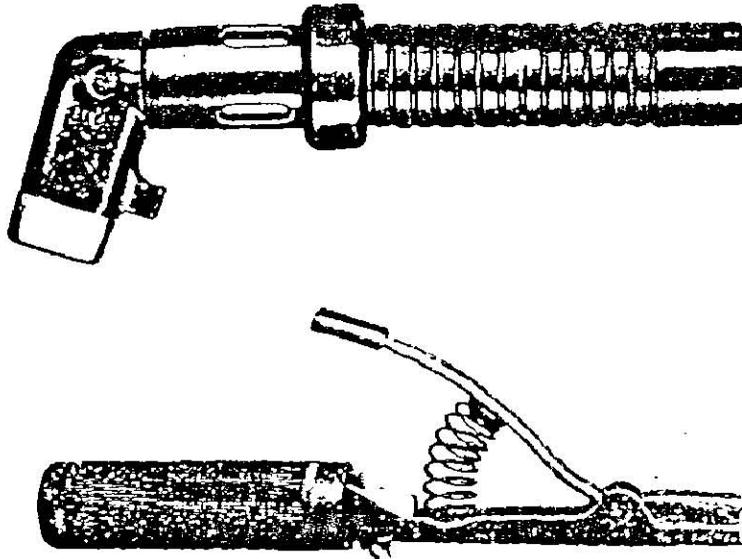
La grapa para tierra se sujeta en la pieza de metal que se va a soldar con el cual se completa el circuito de soldadura cuando el electrodo toca el metal. Se pueden obtener tomas de tierra magnéticas que a veces son muy necesarias cuando se suelda en superficies grandes, pero las más comunes son las de resorte por su fácil sujeción.

Es muy importante recordar que si no se completa el circuito eléctrico, hay posibilidades de sufrir una descarga.



## PORTA-ELECTRODOS.

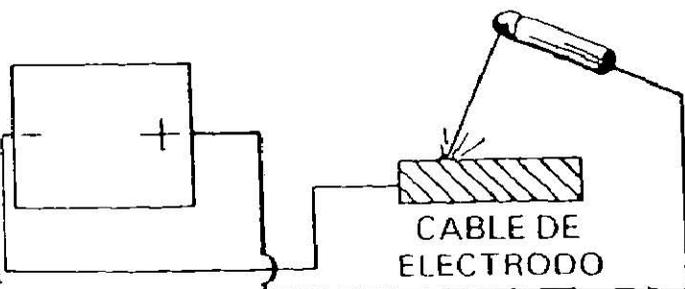
Como su nombre lo indica sirven para sujetar y conducir al electrodo durante el trabajo, debiendo ser liviano, perfectamente aislado y fuerte; tendrá un tamaño adecuado para la capacidad máxima de la unidad generadora, debiendo soportar también el intenso calor que genera el arco eléctrico.



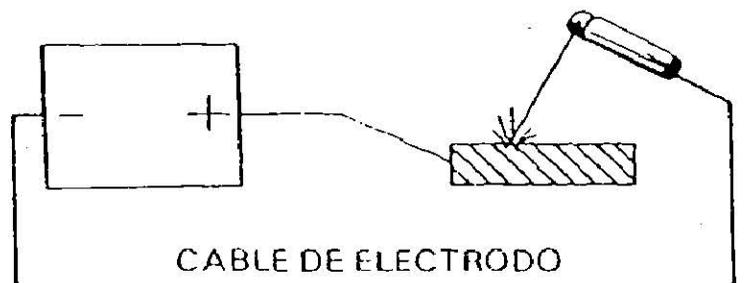
#### POLARIDAD DE LOS CIRCUITOS.

En los procesos de soldadura se utilizan tanto las corrientes continuas como las corrientes alternas. Esto lo determinará, en algunos casos, el proceso específico de soldadura pero para la SMAW la polaridad la determinará el revestimiento del electrodo. Esta polaridad se puede controlar en las máquinas de corriente continua. para cambiar de polaridad no es necesario cambiar los cables, en la mayoría de las máquinas se encuentra una palanca que al moverla, cambia de polaridad.

Como es obvio, tenemos dos polaridades: la positiva (que es conocida como inversa) y la negativa (que es conocida como directa).



Polaridad inversa (Positiva)



Polaridad directa (Negativa)

## EL ELECTRODO.

El electrodo es la parte más importante del circuito de soldadura. El electrodo consta de un núcleo y su recubrimiento. El alambre del núcleo de un electrodo, en casi todos los casos, se hace del mismo metal que el de las piezas que se van a soldar. La finalidad del alambre del núcleo es conducir la energía eléctrica a el arco y suministrar el metal de relleno o aporte adecuado.

El recubrimiento tiene muchas funciones. Si no lo hubiera, el metal fundido se combinaría con el oxígeno y el nitrógeno del aire. Por lo cual es necesario proteger tanto al metal de aporte como al metal base fundido cuando se suelda; éste es la mezcla de metal base fundido y el metal de aporte que al solidificarse forman la soldadura en sí. El arco se puede proteger con una envoltura de gas inerte, el cual no producirá una reacción química con el metal fundido. El recubrimiento de los electrodos suministra el gas protector. Este es el proceso de soldadura con metal y arco protegido (SMAW).

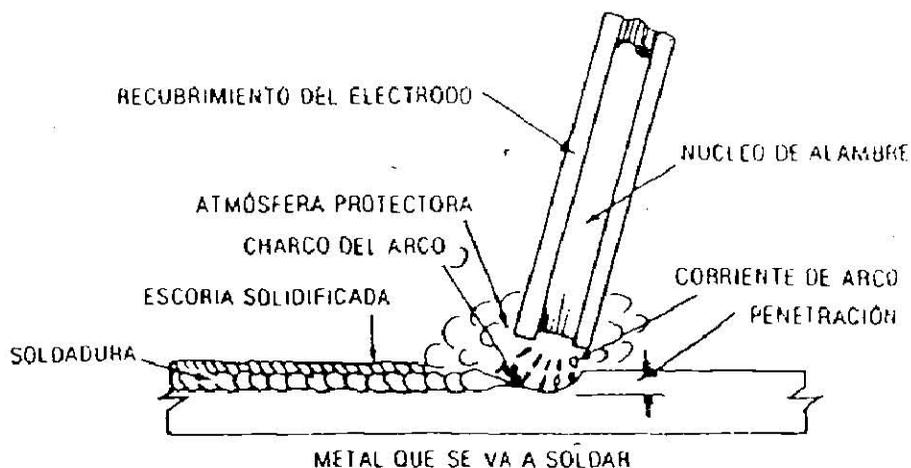
Las principales funciones de los recubrimientos de los electrodos son:

- a)- reducir al mínimo la contaminación del metal de soldadura con el oxígeno y el nitrógeno atmosféricos.
- b)- compensar la pérdida de ciertos elementos durante la transferencia de metal a través del arco, porque el recubrimiento incluye aleaciones.
- c)- concentrar el arco en una zona específica porque forma una tasa o copa en la punta del electrodo, que se debe a la fusión más lenta del recubrimiento.

El recubrimiento también forma escoria en la parte superior del metal fundido que se suelda, la cual protege al metal fundido durante

su enfriamiento y también ayuda a configurar la soldadura. Esta también debe poseer las siguientes características:

- a)- tener un punto de fusión más bajo que el metal que se suelda.
- b)- tener una densidad en su estado fundido que sea menor que la del metal de soldadura.
- c)- tener la viscosidad suficiente para que no fluya sobre una superficie muy grande.
- d)- no debe tener elementos que produzcan reacciones indeseables con el metal de soldadura.
- e)- se dilatará pero en forma distinta a la del metal de soldadura, para que se pueda desprender éste cuando esté frío.
- f)- tener una tensión de superficie que impida la formación de glóbulos grandes.



## IDENTIFICACION.

Para evitar una soldadura eficaz, se debe utilizar el electrodo dependiendo de los metales que se van a unir, la penetración que se requiere y la posición de trabajo.

La American Welding Society (AWS) creó un sistema de numeración que se utiliza en la industria de la soldadura y que consta de cuatro o cinco dígitos anteponiéndose a ellos la letra "E". Estos números significan lo siguiente:

- a)- el prefijo "E" significa electrodo y se refiere a soldadura por arco.
- b)- los dos números siguientes (si se usan cuatro dígitos) o tres (si se usan cinco dígitos) multiplicados por 1000, indica la resistencia a la tracción del metal del electrodo en libras por pulgada cuadrada (psi).
- c)- el penúltimo dígito indica la posición en la cual se puede usar el electrodo y estas son:
  - 1.- todas las posiciones.
  - 2.- posición horizontal o plana.
  - 3.- posición plana solamente.
  - 4.- posición vertical.
- d)- el último dígito no tiene significado si se le considera por sí solo. Pero los dos últimos dígitos considerados en conjunto indican la polaridad.
  - E XX10 corriente continua polo positivo.
  - E XX11 corriente continua, polo positivo o corriente alterna.

E XX13 corriente continua, polo negativo o corriente alterna.

E XX14 corriente alterna o corriente continua.

E XX15 corriente continua, polo positivo.

E XX16 corriente alterna o corriente continua, polo positivo.

E XX24 corriente alterna o corriente continua, ambos polos.

E XX27 corriente alterna o corriente continua, polo negativo.

E XX20 corriente alterna o corriente continua.

E XX30 corriente alterna o corriente continua.

e)- para los diferentes tipos de revestimientos se explica lo siguiente:

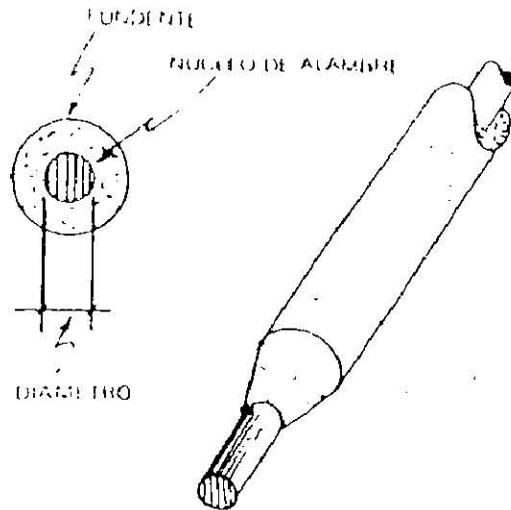
E-6010 y E-6011 tienen un revestimiento con alto contenido de materia organica (celulosa).

E-6012 y E-6013 tienen un revestimiento con alto contenido de óxido de rutilio (titanio).

E-6015 y E-6016 tienen un revestimiento con bajo contenido de hidrógeno (cal y carbonato de sodio o bien cal con óxido de rutilio).

E-6020 y E-6030 tiene un revestimiento con alto contenido mineral (óxido de hierro u óxido de manganeso).

E-6014, E-6024 y E-6027 tienen un revestimiento consistente de hierro en polvo.



ESPESOR DEL METAL		TAMAÑO DEL ELECTRODO		AMPERAJE
MILIMETROS	CAL. O IN	MILIMETROS	PULGADAS	
1.3	18	1.6	1/6	50-80
1.6	15	2.5	3/32	50-80
1.9	14	3.2	1/8	90-135
2.7	12	3.2	1/8	90-135
3.4	10	4.0	5/32	120-175
4.8	3/16	4.0	5/32	120-175
6.4	1/4	4.0	5/32	120-175
7.9	5/16	5.0	3/16	200-275
12.7	1/2	6.0	1/4	250-350
19.0	3/4	6.0	1/4	250-350
25.4	1	6.0	1/4	325-400

## SEGURIDAD

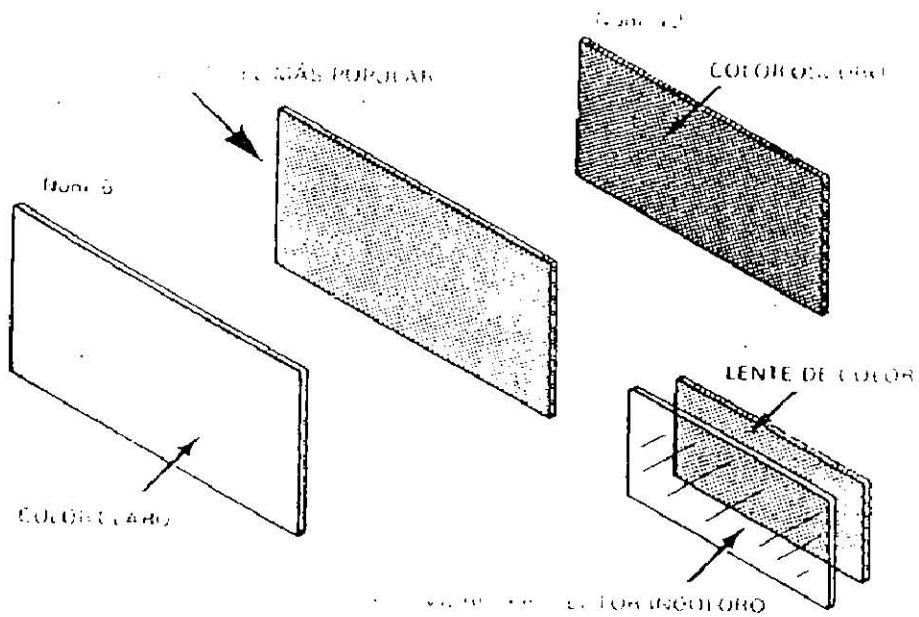
En la figura se muestra como la persona debe utilizar la ropa y el equipo de seguridad apropiado para la protección de el calor,

chispas, luz y radiación que se desprenden al efectuar el proceso de soldar. Se utilizan las siguientes reglas:

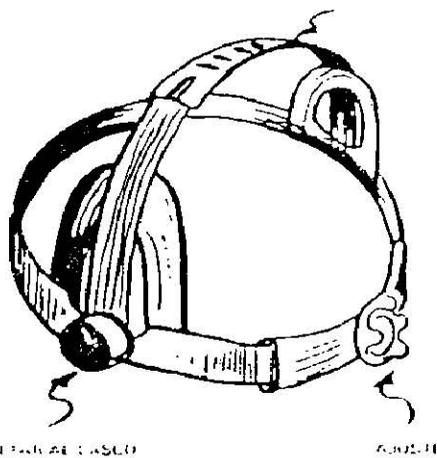
- 1)- Utilice siempre el casco (careta) con lentes del grado correcto.
- 2)- Antes de empezar a soldar, examine el lente para ver si no tiene grietas.
- 3)- Utilice siempre ropa resistente al fuego.
- 4)- Antes de empezar a soldar, compruebe que las demás personas estén protegidas contra la luz que desprenda el arco.
- 5)- Utilice una pantalla no reflejante para proteger a quienes trabajan cerca de usted.
- 6)- Nunca forme un arco cerca de una persona que no esté protegida.
- 7)- Utilice ropa de color oscuro, pues el color claro refleja el arco.
- 8)- Mantenga las mangas de la camisa bajadas hasta el puño y abotone todo el frente hasta el cuello.
- 9)- Apague la máquina cuando no esté en uso.
- 10)- No deje el electrodo en el porta-electrodo.
- 11)- Nunca trabaje en un sitio húmedo.
- 12)- Utilice siempre gafas con protectores laterales contra deslumbramientos.
- 13)- Compruebe que la pieza, el banco de trabajo o ambos estén conectados a tierra.
- 14)- No haga conexiones a tierra en ninguna tubería.
- 15)- No sobrecargue los cables.
- 16)- Nunca forme el arco sobre un cilindro de gas comprimido.
- 17)- Informe de inmediato si sufre deslumbramiento.
- 18)- Ponga los cabos de los electrodos en un recipiente metálico separado; no los tire al suelo.

- 19)- No cambie de polaridad al estar usando la máquina de soldar.
- 20)- No haga funcionar una máquina de soldar movida por un motor de combustión interna (gasolina o diesel), sin antes comprobar que haya suficiente ventilación y descarga de los gases de escape.

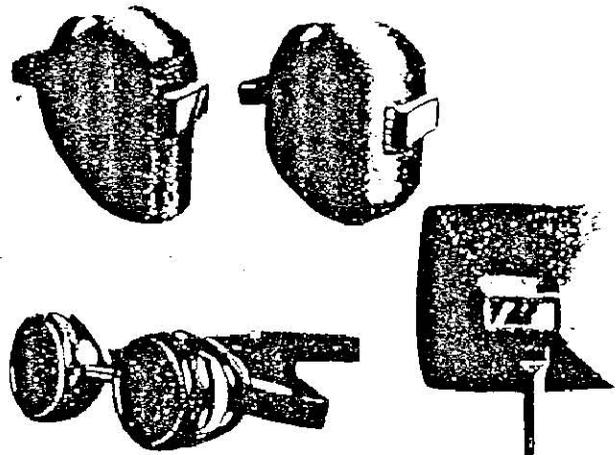




Lentes para soldar.



Banda ajustable para casco



Cascos, caretas de mano y gafas protectoras

# FUNDAMENTOS PARA LA OPERACION DE SOLDAR. (SMAW)

## REGLAS BASICAS.

Existen cuatro aspectos que los supervisores, instructores o soldadores deben de observar al trabajar con soldadura de arco. A estos aspectos se les llama reglas básicas y son :

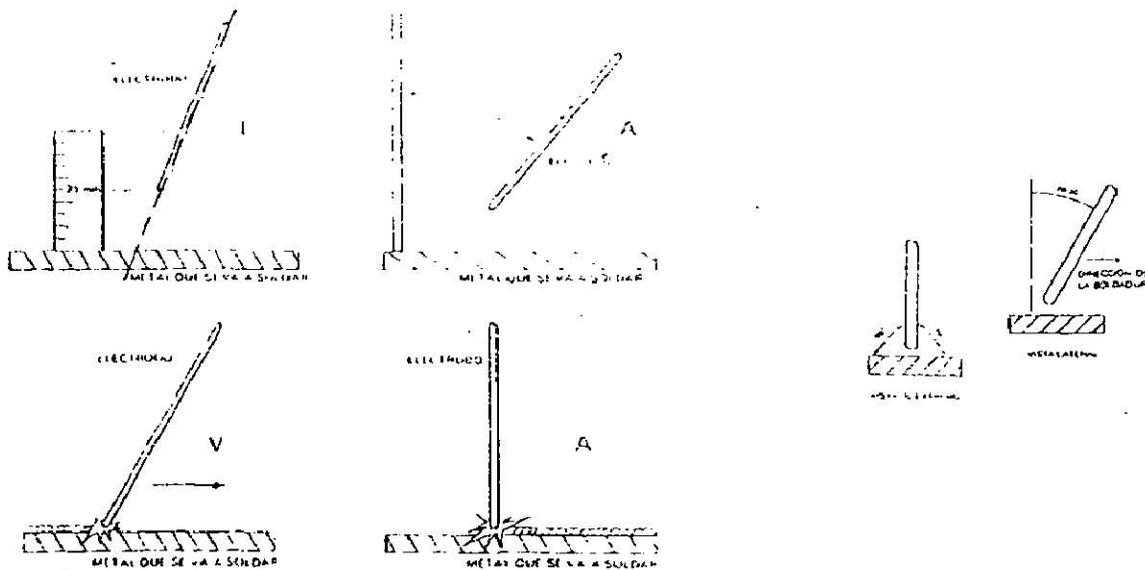
Longitud del arco: la longitud del arco es la distancia entre el electrodo y el metal que se va solda. Se debe mantener a la distancia correcta [al hacer el arco, 3mm (1/8")].

Angulo del electrodo: el electrodo se debe mantener en el ángulo durante la soldadura (como en la figura).

Velocidad del electrodo: se debe mantener una velocidad constante conforme se va formando un buen cordón de soldadura.

Amperaje: el amperaje (el calor) incorrecto produce una soldadura deficiente.

Las reglas se detallan en la siguiente figura:



## FORMACION DEL ARCO.

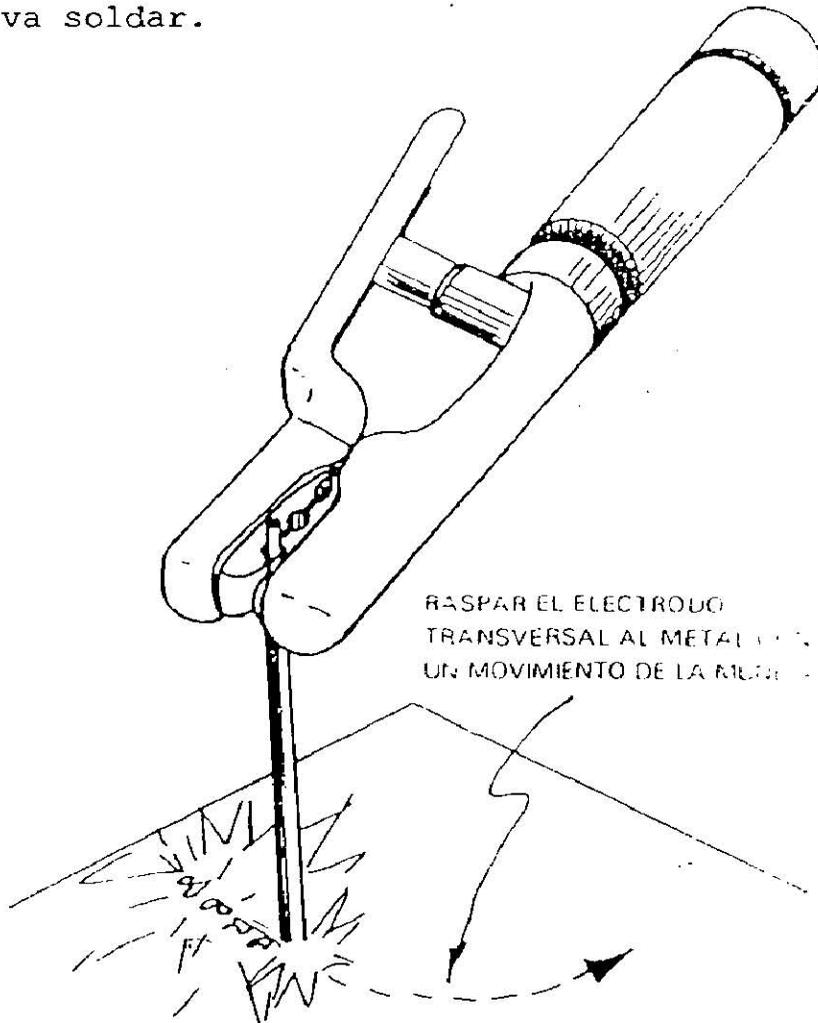
Formar el arco significa tocar el metal que se va soldar con electrodo para formar un arco eléctrico. Se utilizan dos métodos: el método de rayado y el método de golpeado.

El primero es similar a encender un fósforo gigantesco. El segundo como su nombre lo indica, es un método de pequeños golpes suaves en sentido vertical.

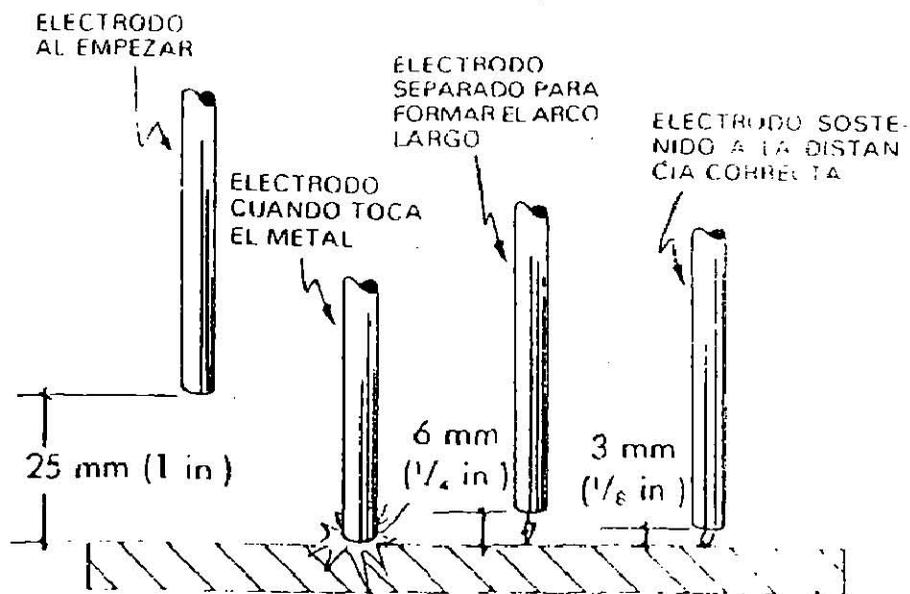
Los pasos para el método de rayado son los siguientes:

- Compruebe que la grapa para tierra este bien conectada.
- Use ropa y equipos protectores.
- El metal debe de estar libre de óxido y mugre.
- Obtenga electrodos y ajuste la máquina al amperaje correcto.
- Empuñe el electrodo en forma cómoda y tome la posición correcta para soldar.
- Arranque la máquina.
- Sostenga el electrodo 25 mm (1") por encima del metal que se va soldar. Debe estar perpendicular con el metal e inclinado de 20 a 30 grados en la dirección del movimiento.
- Baje la careta frente a los ojos.
- Para formar el arco, arrastre o frote el electrodo con rapidez y suavidad sobre el metal que se va a soldar, utilizando solo el movimiento de la muñeca.
- Si se forma correctamente el arco, se producira una centella de luz
- Separe el electrodo unos 6 mm (1/4"). Mantenga esa distancia uno o dos segundos; luego baje el electrodo hasta que quede a 3 mm (1/8") del metal que se va soldar.

En el método de golpeado, son los mismos pasos, excepto el paso en el que el electrodo se arrastra o se frota con rapidez con el metal que se va soldar.



Método de rayado.



Método de golpeado.

## DEPOSITO DEL CORDON.

En la siguiente figura se muestran varios tipos de cordones.

A- Un buen cordón con amperaje y velocidad correctos.

B- Un cordón aceptable, pero con muy bajo amperaje.

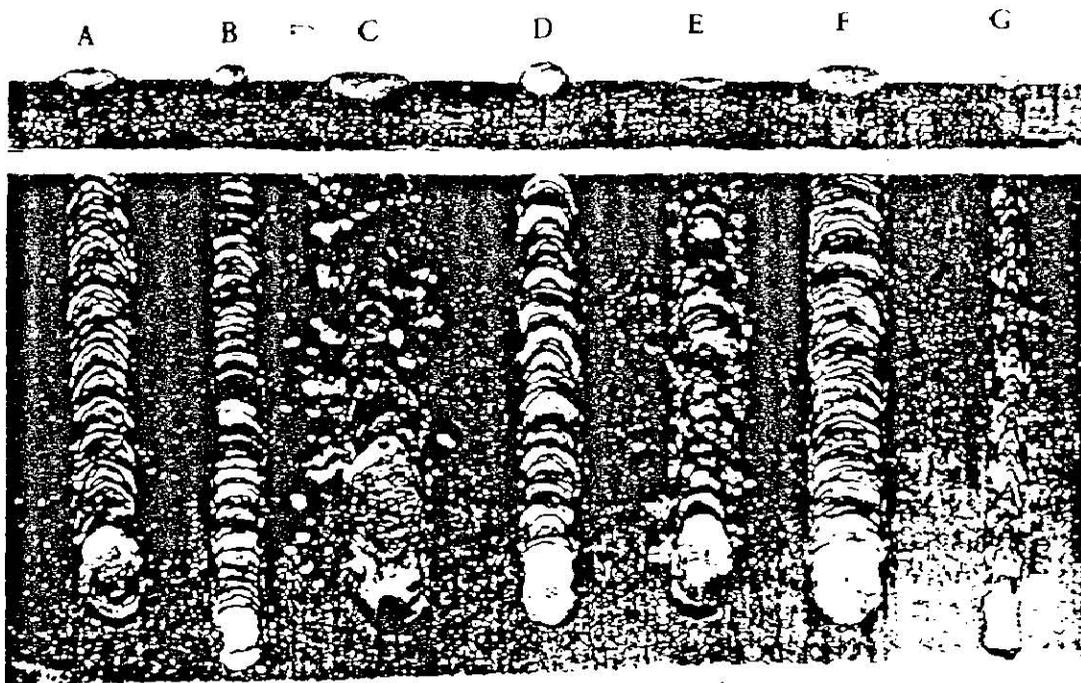
C- Un cordón deficiente; el amperaje fué excesivo.

D- un cordón aceptable; el amperaje fué muy bajo e hizo que el metal de la soldadura se acumulara en el metal que se soldó.

E- Un cordón deficiente; también en este caso se utilizó una corriente incorrecta.

F- Un buen cordón; pero la velocidad de avance fué muy baja. Observe que el cordón esta muy ancho y muy alto.

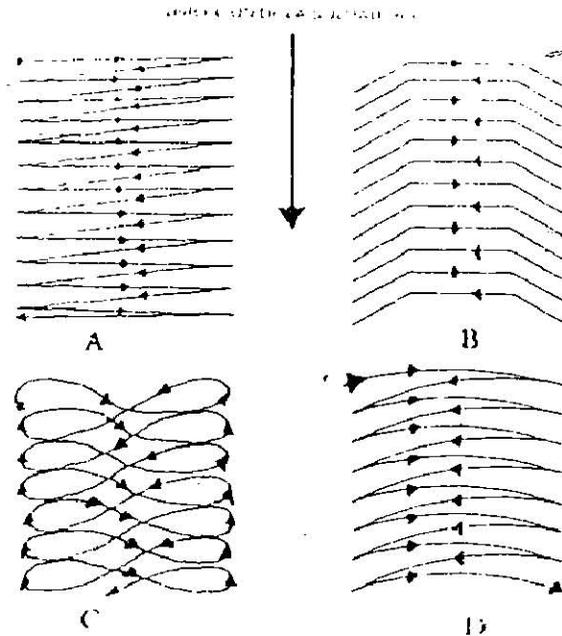
G- Un cordón deficiente; el amperaje estaba correcto, pero la velocidad de avance fué muy alta.



## MOVIMIENTOS DE COSTURA.

Cuando se deposita el metal de soldadura, a menudo es deseable hacer una soldadura más ancha que un cordón sencillo. Para esto se mueve el cordón hacia el frente con movimiento de oscilación o vaiven, a lo largo de la línea de soldadura. De los movimientos que se muestran, el "A" es el más común.

Cualquier movimiento que se aplique debe ser uniforme. Si el de costura o "tejido" no es uniforme ni está bastante cerrado, el resultado será una fusión deficiente y la escoria quedara atrapada entre las soldaduras.



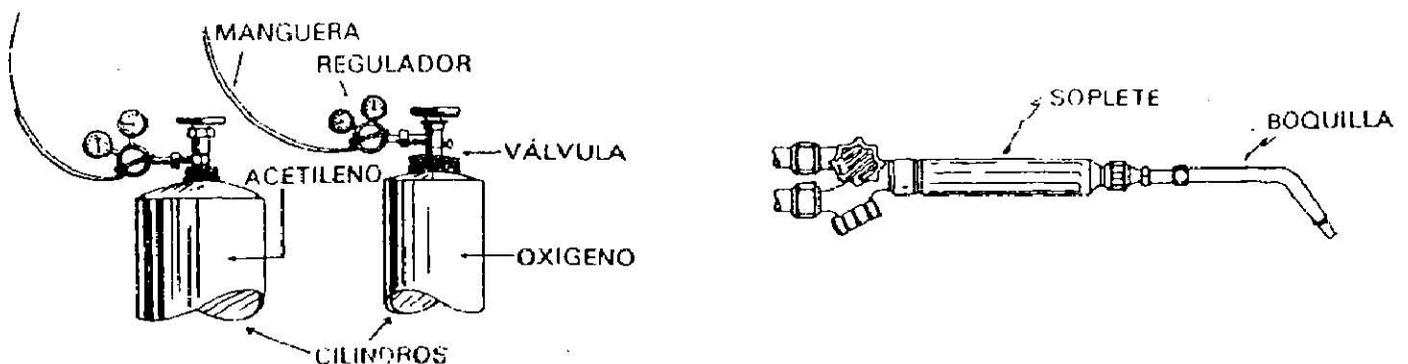
## SOLDADURA OXI-ACETILENICA

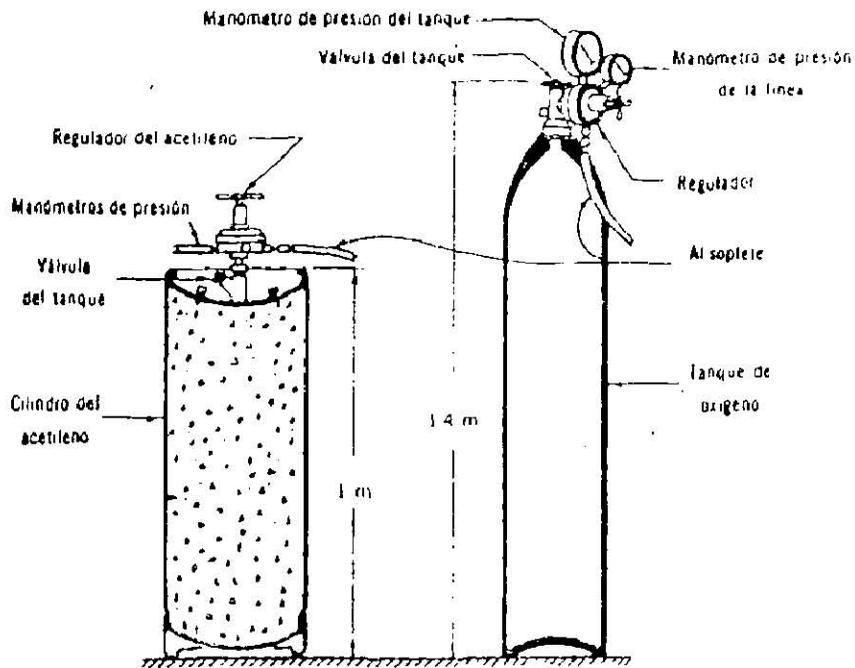
Se produce calentando con la flama que se obtiene de la combustión de la mezcla de oxígeno y acetileno, con o sin el uso de un metal de aporte. El oxígeno se obtiene con el proceso por electrólisis y licuación. El acetileno se obtiene cuando se pone el carburo de calcio en contacto con el agua, la reacción es instantánea y el carbono del carburo cuando se combina con el hidrógeno del agua se produce acetileno.

El equipo básico para la soldadura oxi-acetilenica consta de lo siguiente:

- 1.- Cilindro de oxígeno.
- 2.- Cilindro de acetileno.
- 3.- Reguladores.
- 4.- Manómetros de presión en los cilindros.
- 5.- Manómetros de presión en las mangueras.
- 6.- Mangueras.
- 7.- Soplete.
- 8.- Boquillas.

Las partes se muestran en la figura.





#### CILINDRO DE OXIGENO.

Este cilindro es de menor diámetro y de mayor altura, almacenando oxígeno a una presión de 14 MPA. Este cilindro suele ser de color verde y de rosca derecha.

Algunos problemas que se presentan más comunmente en los cilindros son: roscas dañadas por el uso brusco y cuerpos extraños en la roscas, discos o tapones de seguridad rotos o con fugas. Las manijas de las válvulas difíciles de abrir o cerrar. El sistema de doble asiento no funciona en forma correcta y permite fugas de gas.

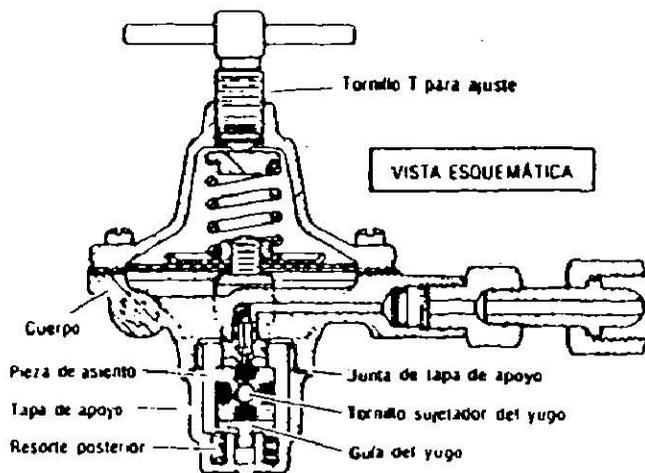
#### CILINDRO DE ACETILENO.

El cilindro de acetileno es más corto y más ancho en comparación con el de oxígeno, se hace en varias piezas, mientras tanto que el de

oxígeno es de una sola. Debido a que este gas no se puede almacenar con seguridad a una presión mayor de 100 KPA, el acetileno se almacena en combinación con acetona. El cilindro se llena con un material de relleno poroso saturado con acetona en el que el gas se puede comprimir. Estos cilindros pueden almacenar acetileno a una presión mayor de 1.7 MPA, y generalmente son de color rojo. Y como precaución tienen su rosca izquierda.

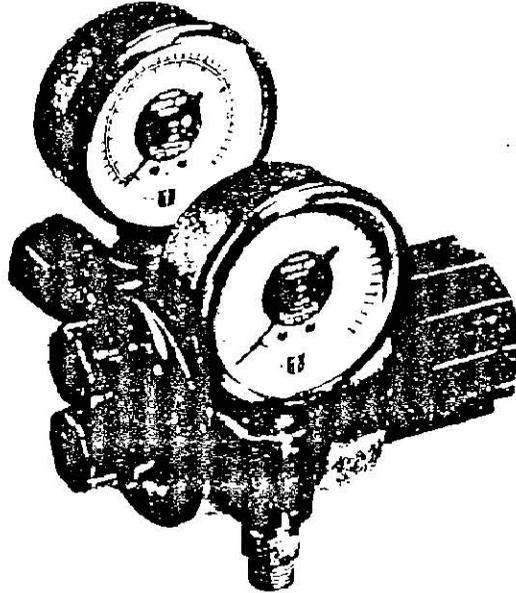
#### REGULADORES.

La función de un regulador es principalmente el de reducir la alta presión que contiene el cilindro a una presión apropiada para trabajar, que permita una circulación uniforme y continua de dicho gas. Los reguladores deben de estar de todo libres de aceite y grasa. Las herramientas, guantes y manos deben mantenerse limpios de grasa y aceite. En las ocasiones en que éstas sustancias se ponen en contacto con el oxígeno a muy alta presión se descomponen y forman dióxido de carbono y vapor de agua, con ésta combinación se puede producir una explosión.



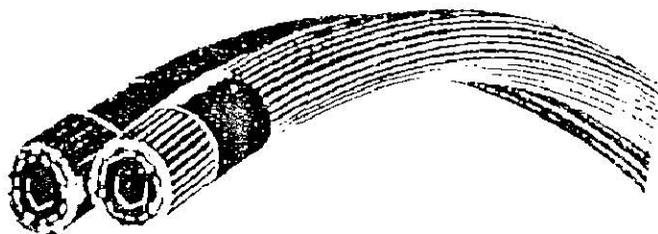
## MANOMETROS.

Los reguladores para el oxígeno y el acetileno siempre están equipados con dos manómetros, el manómetro que está junto al cilindro es para medir la presión de éste y el otro manómetro que está en la salida de las mangueras es para medir la presión de trabajo.



## MANGUERAS.

En el soplete van conectadas dos mangueras de buena calidad. Las mangueras para acetileno son rojas; las mangueras para oxígeno son verdes. Las conexiones en las mangueras y cilindros tienen rosca diferente. La tuerca de la conexión del acetileno tiene rosca izquierda; la del oxígeno tiene rosca derecha. Como precaución adicional para evitar un intercambio accidental y facilitar la identificación, el centro de las tuercas de conexión de acetileno tiene una ranura.



### SOPLETES PARA SOLDADURA

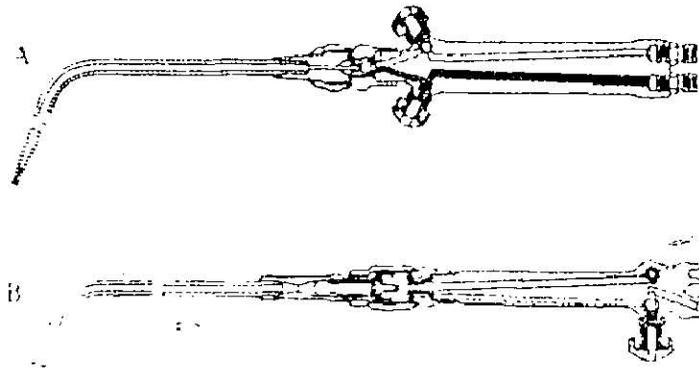
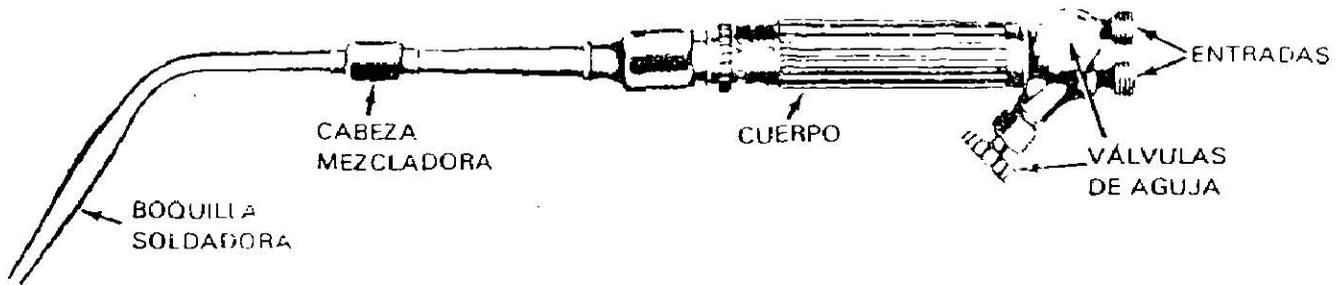
El soplete consta de las siguientes piezas:

- 1- Dos tomas para suministro de oxígeno y acetileno.
- 2- Dos válvulas de aguja para controlar el paso de los gases y efectuar ajustes en la flama.
- 3- Un cuerpo en el cual se conectan las dos tomas y las dos válvulas. El cuerpo es la parte por donde se sostiene el soplete con la mano.
- 4- Cabeza mezcladora para unir los gases en las proporciones correctas.
- 5- Boquilla para soldar, a fin de concentrar y dirigir la flama.

Hay muchos tipos y diseños de sopletes, sin embargo se clasifican en dos categorías: de tipo inyector y de presión media. En el soplete tipo inyector los gases se mezclan por medio de una boquilla de inyección. El oxígeno esta a una presión mucho más alta que el acetileno, cuando el oxígeno pasa por esa boquilla arrastra consigo la cantidad de acetileno para producir la flama deseada.

En el soplete de presión media, los gases se combinan en un mezclador de gases. El soplete más popular en este grupo es el de presión igual o equilibrada (balanceada), en el cual el oxígeno y el

acetileno se suministran a presiones iguales y se combinan en el mezclador en las cantidades correctas.

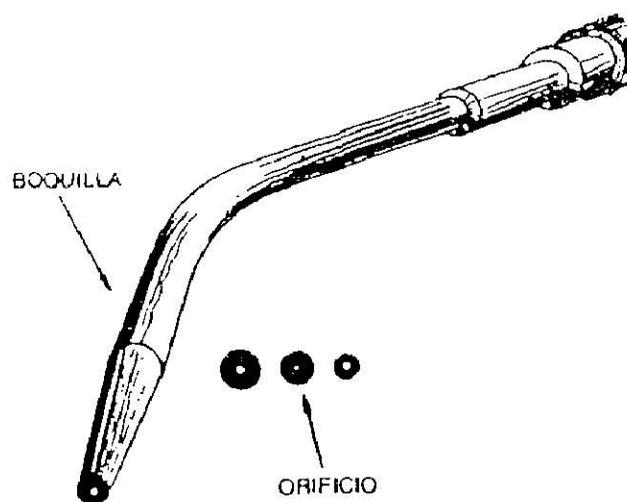


#### BOQUILLAS PARA SOLDADURA.

Se suelen fabricar con cobre blando y de diferentes tamaños. La medida de una boquilla se determina por el diámetro de su agujero en su extremo, se debe utilizar un limpiador de boquillas para mantener aseado dicho orificio.

Antes de conectar la boquilla al soplete se deben examinar las roscas con todo cuidado. Una rosca dañada puede permitir escape de gases que ocasionaría un incendio o explosión. La roscas se pueden

lubricar con grafito o cera de abejas pero nunca con aceite. La mayor parte de las conexiones solo necesitan apretarse con las manos.



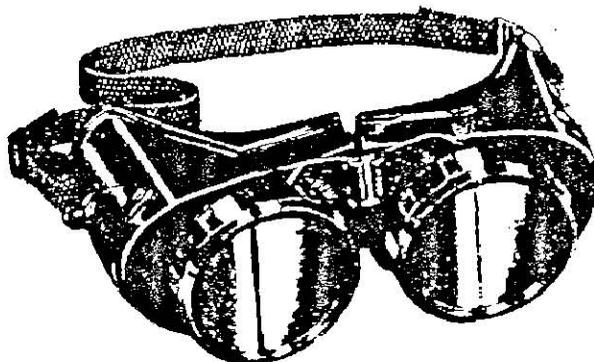
#### SELECCION DE BOQUILLA.

El tamaño de la boquilla se debe seleccionar de acuerdo con el espesor del metal que se va soldar. Si la boquilla es muy grande para el espesor del metal provocara un sobrecalentamiento y perforara el metal con el calor. Si ocurre esto no se debe reducir la presión porque habria flama en retroceso o con interrupciones constantes lo que daña la boquilla.

Si el tamaño de la boquilla es muy pequeño para el espesor del metal, tardara mucho tiempo para fundirse, no se debe aumentar la presión porque produce una flama ruidosa y aspera que se alejara de la punta de la boquilla. (los diferentes tamaños se muestran en la figura).

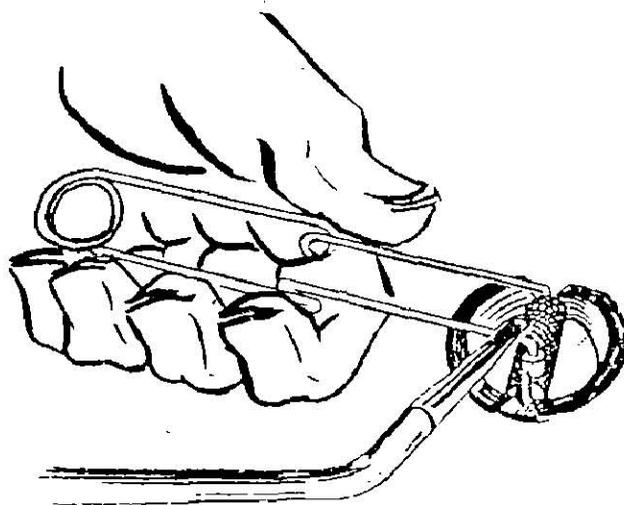
## GAFAS PARA SOLDAR.

Las gafas protegen a los ojos del intenso brillo de la flama, de las chispas que saltan y del metal caliente. Las gafas se hacen con material resistente al calor, tienen ventilación y cinta ajustable a la cabeza.



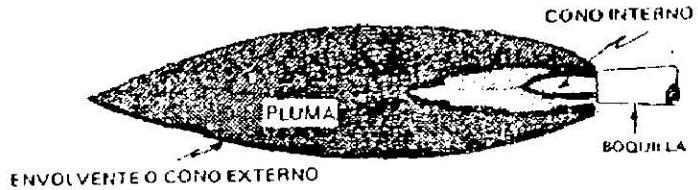
## ENCENDEDOR DE FRICCIÓN.

Siempre se debe usar encendedor de fricción para los sopletes. Nunca se debe usar un fósforo u otro encendedor, si se usa un fósforo la mano queda muy cerca de la flama y se puede quemar. El uso de otro encendedor puede producir una explosión.



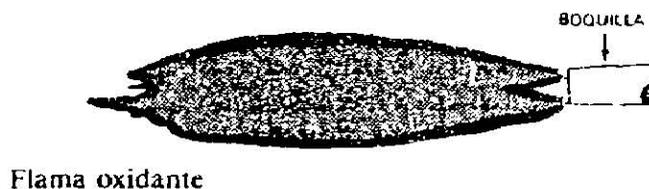
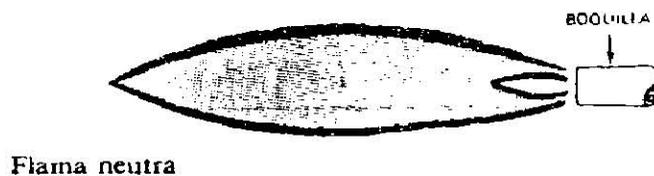
## TIPOS DE FLAMAS DE OXI-ACETILENO.

Las presiones de gas se controlan en el suministro por válvulas reguladoras, y se hace un ajuste final manualmente en el soplete. La graduación de la proporción de los dos gases es de extrema importancia debido a que pueden ser variadas las características de la flama.



Los tres tipos de flamas que se pueden obtener son:

- a)- carburizante o reductora.
- b)- neutra.
- c)- oxidante.



El acetileno que arde en el aire produce una flama larga y amarilla y libera grandes cantidades de carbón.

Cuando hay un exceso de acetileno, se produce un cambio marcado en la apariencia de la flama. En esta flama se encontraran tres zonas. Hay un cono intermedio de color blanquecino entre el cono luminoso y el envolvente exterior que recibe el nombre de pluma, cuya longitud esta determinada por la cantidad de exceso de acetileno. Esta flama se conoce como carburizante o reductora, se usa en la soldadura de metal, níquel, ciertas aleaciones de acero y muchos de los materiales no ferrosos endurecidos superficialmente. Cuando se aplica esta flama al acero lo calienta con mucha rapidez, pero produce carburos que harán que la soldadura esté dura y quebradiza.

Si el soplete se ajusta para proporcionar exceso de oxígeno, se obtiene una flama similar a la neutra, excepto que el cono luminoso interior es mucho más corto y el envolvente exterior parece tener más color. Esta flama oxidante se puede usar en la soldadura por fusión de bronce y latón. Aunque es la más caliente de todas las flamas, cuando se aplica a una pieza de acero produce óxidos que dejan una soldadura muy quebradiza.

De las tres, la flama neutral, es la que tiene más aplicación en operaciones de soldadura y corte. El cono interior luminoso en la punta del soplete requiere aproximadamente de una mezcla 1 a 1 de oxígeno y acetileno. (como en la figura).

Este cono esta rodeado por una flama envolvente exterior que es solo debilmente luminosa y ligeramente azul en color. El oxígeno que se requiere para esta flama proviene de la atmósfera. Se obtiene una temperatura máxima de 3300 a 3500 C. en la punta del cono luminoso.

Cuando se aplica esta flama al acero, lo calienta todavía con más rapidez, pero de ninguna manera altera la soldadura.

La flama neutra es la flama correcta que se debe usar en la mayor parte de las soldaduras en acero. La flama carburizante, reductora y la oxidante solo se usan en casos especiales.

Cuando ocurre una flama en retroceso ésta se apaga y se oye un siseo o chillido fuerte en la boquilla. Suele estar acompañada por la emisión de humo negro por la boquilla. Si esto ocurre se deben cerrar las válvulas del soplete (primero la de oxígeno) y luego las válvulas de los cilindros. Con la flama en retroceso, la flama sigue encendida dentro de la boquilla; si se deja que siga, la flama podría continuar en retroceso hasta los cilindros y la tubería, y podría ocasionar una violenta explosión. Esta es la razón por la que siempre se debe cerrar primero la válvula del oxígeno. Todos los equipos de oxí-acetileno deben de tener un dispositivo para detener o ahogar la flama.

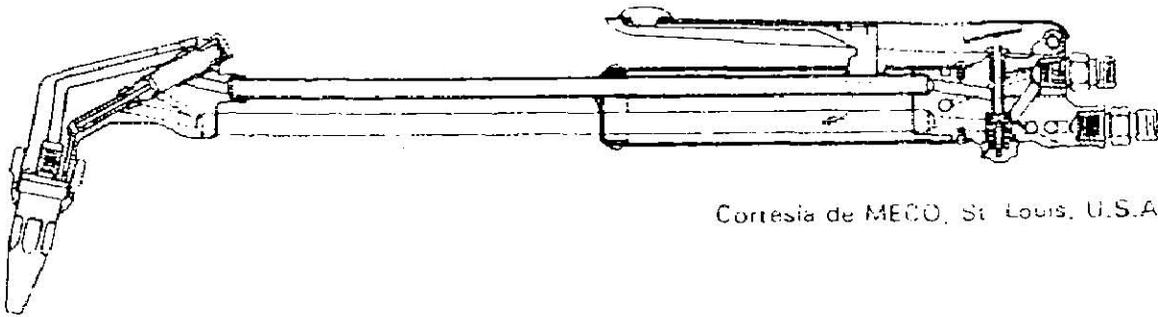
Las causas más comunes de la flama en retroceso son:

- 1- Presiones incorrectas de oxígeno y acetileno.
- 2- Tocar el metal con la boquilla.
- 3- Uso de métodos incorrectos para encender la boquilla.
- 4- Obstrucción en la boquilla.



## EQUIPO DE CORTE.

El equipo básico para cortar es similar al que se utiliza para la soldadura, es decir, suministro de gas, mangueras, reguladores y un soplete. Se pueden usar para el corte los mismos cilindros empleados para la soldadura. Como en el corte se consume más oxígeno, es preferible el sistema múltiple. Se pueden usar las mismas mangueras que para la soldadura; pero, cuando se van a cortar piezas gruesas o se va a trabajar en forma continua, se requiere una manguera de mayor diámetro a fin de tener un suministro adecuado de gas. Se usa el mismo tipo de reguladores; sin embargo, si se van a hacer trabajos grandes de corte, se requieren reguladores capaces de producir presiones mucho más altas.



Cortesía de MECO, St. Louis, U.S.A.

## PASOS PARA ENCENDER EL SOPLETE.

- 1- Compruebe que el equipo está bien armado.
- 2- Póngase siempre la ropa protectora.
- 3- Compruebe que las válvulas del soplete estén cerradas; gradúe los manómetros a la presión correcta.
- 4- Abra 1/4 de vuelta la válvula de acetileno en el soplete y encienda el gas con un encendedor de fricción.
- 5- Abra por completo la válvula de acetileno en el soplete.

6- Abra lentamente la válvula de oxígeno del soplete hasta tener una flama neutra.

7- Con el soplete ya ajustado a una flama neutra, oprima la palanca y compruebe que tiene flama neutra.

8- Para extinguir la flama suelte la palanca de corte, cierre primero la válvula de acetileno en el soplete y, luego, la válvula de oxígeno en el soplete.

#### REGLAS DE SEGURIDAD PARA EL CORTE.

1- La zona de trabajo debe de estar libre de artículos innecesarios.

2- Tener cuidado para protegerse uno mismo y a los demás de las chispas.

3- Compruebe que el metal que va a cortar esté bien soportado y equilibrado (balanceado) de modo que no pueda caerle en los pies o en las mangueras.

4- Compruebe que hay un espacio libre en la parte inferior, para permitir que la escoria del corte se desprenda libremente del metal.

5- Se debe prestar especial atención a la colocación de las mangueras y de cualquier material inflamable.

6- Se debe tener cuidado al empezar un corte. Si se usa un método inadecuado, puede salpicar metal caliente a la cara del operador.

TITULO: SOLDADURA  
AUTOR: JAMES A. PENDER  
EDITORIAL: Mc.GRAW HILL  
EDICION: TERCERA 1989

TITULO: ELECTROSOLDADURA  
AUTOR: A. RUIZ MIJAREZ  
EDITORIAL: REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA S. A.  
DECIMA REIMPRESION 1988

