

# Procesos de Corte y Resanado

## INDICE

---

8.1. Clasificación y definición de los procesos de corte y resanado .....	142
8.2. Corte y resanado con gas combustible.....	144
8.2.1. Fundamentos del proceso .....	144
8.2.2. Equipo de oxicorte .....	146
8.2.3. Procedimientos de corte .....	152
8.2.4. Recomendaciones para conseguir un corte de calidad.....	155
8.2.5. Resanado y biselado .....	157
8.3. Corte y resanado por plasma.....	157
8.3.1. Corte por plasma .....	157
8.3.2. Equipo de corte por plasma.....	159
8.3.3. Calidad del corte.....	161
8.3.4. Aplicaciones .....	163
8.3.5. Resanado por plasma.....	163
8.4. Arco-aire.....	164
8.4.1. Equipo para arco-aire .....	165

## 8.1. Clasificación y Definición de los Procesos de Corte y Resanado

Este capítulo está destinado a los procesos de resanado y corte, entendiéndose por resanado la eliminación de material por fusión, o quemado, para retirar defectos existentes, facilitar la consecución de soldaduras sanas o conseguir un bisel o chaflán.

Los procesos de resanado son variaciones de los de corte, por lo que se tratarán estos últimos y solamente se expondrán sobre los primeros algunos aspectos diferenciadores.

El corte de materiales se puede realizar mediante (ver figura 8.1):

- Herramientas mecánicas (sierras, cizalladoras, amoladoras, etc.)
- Corte térmico.
- Chorro de agua.

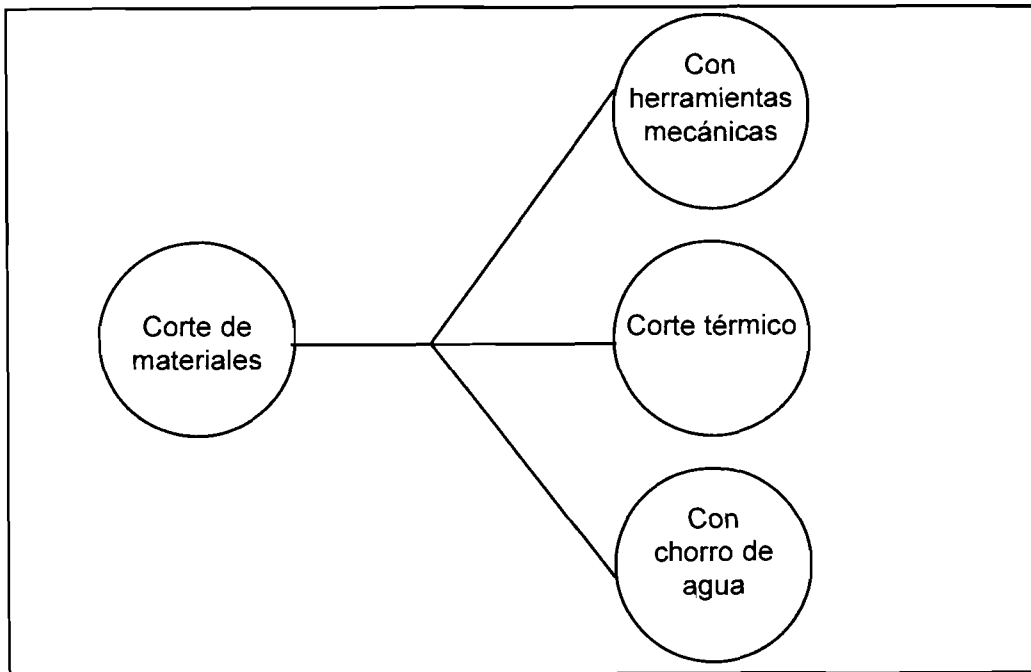


FIGURA 8.1: PROCESOS DE CORTE

El **corte térmico** es un grupo de procesos que separan o retiran el metal mediante su vaporización, fusión o combustión localizada.

Se pueden dividir en corte por oxígeno u oxicorte, corte por arco y otros tipos de corte.

El **corte por oxígeno** es un grupo de procesos que separan o retiran el metal mediante la combustión del mismo (ver figura 8.3). Los procesos de corte por oxígeno más comunes son el corte con gas combustible, corte por lanza y corte con fundente o con polvo metálico.

En los procesos de **corte por arco y en los otros procesos de corte** (corte por haz de electrones y por láser) se funde o vaporiza el metal retirándose o separándose en este estado con gran facilidad. Los procesos de corte por arco más importantes son el corte por plasma y por arco aire.

Los diferentes procesos tienen sus limitaciones y podrán ser utilizados dependiendo del tipo de material y espesor que se desee cortar.

En la tabla 8.1 se indican los materiales que se pueden cortar y sus espesores con los diferentes procesos de corte.

En la figura 8.2 se comparan la velocidad de los diferentes procesos de corte.

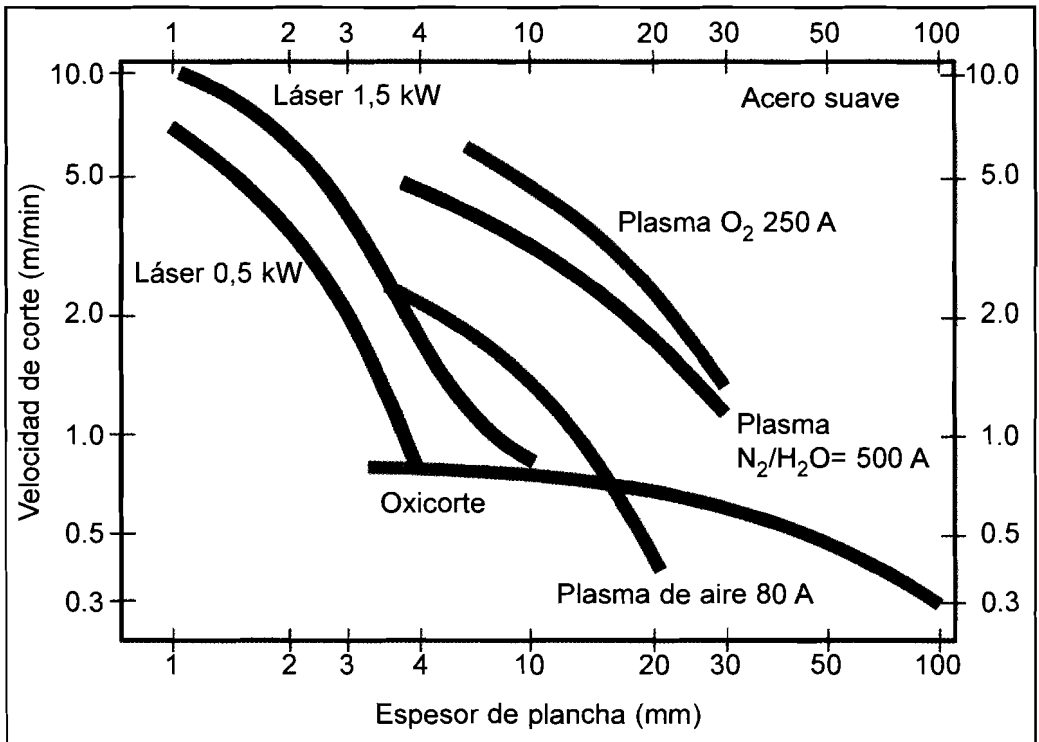


FIGURA 8.2: COMPARACIÓN DE VELOCIDADES DE CORTE CON LÁSER, PLASMA Y OXICORTE

Proceso	Espesor de chapa (mm)	Material
Oxicorte	2 <sup>1</sup> – 2000	Acero al carbono y de baja aleación + titanio
Corte con plasma <sup>2</sup>	2 – 150	Acero al carbono + acero aleados (p.e. acero inoxidable)
	0,8 – 200	Aluminio
	0,8 – 50	Cobre
Arco-Aire <sup>2</sup>		Todos los metales
Chorro de agua		Metales y no metales
	Hasta 190	Aceros al Carbono
	Hasta 75	Aluminio
	Hasta 65	Plástico
	Hasta 250	Titanio
Láser	0,1 – 25	Acero al carbono
		Todos los materiales (metales y no metales)
Recortadora	1 – 8	Acero sin alear + acero de baja aleación
Punzonado	0,1 – 6	Acero sin alear y baja aleación
Cizalladora	1 – 25	Todos los metales

(1) Para el corte de chapas apiladas se pueden colocar láminas finas entre otras más gruesas.

(2) Sólo materiales conductores de la electricidad.

TABLA 8.1

## 8.2. Corte y Resanado con Gas Combustible

### 8.2.1. Fundamentos del proceso

El proceso de corte con gas combustible se basa en la combustión o quemado de un metal en presencia de oxígeno.

El acero no es un material combustible en condiciones atmosféricas normales. Sin embargo, si se calienta el acero a temperaturas de 900°C (temperatura de ignición) y se pone en atmósfera de oxígeno puro la reacción es totalmente distinta, en estas condiciones podemos referirnos a la combustión del acero de la misma manera que la de otras muchas materias.

No todos los metales pueden cortarse con gas combustible, las condiciones para que un material se pueda oxicotarse son:

- A. El metal, una vez calentado, debe quemarse en oxígeno puro y producir una escoria fluida que pueda ser desalojada fácilmente, de la hendidura del corte, por el chorro de oxígeno.
- B. La temperatura de inflamación del metal (temperatura a la que comienza la combustión) debe ser inferior a su punto de fusión, pues de no ser así el metal se fundirá y el caldo fundido obstruirá la perforación del corte.
- C. La capa de óxido existente en el metal ha de tener una temperatura de fusión inferior a la temperatura de fusión del metal.
- D. La escoria y óxidos producidos durante el proceso deben tener baja densidad y una temperatura de fusión inferior a la del metal, con el fin de que no obstruyan el corte.
- E. La conductividad térmica del metal no debe ser muy elevada.

Las anteriores condiciones sólo las cumplen el hierro, el acero al carbono y el acero de baja aleación.

Los materiales que no pueden oxicotarse son:

- Acero inoxidable, por no cumplir las condiciones C y D.
- Otros aceros de alta aleación, por no cumplir la condición D.
- El aluminio, por no cumplir la condición C.
- El cobre, por no cumplir la condición E.
- Las fundiciones, por no cumplir la condición A.

La llama de precalentamiento se produce por la mezcla de un gas combustible y oxígeno. Su función es calentar la pieza hasta la temperatura de inflamación del material y limpiar la superficie de óxidos y escorias.

El corte se realiza por el flujo de un chorro de oxígeno que quema el metal y retira la escoria formada. Debido al metal quemado y retirado se forma un canal estrecho denominado “sangría” (Ver figura 8.3).

## 8.2.2. Equipo de oxicorte

Está compuesto por:

- Oxígeno.
- Gas combustible.
- Reguladores de presión.
- Mangueras.
- Soplete.
- Boquillas.
- Equipo accesorio (mechero y limpiadores para las boquillas).
- Ropa y equipos de seguridad personal adecuado (ver capítulo 7).

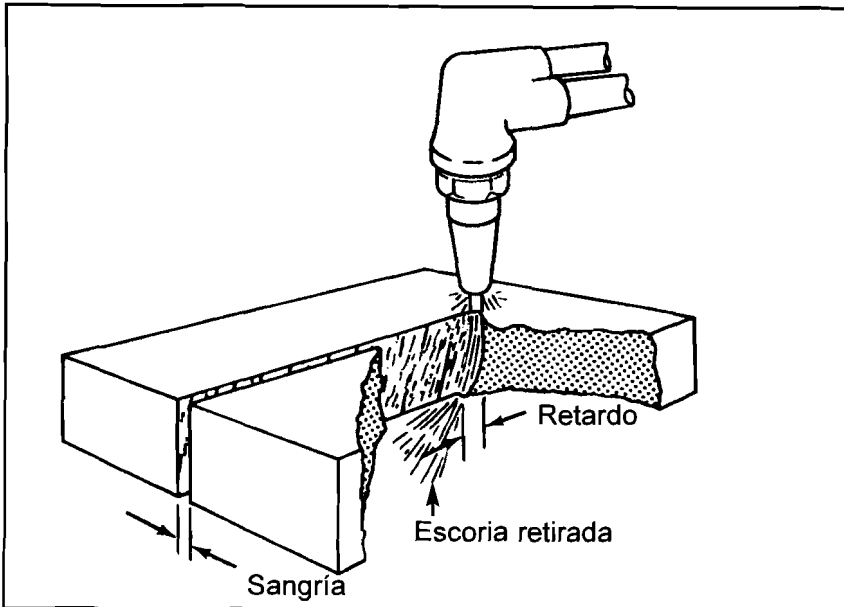


FIGURA 8.3: EL OXÍGENO DE CORTE QUEMA EL METAL PRECALENTADO Y RETIRA LA ESCORIA FORMADA, DEJANDO UN CANAL DENOMINADO "SANGRÍA"

### *Oxígeno*

El oxígeno de alta pureza (mínimo 99,5%) se suministra desde cilindros, o botellas individuales (ver figura 7.8a), y se distribuye por medio de una red de tuberías desde un colector de cilindros (ver figura 9.3) o desde un depósito criogénico (ver figuras 7.8b y 9.3).

La pureza del oxígeno tiene gran importancia por su influencia en la velocidad de corte. Si el oxígeno fuese de una pureza del 98,5%, en lugar del 99,5%, la velocidad de corte disminuiría en un 25%.

Se deben observar las reglas de seguridad relacionadas con el empleo de botellas y depósitos de oxígeno mencionadas en el apartado 7.3.3.

### ***Gas combustible***

Los gases combustibles que más se utilizan son el gas natural, el hidrógeno, el propileno, el propano y el acetileno. Las características de la llama de precalentamiento dependen del combustible utilizado, aunque el acetileno resulta más caro que los demás gases proporciona una velocidad de corte mucho mayor, por lo que es el acetileno el gas más utilizado.

Se deben seguir las normas de seguridad relativas al empleo del acetileno indicadas en el capítulo 7.

### ***Reguladores de presión***

El regulador o manorreductor es un aparato para reducir la presión de los gases al valor adecuado al espesor a cortar, que se conecta por roscado a cada botella o a la red.

### ***Mangueras***

Sólo se deberán utilizar mangueras especialmente diseñadas para oxicorte, observándose las normas de seguridad indicadas en el capítulo 7.

### ***Soplete***

Está formado por una empuñadura estriada (en caso de soplete manual), provista de llaves para oxígeno y gas de precalentamiento y una palanca para el oxígeno de corte.

El gas de precalentamiento y el oxígeno se conducen desde los acoplamientos de las mangueras situados en el cuerpo del soporte a través de tres tubos, dos de los cuales conducen el gas combustible y el oxígeno para realizar la mezcla de la llama de precalentamiento. El tercer tubo conduce directamente el oxígeno de corte desde el acoplamiento de la empuñadura hasta el orificio central de la boquilla.

Básicamente existen tres tipos de sopletes:

- Soplete manual [ver figuras 8.4 y 8.5 (A) y (C)]
- Soplete manual compuesto (ver figura 8.4), que es un soplete formado por un mango de soplete para soldeo oxigás al que se rosca un accesorio para corte. La válvula de control de oxígeno de precalentamiento se suele situar en el accesorio de corte.

- Soplete para corte automático [ver figura 8.5 (B)]. Los tubos de distribución de gases y el cabezal donde se sitúa la boquilla suelen estar agrupados en un tubo recto adecuado para el montaje en máquina.

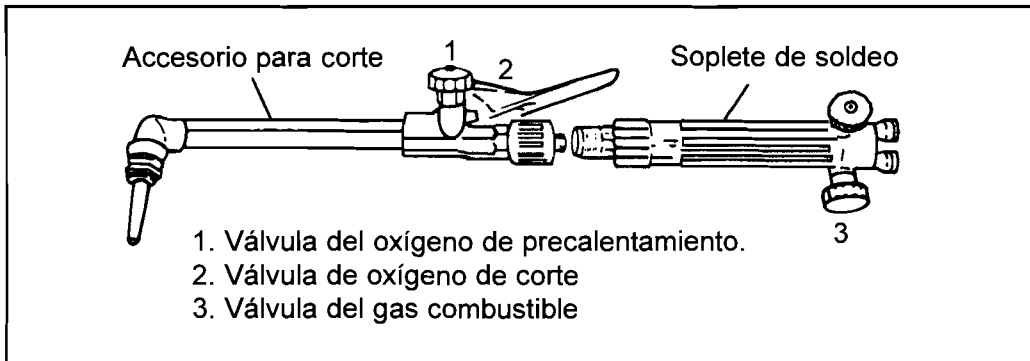


FIGURA 8.4: SOPLETE MANUAL COMPUESTO

Tanto los sopletes manuales como los de corte automático pueden tener 2 ó 3 conexiones para las mangueras de los gases. Un soplete con 2 conexiones [ver figura 8.5 (A), (C) y 8.4], tiene una para el gas combustible y otra para el oxígeno tanto de corte como de precalentamiento. Los sopletes con 3 conexiones tienen entradas separadas para el oxígeno de corte, el oxígeno de precalentamiento y para el gas combustible. Se recomiendan los sopletes con 3 válvulas cuando:

- se requiere un control muy preciso sobre el oxígeno de corte y el de precalentamiento
- se requiere un volumen grande de oxígeno de precalentamiento
- se desee un control remoto.

Los sopletes también se clasifican dependiendo del lugar donde se mezcla el oxígeno de precalentamiento y el gas combustible, hay dos tipos:

- En uno de ellos se realiza la mezcla en la boquilla (ver figura 8.5).
- En el otro se realiza la mezcla en una cámara que se encuentra antes de la boquilla.

Dentro de este tipo de sopletes existen unos que tienen una cámara de mezcla normal (denominados de presión positiva o igual) y otros que tienen una cámara de mezcla en forma de inyector, denominándose sopletes de baja presión (también denominados universales o de inyector) [ver figura 8.5 (A) y (B)]. En el soplete de baja presión el combustible se suministra a muy baja presión y el oxígeno a alta presión aspira grandes cantidades de gas combustible a baja presión.



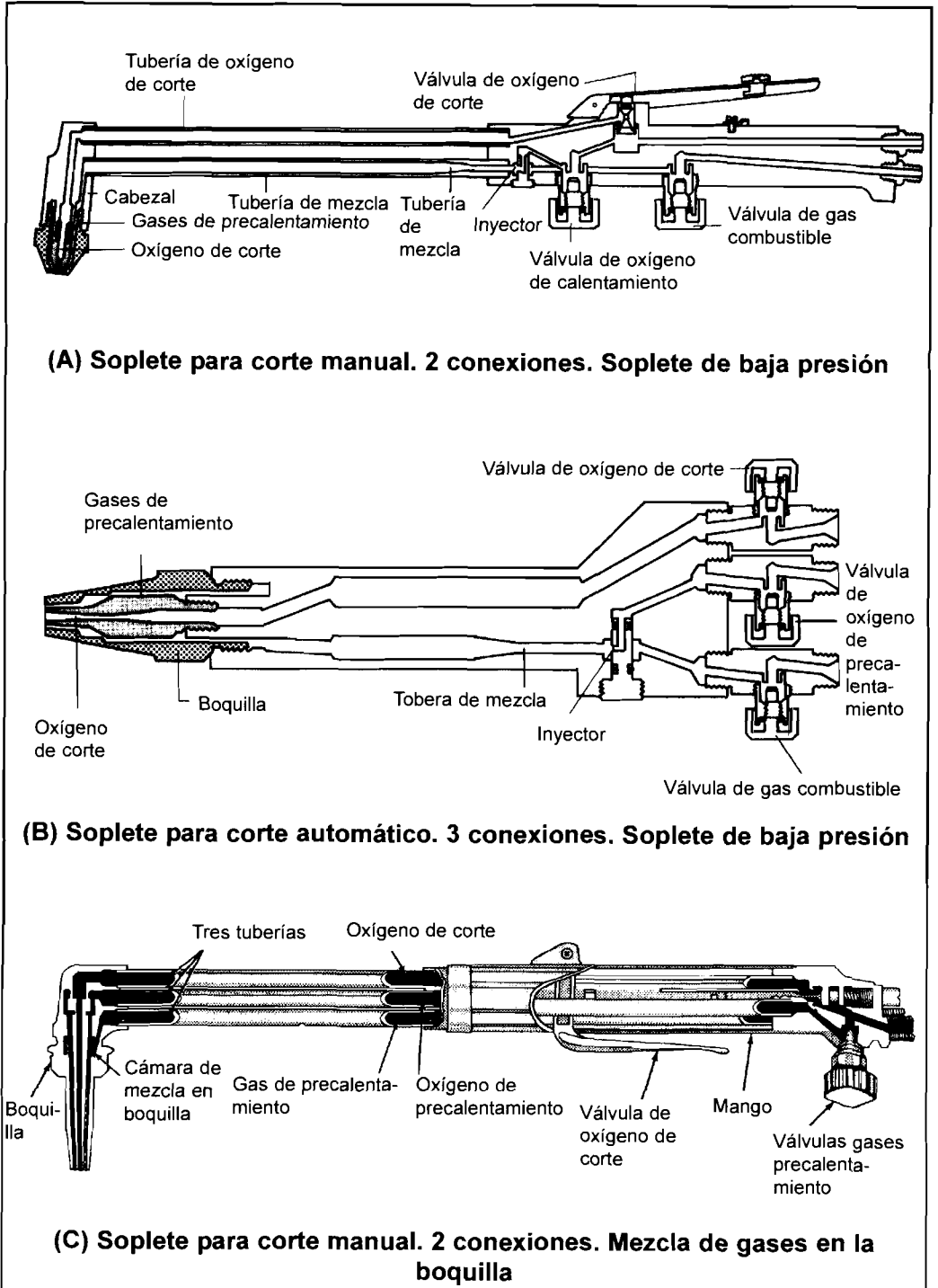


FIGURA 8.5: DIFERENTES TIPOS DE SOPLETES

## Boquillas

Son herramientas de precisión y no se deben utilizar como martillos, ni introducirlas en la llama o en la escoria, ya que se provocaría un sobrecalentamiento y su fusión o se favorecería el retroceso de llama. Las boquillas que no se están utilizando deben estar almacenadas debidamente.

Suelen poseer varios conductos para la llama de precalentamiento dispuestos en círculo rodeando el orificio del oxígeno [ver tabla 8.2 (A)].

Las boquillas normales tienen un conducto recto para el oxígeno (ver figura 8.6) mientras que las boquillas de alta velocidad difieren en la forma de este orificio.

La forma del orificio del oxígeno no depende del tipo de combustible, sin embargo el diseño y número de orificios del gas combustible sí depende del tipo de gas combustible, ya que la cantidad de oxígeno varía con el tipo de gas. Se deberá utilizar siempre una boquilla diseñada para el gas combustible que sea utilizado.

Las boquillas que se emplean con acetileno suelen ser de una sola pieza [ver tabla 8.2 (B)], mientras que las utilizadas con otros gases pueden ser de una o de dos piezas [ver tabla 8.2 (C), (D) y (E)].

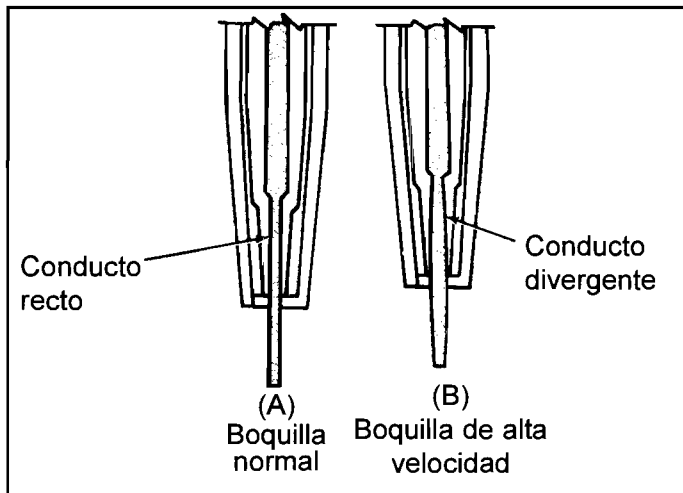


FIGURA 8.6: TIPOS DE BOQUILLA PARA OXIACORTE

## Mantenimiento de las boquillas de corte

Para limpiar los orificios de la boquilla de salida del gas combustible y los normales de oxígeno (ver figura 8.6) se utilizan escariadores o baquetas de diferentes diámetros que deberán ajustarse a los orificios sin forzarlos. Antes de proceder a la limpieza se deberá quitar la boquilla para evitar introducir partículas

sólidas en el soplete. Se deben limpiar los orificios uno a uno desde el extremo de salida hacia la boquilla. Las boquillas de dos piezas pueden limpiarse por simple cepillado después de extraer la pieza interior. Para limpiar los orificios de oxígeno de las boquillas de alta velocidad (ver figura 8.6) se recomienda el empleo de herramientas especiales.

El extremo de salida de gases se debe limpiar mediante lijado suave y cuidadoso que permita eliminar exclusivamente la suciedad. Cada vez que se realice esta operación se deberá, posteriormente, limpiar los orificios de los gases.

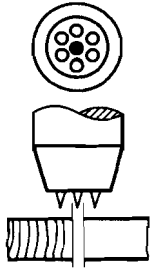
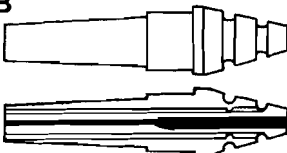
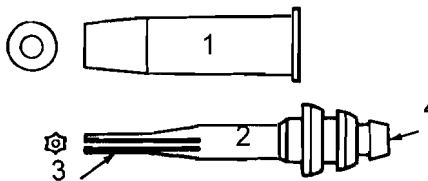
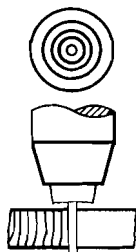
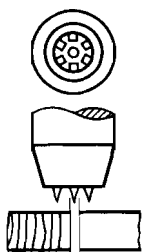
<p><b>Boquillas normales de una sola pieza</b></p> <p>Varios conductos para la llama de precalentamiento rodeando un conducto de oxígeno.</p>	<p><b>A</b></p>  <p>○ Mezcla de gas combustible y oxígeno</p> <p>● Oxígeno de corte</p>	
<p><b>Boquillas de dos piezas</b></p>	<p><b>B</b></p>  <p>■ Conducto de oxígeno de corte</p> <p>□ Conducto de gases de precalentamiento</p> <p><b>C</b></p>  <p>1. Pieza exterior</p> <p>2. Pieza interior</p> <p>3. Rebajes para llama de precalentamiento</p> <p>4. Conducto para oxígeno</p>	
	<p><b>D</b></p> 	<p><b>E</b></p> 

TABLA 8.2: TIPOS DE BOQUILLAS

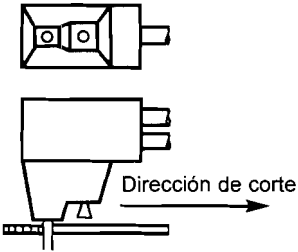
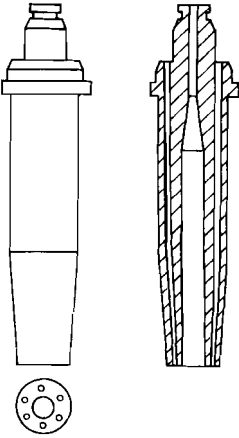
<p><b>Boquillas para corte de chapas finas</b></p> <p>El calentamiento producido es muy pequeño y no produce la fusión del material.</p>	<p><b>F</b></p> 
<p><b>Boquillas para eliminación de óxidos</b></p>	<p><b>G</b></p> 

TABLA 8.2 (CONTINUACIÓN): TIPOS DE BOQUILLAS

### 8.2.3. Procedimiento de corte

En los sopletes normales se suele abrir primero la válvula de acetileno, se enciende y luego se abre la válvula del oxígeno de precalentamiento hasta obtener la llama adecuada. En los sopletes de baja presión con tobera o inyector para la mezcla, se abre la válvula del acetileno y la del oxígeno ligeramente, se enciende la mezcla y luego se ajusta la llama con la válvula del oxígeno. También se puede utilizar esta técnica con los sopletes normales.

Siempre se deben seguir las instrucciones del fabricante y utilizar encendedor de chispas (chispero).

Después de apagar la llama, cerrando las válvulas de acetileno y oxígeno y cerrando las válvulas de los cilindros, se debe abrir la válvula del acetileno para

dejar salir el gas encerrado en el soplete y las mangueras, cerrar la válvula y repetir la operación con el oxígeno.

Ajustar la llama de precalentamiento es muy importante, ésta puede ser oxidante, reductora o neutra, la oxidante se puede utilizar para acelerar el proceso a costa de disminuir un poco la calidad, la llama reductora se suele utilizar cuando se desea un buen acabado y para corte de piezas apiladas de bajo espesor. La llama neutra, es la más usual. En el apartado 9.6.3 se indican los colores de la llama dependiendo de su tipo.

Para empezar el corte se pueden emplear varios métodos:

Se puede situar la mitad de la llama de precalentamiento con el cono entre 1,5 y 3 mm sobre la superficie del material, cuando el extremo tome un color rojizo se deja salir el oxígeno de corte empezando así el proceso (ver figura 8.7).

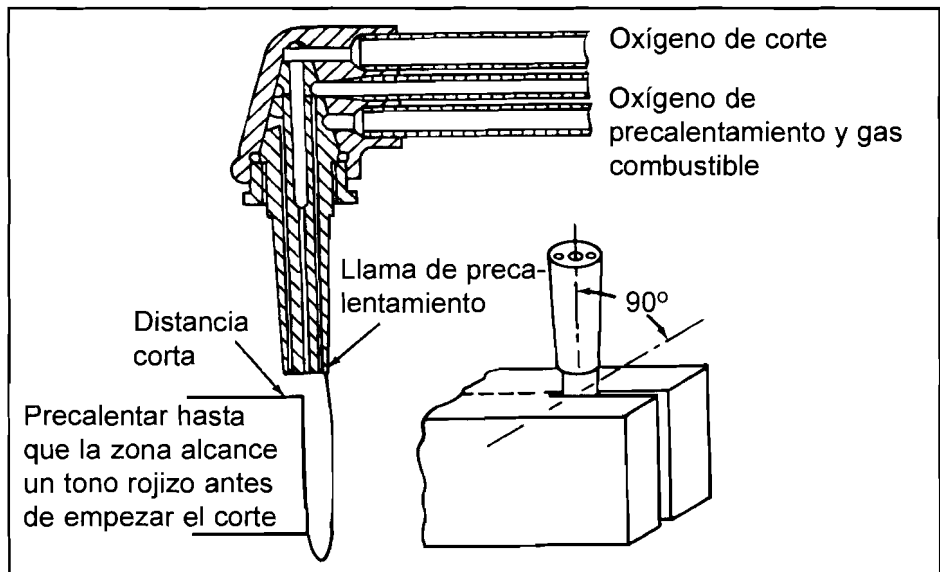


FIGURA 8.7: MÉTODO PARA EMPEZAR EL CORTE

Otro método es poner la llama de precalentamiento totalmente encima de la chapa, se mueve la llama de precalentamiento en la dirección del corte sobre la línea del corte, avanzando y retrocediendo una distancia corta, y cuando se alcanza la temperatura de inflamación se abre el oxígeno de corte. Este último método tiene ciertas ventajas sobre el anterior ya que no redondea el borde de comienzo de corte.

No se recomienda comenzar directamente con el oxígeno de corte abierto, ya que de esta forma se malgasta el oxígeno.

Al abrir el oxígeno de corte se mueve el soplete sobre la línea de corte, llevando una velocidad adecuada y manteniendo una distancia sobre la chapa constante. Se deberá sujetar el soplete con ambas manos, en el caso de no tener ruedas se apoyará en la chapa la mano que no controle el oxígeno de corte.

Se recomienda marcar sobre la pieza la línea de corte. Cuando se realizan cortes muy largos puede ser necesario parar el proceso y volver a iniciarlo, esto producirá un agujero en cada punto de reencendido que se podrá evitar realizando el encendido dentro de la parte que se vaya a desechar.

Para chapas de espesores mayores de 13 mm la llama debe situarse perpendicular a la chapa, para espesores menores se puede inclinar en el sentido de corte, así se acelera y mejora el corte (ver figura 8.8).

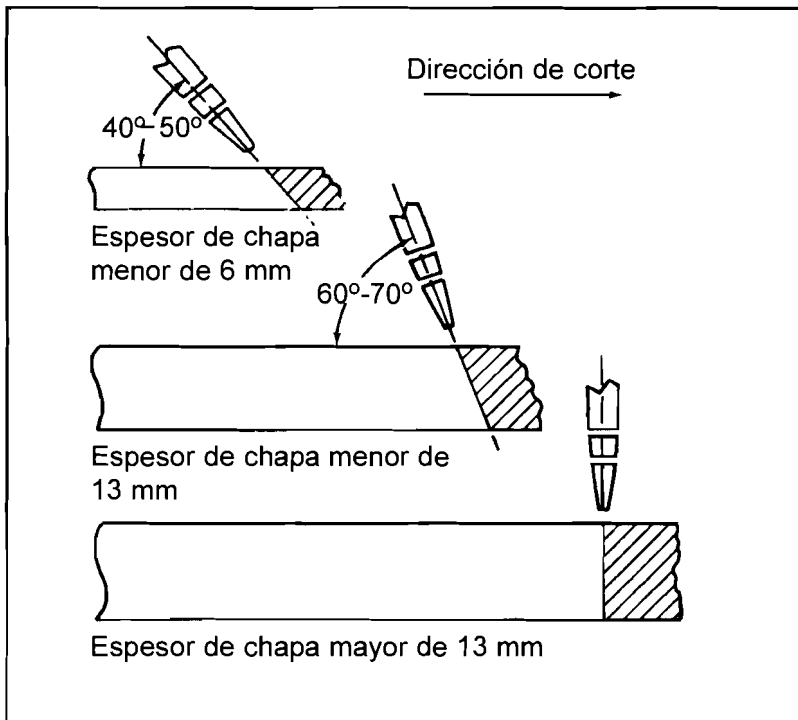


FIGURA 8.8: ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL SOPLETE DEPENDIENDO DEL ESPESOR

Para conseguir cortes rectos se puede utilizar una chapa como regla-guía. Cuando la chapa a cortar esté en posición vertical se debe llevar un movimiento ascendente. El oxígeno de corte debe abrirse lentamente.

El movimiento sobre la línea de corte debe ser primero lento y luego más rápido, pues el material se va calentando.

### 8.2.4. Recomendaciones para conseguir un corte de calidad

- Seleccionar el tamaño de la boquilla en función del espesor de la pieza que se desea cortar.
- Elegir la presión de oxígeno recomendada para dicha boquilla.
- Empezar a cortar con una velocidad no muy alta.
- Incrementar la velocidad hasta conseguir la mejor combinación entre rapidez de trabajo y calidad.
- Se puede reconocer un corte de calidad por el ruido y por la no existencia de escoria en el corte.
- No se deberá seleccionar una presión ni una boquilla mayor que las recomendadas. Tampoco seleccionar una presión más baja. El corte eficaz se basa en seleccionar la presión y boquilla justas y una velocidad de 25 a 75 mm/min menor que el máximo recomendado.

Siempre que se oxicorte una pieza se deseará que la superficie oxicortada sea regular, sin embargo su consecución no es siempre posible. La observación de las superficies permitirá conocer los fallos cometidos y la forma de corregirlos.

Cualquier superficie oxicortada queda con unas líneas denominadas líneas de retardo [ver tabla 8.3 (B) y figura 8.3], cuanto más curvadas estén estas líneas en la parte inferior de la pieza más rápido se ha realizado el corte.

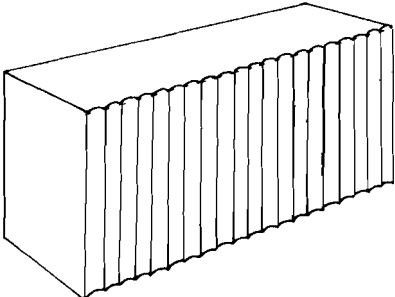
Causas	Fallo
Velocidad de desplazamiento durante el corte muy baja.	Rugosidad de la superficie de corte muy marcada. (A) 

TABLA 8.3: DEFECTOLOGÍA DE LAS SUPERFICIES OXCORTADAS

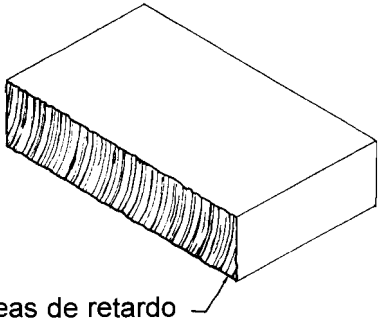
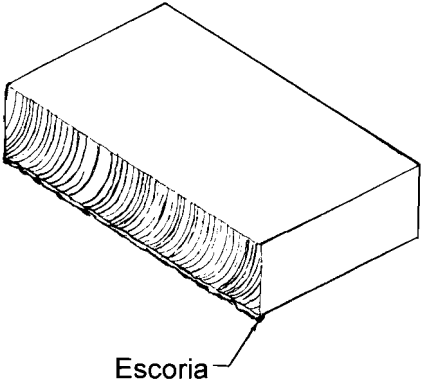
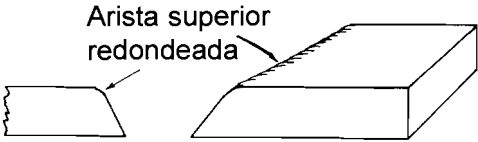
Causas	Fallo
<p>Velocidad de desplazamiento durante el corte elevada. Las líneas de retardo quedarán más curvadas cuanto más rápido sea el corte.</p>	<p>Línea de retardo. <b>(B)</b></p>  <p>Líneas de retardo</p>
<p>Excesiva velocidad de corte que no permite que la escoria sea expulsada de la pieza quedándose adherida. En este caso las líneas de retardo estarán muy curvadas en su parte inferior.</p> <p>Boquilla sucia: La suciedad, escoria u óxidos en la boquilla producen una desviación del oxígeno de corte que provoca una superficie muy irregular y escoria adherida.</p>	<p><b>(C)</b></p>  <p>Escoria</p>
<p>Velocidad de corte demasiado baja. A medida que disminuye la velocidad de corte aparecen también canales o huellas de corte muy profundas.</p> <p>Exceso de precalentamiento.</p> <p>Boquilla demasiado lejos de la chapa.</p>	<p>Arista superior redondeada. <b>(D)</b></p>  <p>Arista superior redondeada</p>

TABLA 8.3 (CONTINUACIÓN): DEFECTOLOGÍA DE LAS SUPERFICIES OXCORTADAS



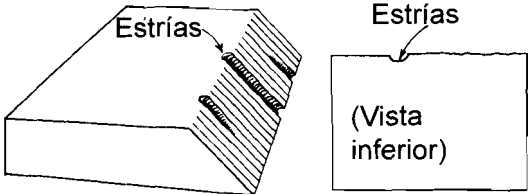
Causas	Fallo
<p>Demasiado oxígeno de corte. Una vez realizado el corte limpio de la parte superior el oxígeno resultante creará estrías en la zona inferior de la pieza; a medida que se ajusta adecuadamente el oxígeno las estrías quedan más en la zona inferior. Se puede corregir aumentando la velocidad de corte o disminuyendo la dimensión de la boquilla.</p>	<p>Estrías. (E)</p> 

TABLA 8.3 (CONTINUACIÓN): DEFECTOLOGÍA DE LAS SUPERFICIES OXICORTADAS

### 8.2.5. Resanado y biselado

Se puede utilizar el corte con gas combustible para resanar, preparar piezas con bisel o preparar chaflanes en V o en J (ver figura 8.9).

Generalmente el resanado requiere el empleo de boquillas especiales, además se deberá manipular el soplete con el ángulo y velocidad adecuados.

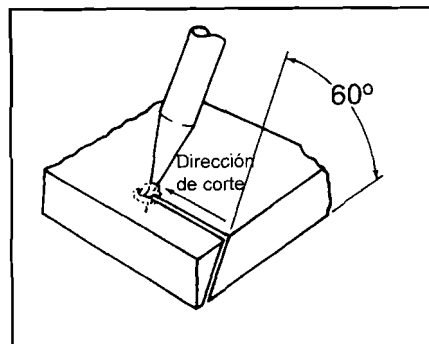


FIGURA 8.9: ACHAFLANADO

## 8.3. Corte y Resanado por Plasma

### 8.3.1. Corte por plasma

Con este proceso se pueden obtener cortes de elevada calidad a alta velocidad,

además la calidad no sólo se nota desde el punto de vista de la forma de los bordes, sino desde el punto de vista metalúrgico ya que sólo se afecta una zona estrecha, alrededor del corte, en comparación con otros procesos.

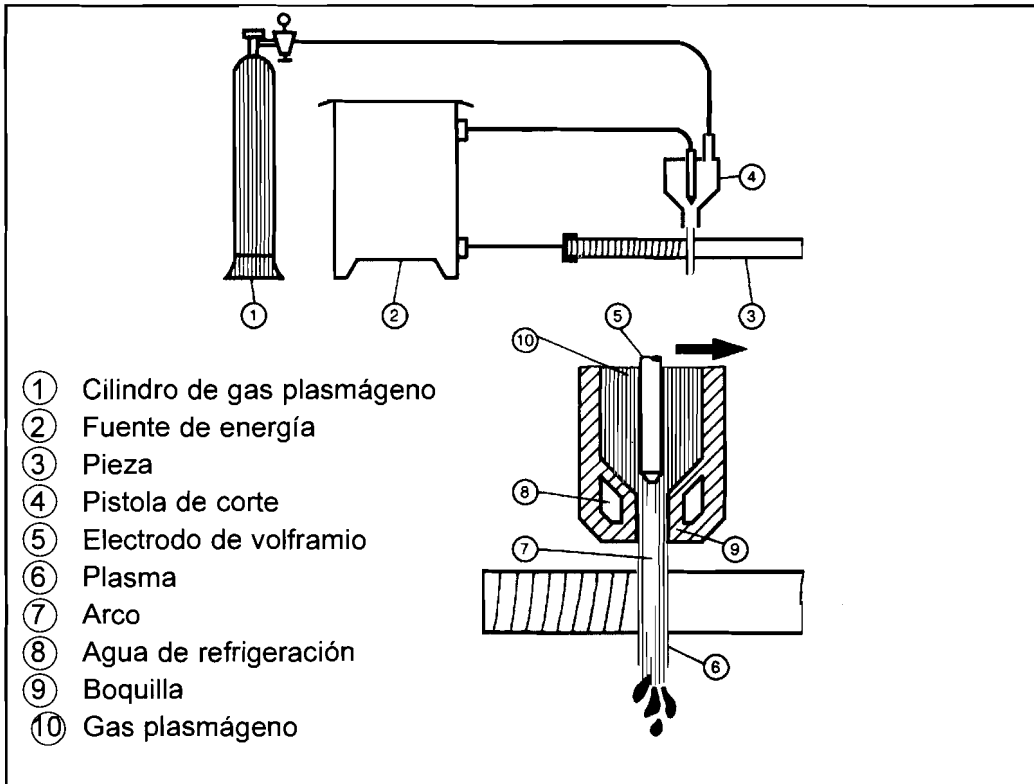


FIGURA 8.10: CORTE POR PLASMA

En el corte por plasma se establece un arco eléctrico ionizándose el gas circundante, como ocurre en el proceso de soldeo TIG, pero el plasma obtenido se estrangula haciéndolo pasar por una tobera de pequeño diámetro, de forma que el plasma se mueve a velocidades muy grandes obteniéndose un chorro de plasma a alta temperatura, del orden de  $20000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y gran velocidad que es capaz de fundir el material a cortar y retirar las escorias y óxidos formados.

Otra característica del arco plasma es la estabilidad direccional de la columna de plasma, independiente de las corrientes de aire o campos magnéticos, ya que el plasma sale a velocidades muy elevadas.

Los principales gases que se utilizan como gases plasmágenos, es decir que se pueden convertir en plasma, son: Argón, Hidrógeno, Nitrógeno, Aire o mezclas de estos gases.

Con este método se pueden obtener velocidades de corte muy elevadas; se emplea para el corte de metales de 2 a 15 mm, aunque se pueden cortar espesores de hasta 200 mm, al aumentar el espesor el corte pierde algo de calidad.

Se puede utilizar de forma manual o mecanizada y en todas las posiciones. También se puede emplear para el achaflanado de bordes.

### **8.3.2. Equipo de corte por plasma**

Los elementos necesarios de un **equipo** de corte por plasma son los siguientes (ver figura 8.10):

- Fuente de energía: Normalmente es un transformador–rectificador trifásico. Debe tener una tensión en vacío elevada, alrededor de los 100 a 400 V. Deben ser específicos para corte por plasma y tener una característica de intensidad constante.
- Distribuidor de gas: Está alimentado por botellas de gas comprimido, permitiendo mezclas de gases de distinta naturaleza y proporción.
- Generador de alta frecuencia: Se utiliza para ionizar parcialmente el gas.
- Portaelectrodo: La misión del portaelectrodo es producir un plasma de forma continua y expulsarlo hacia la pieza a cortar. En esencia el portaelectrodo está formado por:
  - Una cámara cilíndrica (boquilla) provista en su extremidad de una pieza con un taladro central, que tiene como misión contraer el chorro del plasma aumentando así su temperatura central y su velocidad. Es importante utilizar la corriente adecuada para evitar el doble arco que producirá el fallo de la boquilla. Con doble arco se establece un arco entre el electrodo y la boquilla y otro de la boquilla a la pieza.
  - Un electrodo de wolframio o circonio, en función del gas a utilizar; el electrodo de wolframio será puntiagudo como el utilizado para el soldeo TIG, mientras que el de circonio o hafnio será plano y embutido en cobre.

En la figura 8.11 muestra el esquema básico del circuito de corte.

En el corte con plasma convencional se emplea un arco transferido, que significa que el arco se establece entre el electrodo y la pieza. Esto no es posible cuando comienza el proceso, ya que no se ha ionizado aún el gas. Por ello, para iniciar el proceso un generador de alta frecuencia produce primero un arco piloto entre el electrodo y la boquilla de gas. El arco piloto calienta el gas plasmágeno y

lo ioniza. En este momento el arco piloto se apaga automáticamente y se estabiliza el arco plasma.

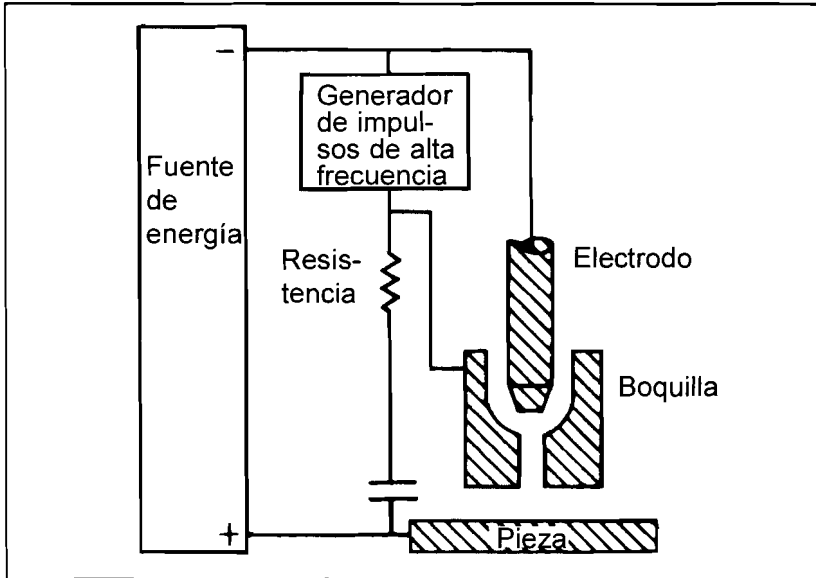


FIGURA 8.11: EQUIPO PARA EL CORTE POR PLASMA

## Control de la contaminación

El proceso de corte por plasma genera gran cantidad de humos y un nivel de ruido muy elevado, con objeto de aminorarlo se utilizan mesas de agua como las de la figura 8.12.

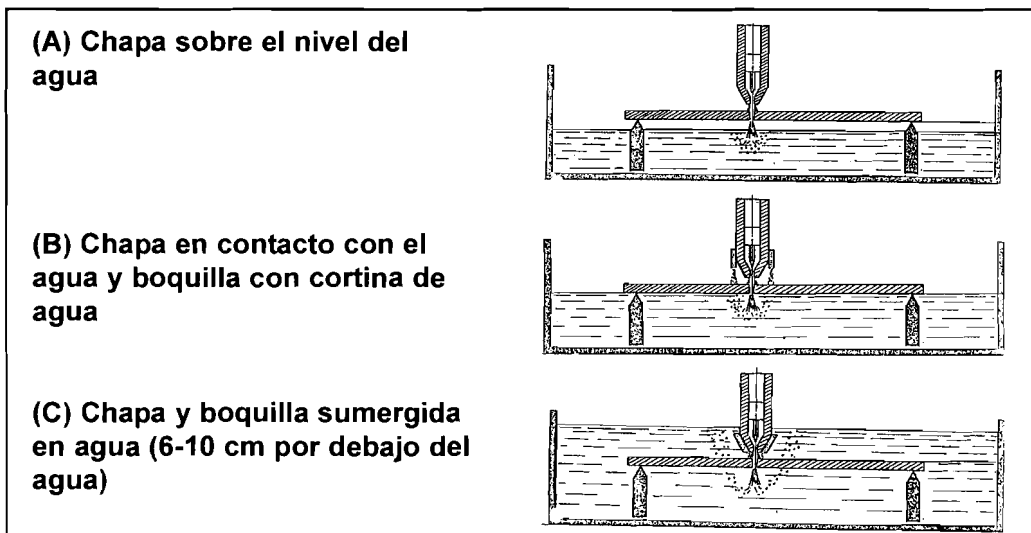


FIGURA 8.12: CORTE POR PLASMA CON MESA DE AGUA

### 8.3.3. Calidad del corte

Se deben considerar cuatro factores a la hora de evaluar la calidad de una superficie cortada por plasma. Éstos son: el ángulo de corte, la cascarilla, consideraciones metalúrgicas y la anchura de la sangría.

#### *Ángulo de corte*

Cuando se utiliza el corte por plasma con inyección de agua hay que tener en cuenta que una de las aristas de corte queda muy perpendicular mientras que la otra queda con una cierta desviación angular (ver figura 8.13).

Si la pistola se mueve en el sentido de las agujas del reloj el borde de la derecha (visto desde la pistola) quedará recto. Esta característica ha de tomarse en cuenta para beneficiarse de ella. (ver figura 8.14).

También existen pistolas en las que el borde que queda recto es el de la izquierda si la pistola se mueve en sentido de las agujas del reloj.

Para conseguir una superficie de corte de buena calidad se debe mantener la pistola perpendicular a la pieza y se debe controlar que la distancia entre la boquilla y la pieza sea constante y la adecuada.

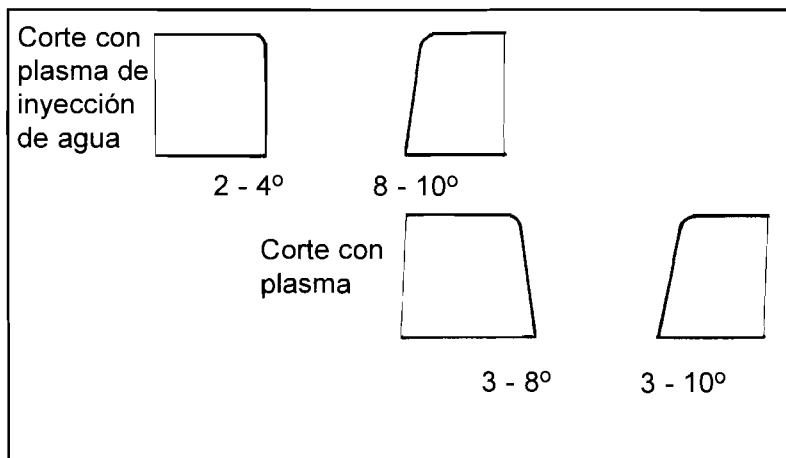


FIGURA 8.13: INCLINACIÓN DE LAS SUPERFICIES CORTADAS POR PLASMA

#### *Cascarilla*

La cascarilla es óxido de metal cortado que ha solidificado y se adhiere a la parte inferior de la pieza. La formación de cascarilla está muy influenciada por la velocidad de corte y la intensidad utilizada. En la mayoría de los materiales existe

un rango de velocidades de corte con el que no se produce cascarilla, este rango se hace más grande al utilizar intensidades mayores. Si la intensidad es demasiado baja puede que no exista el rango de velocidades en el que no se forma cascarilla. Sin embargo, si no se consigue encontrar el rango de “no cascarilla” se recomienda utilizar bajas intensidades ya que la cascarilla que se formará será más fácil de retirar.

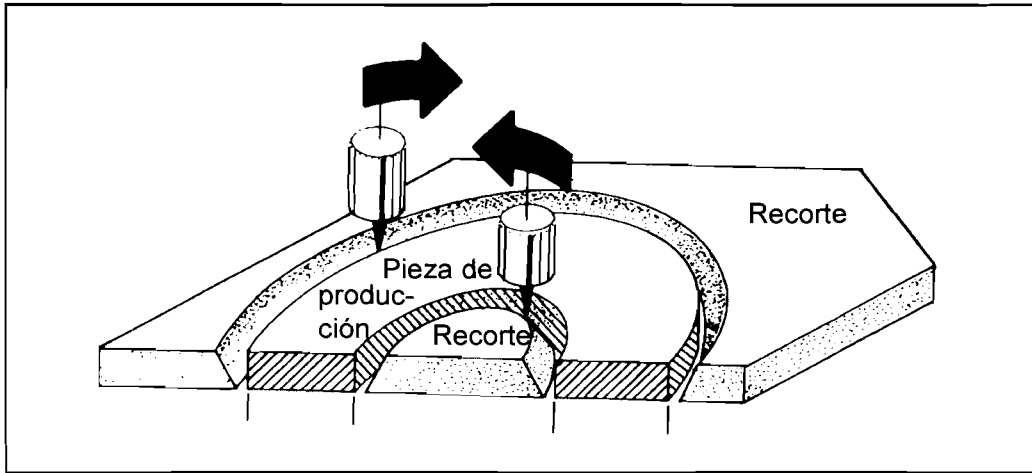


FIGURA 8.14: DIRECCIÓN DE CORTE POR PLASMA CON INYECCIÓN DE AGUA

El rango de “no cascarilla” en los aceros inoxidable y las aleaciones de aluminio es bastante amplio, sin embargo en las aleaciones de níquel (Ni-Cu ó Ni-Cr-Fe) y aleaciones de cobre se suele formar cascarilla con bastante facilidad. La situación de los aceros al carbono es intermedia.

También hay que tener en cuenta el espesor de la pieza a cortar, ya que cuanto mayor sea éste mayor es la facilidad de formación de cascarillas.

### *Consideraciones metalúrgicas*

El corte por plasma produce una zona afectada térmicamente muy estrecha por lo que la calidad metalúrgica es muy buena. Sin embargo, se deberán tener en cuenta las consideraciones específicas de cada material, por ejemplo un acero templeable deberá precalentarse.

Si se cortan piezas curvadas de acero se recomienda situar la pistola sobre la parte más estirada de la pieza. En la figura 8.15 se representa una tubería que se preferirá realizar el corte desde A, ya que si se realiza desde B se pueden formar grietas con más facilidad.

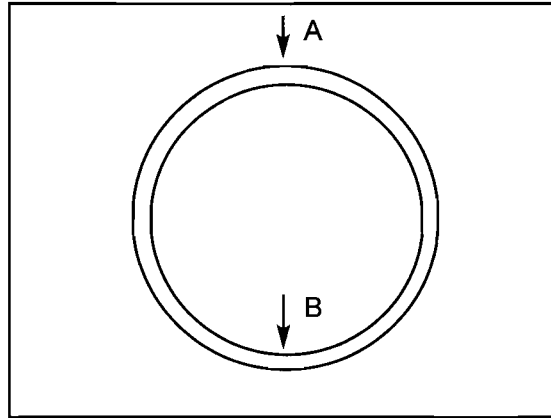


FIGURA 8.15: PIEZAS CURVADAS. REALIZAR EL CORTE PREFERENTEMENTE SOBRE LA ZONA A

#### *Anchura de la sangría*

Es importante tenerla en cuenta ya que, generalmente, es de 1,5 a 4 veces mayor que la obtenida en el oxicorte (figura 8.3).

### **8.3.4. Aplicaciones**

Como medio plasmágeno se puede utilizar cualquier gas o mezcla de gases, con tal de que no perjudiquen ni al electrodo de wolframio ni a la pieza a cortar. A modo de ejemplo se indican los siguientes tipos. (Tabla 8.4).

### **8.3.5. Resanado por plasma**

Es una adaptación del corte por plasma; con este proceso se consigue una superficie brillante y limpia mejor que la conseguida con otros procesos de resanado, particularmente con las aleaciones de aluminio y con el acero inoxidable ya que normalmente no se requiere limpieza posterior al resanado y previa al soldeo.

El equipo y la pistola son los mismos que los de corte. Se utilizará con una longitud de arco mayor y con un ángulo de 30° respecto a la horizontal, la profundidad del resanado depende de la velocidad de trabajo. Como gas plasmágeno se utiliza normalmente argón + 35-4% hidrógeno, el gas secundario, cuando se emplee, será argón, nitrógeno o aire.

Gas de corte	Gas de protección o gas secundario	Aplicaciones	Observaciones	Velocidad de corte	Calidad de corte
Aire	Aire	Cualquier metal que admita sus efectos secundarios como la oxidación o inclusión de nitrógeno. Por ejemplo acero al carbono	Muy económico	Alta	Media
Nitrógeno + Oxígeno	Aire	Acero al carbono y acero aleado. Corta mayores espesores que el proceso anterior. No recomendable para acero inoxidable, cobre y aluminio	Ideal para chapas de 4 a 8 mm	Más alta que en el proceso anterior	Alta. Cortes libres de escorias y rebabas
Argón + Hidrógeno	Nitrógeno	Aceros inoxidables. Cobre y aluminio	Espesores medios	Baja	Alta
Nitrógeno	Agua	Corta cualquier metal	Es el proceso más utilizado	Alta	Media
Oxígeno	Agua	Apropiado para aceros al carbono, industria naval y estructuras		Más alta que el proceso anterior	

TABLA 8.4: GASES UTILIZADOS PARA EL CORTE POR PLASMA DE DIVERSOS MATERIALES

## 8.4. Arco-Aire

Se trata de un proceso de eliminación de material que utiliza simultáneamente aire comprimido y el calor producido por un arco eléctrico que se establece entre un electrodo de carbón y la pieza metálica que se quiere cortar.



El aire comprimido, dirigido paralelamente al electrodo, expulsa el metal fundido que se ha originado por la acción del arco eléctrico consiguiéndose de esta manera el corte.

El proceso arco-aire puede ser utilizado con todos los metales y aleaciones, tales como los aceros ordinarios, los aceros inoxidables, las fundiciones, el cobre, etc. tanto de forma manual como automatizada.

Este proceso está especialmente indicado para el desguace, ranurado, corte, achaflanado antes del soldeo y resanado de soldaduras defectuosas.

En la operación de arco-aire se introduce carbono en el metal base, por lo que cuando se utilice este proceso en los aceros inoxidables se deberán esmerilar los bordes cortados para eliminar la capa carburada que se obtiene tras su aplicación.

### 8.4.1. Equipo para arco-aire

En el proceso arco-aire se emplean los siguientes elementos (ver figura 8.16): compresor de aire, fuente de energía, portaelectrodo y electrodo.

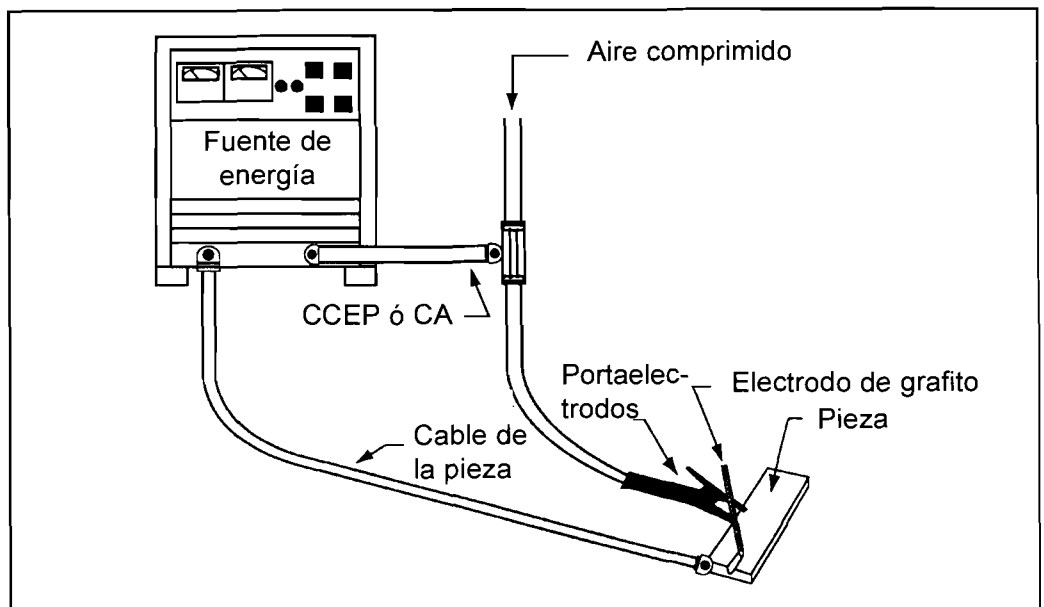


FIGURA 8.16: EQUIPO DEL PROCESO ARCO-AIRE

#### *Equipo de aire comprimido*

Se utilizará un compresor para el suministro del aire comprimido, se puede

utilizar nitrógeno o gas inerte cuando no sea posible el suministro de aire comprimido, pero no se debe utilizar oxígeno. Con los portaelectrodos normalmente empleados, se recomienda una presión de trabajo del aire comprimido de 6 Kg/cm<sup>2</sup>. Si esta presión baja, a menos de 5 Kg/cm<sup>2</sup>, el funcionamiento no es correcto.

El caudal de aire varía, en función del tipo de portaelectrodos empleado, entre 700 a 1000 litros/minuto.

### *Fuente de energía*

Normalmente se utilizará corriente continua polaridad inversa (electrodo conectado al positivo), puede utilizarse corriente alterna pero el proceso será menos eficaz.

Se recomiendan las fuentes de corriente continua de intensidad constante. La fuente deberá poseer una tensión de vacío de al menos 60 Voltios.

### *Portaelectrodo*

El útil principal del proceso arco-aire lo constituye su portaelectrodo especial.

Este elemento es de aspecto exterior muy parecido al portaelectrodos utilizado en el soldeo por arco con electrodos revestidos.

El portaelectrodo está alimentado por corriente eléctrica procedente de la fuente de energía a través de un cable y por el aire comprimido a través de una manguera. El chorro de aire sale paralelamente al electrodo por unos orificios que se encuentran en el cabezal, formando parte de una plaquita giratoria que permite orientar el electrodo y, a la vez, que el chorro de aire salga paralelo a éste por su parte inferior. En el mango tienen un botón para regular la válvula de salida de aire.

### *Electrodos*

Los electrodos son de grafito, recubiertos de una fina capa de cobre. La capa de cobre facilita el paso de la corriente eléctrica además de evitar la erosión del electrodo que se originaría por el chorro de aire.

El electrodo podrá moverse de derecha a izquierda o viceversa, pero siempre el aire deberá circular por debajo del electrodo y paralelo a él, además siempre se deberá posicionar hacia adelante. El ángulo de inclinación dependerá de la profundidad que se desee obtener, cuanto mayor sea el ángulo de inclinación respecto a la pieza mayor será la profundidad del corte o surco.

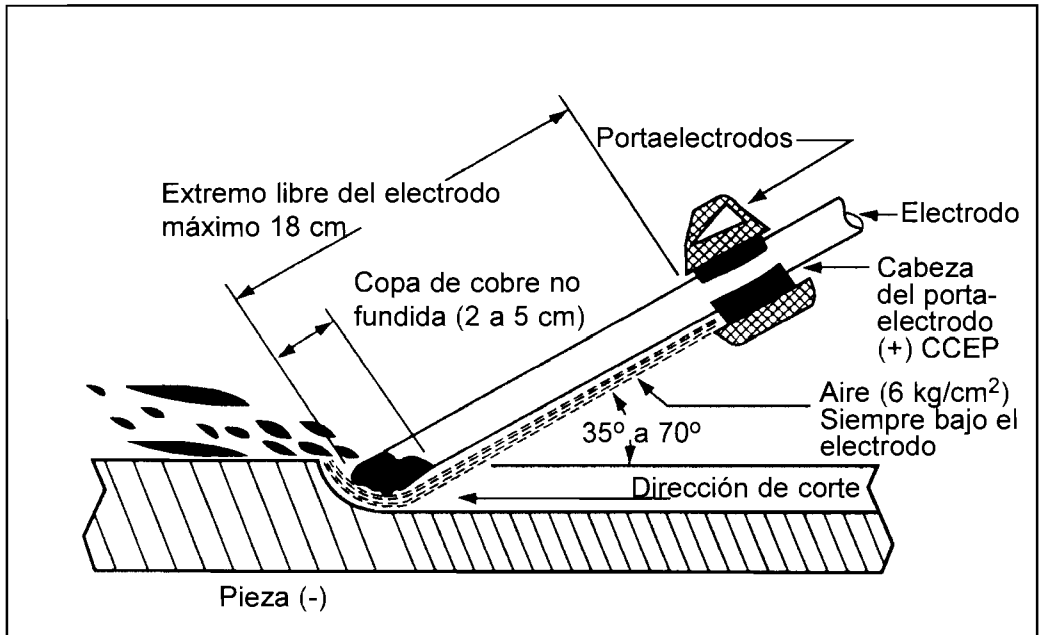


FIGURA 8.17: ELECTRODO PARA ARCO-AIRE