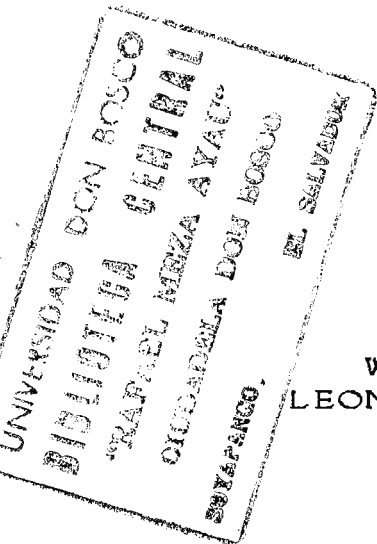


UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
NIVEL TECNOLÓGICO



GUIA DE PRACTICAS DE LABORATORIO PARA LOS  
PROCESOS DE SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO  
CONVENCIONAL, SOLDADURA A GAS (OXIACETILENICA),  
Y SOLDADURAS ESPECIALES (TIG/MIG)



TESIS PRESENTADA POR:

JOSE DAVID AVELAR AMAYA  
WILFREDO FIGUEROA HERNANDEZ  
LEONEL ALEJANDRO GUZMAN RODRIGUEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TECNICO EN INGENIERIA EN MECANICA GENERAL

CONSEJO DIRECTIVO Y ACADEMICO DEL TECNOLOGICO

RECTOR DEL CONSEJO ACADEMICO  
ING. FEDERICO MIGUEL HUGHET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

PBRO. PIERRE MUYSHODNDT

SUB - DIRECTOR ACADEMICO  
ING. MANUEL FERNANDEZ MARENCO

ASESORIA  
ING. FIDEL ANGEL BLANCO

# Universidad Don Bosco

“Guías prácticas de laboratorio para los procesos de soldadura por arco eléctrico convencional, soldadura oxiacetilénica y soldaduras especiales (TIG/MIG)”



---

Ing. Fidel Angel Blanco  
Asesor

## INDICE

<u>CONTENIDO</u>	<u>LAB</u>	<u>PAG</u>
Prólogo.....		i
Introducción.....		ii
<b>SOLDADURA ELECTRICA CONVENCIONAL</b>		
<b>LABORATORIO N°1: "IDENTIFICACION DE LOS METALES DE SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO CONVENCIONAL"</b>		
<b>PRIMERA PARTE</b>		
- Definición Soldadura Eléctrica.....	1	1
- Apariencia de la Superficie		
- El sonido que producen los metales		
- TABLA N°1 : "Metales y su color".....	1	2
- TABLA N°2 : "Materiales y su densidad específica"		
- Pureza del Material		
- Pruebas localizadas, magnéticas y con ácidos....	1	3
- Materiales Magnéticos		
- Prueba de la Chispa.....	1	4
- Prueba del Cincel		
- Prueba de la llama.....	1	5
- TABLA N°3 : "Punto de fusión de materiales.....	1	6
<b>SEGUNDA PARTE</b>		
- Práctica de Taller: "Identificación de materiales	1	6
<b>TERCERA PARTE</b>		
- CUESTIONARIO.....	1	7
- TABLA : "Guía de pruebas".....	1	8
<b>LABORATORIO N°2: "FUENTE DE PODER, NORMAS DE SEGURIDAD Y FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO"</b>		
<b>PRIMERA PARTE</b>		
- Fuentes de poder		
- Máquinas de Soldar por Arco		
- Máquinas de Corriente Alterna.....	2	1
- Máquinas de Corriente Directa		
- Características de las Máquinas Soldadoras		
- Comparación de las corrientes para soldar.....	2	2
- Polaridad		
- Normas de seguridad		
- Descarga Eléctrica		
- Deslumbramiento.....	2	3

- Quemaduras de arco		
- Escoria.....	2	4
- Equipo de Seguridad		
- Caretas		
- Lentes.....	2	5
- Guantes		
- Factores en soldadura de Arco Eléctrico.....	2	6
- Posición correcta		
- Protección de la cara		
- Longitud de Arco		
- Angulo del electrodo.....	2	7
- Amperaje		
- Formación del Arco		
- Corrimiento de un Cordón.....	2	8
- Movimiento de Costura		
- Almohadillo o Relleno.....	2	9

## SEGUNDA PARTE

### PRÁCTICA DE TALLER:

- Formación del arco: Método de Rayado.....	2	10
- Método de Golpeado.....	2	11
- Pasos para correr un Cordón de Soldadura		
- Cordones paralelos.....	2	12

## TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	2	13
---------------------	---	----

## LABORATORIO Nº3: "UNIONES BASICAS PARA LA SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO"

### PRIMERA PARTE

- Uniones con Soldadura de Arco		
- Soldadura de Filete.....	3	1
- Soldadura de Filete hacia Abajo.....	3	2
- Tipos de Soldadura de Filete.....	3	3
- Calibradores para soldadura de filete.....	3	5
- Unión a escuadra		
- Unión a escuadra con pasadas múltiples.....	3	6
- Unión a Tope.....	3	7
- Alineamiento		
- Preparación de los Anillos.....	3	8
- Soldadura a Tope .....	3	9
- TABLA : "Espesor, Diámetro del Electrodo".....	3	10

### SEGUNDA PARTE

#### PRACTICA DE TALLER: "Tipos de Uniones"

- Pasos para hacer una soldadura de filete.....	3	11
- Pasos para soldar : "Unión a escuadra".....	3	12
- Pasos para soldar una unión a tope.....	3	13

### TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 3 ..... 14

LABORATORIO Nº4: "SOLDADURA EN POSICIONES  
INCOMODAS O POSICIONES  
PARA SOLDAR EN LA SOLDA-  
DURA DE ARCO ELECTRICO"

### PRIMERA PARTE

- Posiciones para soldar..... 4 ..... 1  
- Soldadura plana  
- Soldadura vertical  
- Soldadura horizontal  
- Soldadura sobre cabeza..... 4 ..... 4  
- Gráfico:"Uniones de Filete, biseladas, en tubería"4 ..... 5

### SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Corrimiento de Cordones para  
posiciones incómodas"

- Junta de esquina vertical..... 4 ..... 6  
- Junta en "T" y cordones en posición horizontal... 4 ..... 8  
- Soldadura de cordones rectos en posición  
sobre-cabeza..... 4 ..... 10  
- Soldadura de filete de varias pasadas, posición  
sobre-cabeza..... 4 ..... 11

### TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 4 ..... 12

LABORATORIO Nº5: "SOLDADURA DE METALES NO  
FERROSOS POR ARCO ELECTRICO  
CONVENCIONAL Y FUNDICION"

### PRIMERA PARTE

- Soldadura de metales no ferrosos  
- Soldadura del aluminio..... 5 ..... 1  
- Electrodo para soldar aluminio  
- TABLA: "Medida de los electrodos y ajuste de la  
soldadura para soldar aluminio con arco eléctrico  
- Diseño de uniones de Aluminio..... 5 ..... 2  
- Procedimiento para soldar aluminio  
- Manipulación del electrodo..... 5 ..... 3  
- Soldadura del cobre y sus aleaciones  
- TABLA: "Clasificación del cobre y aplicaciones  
típicas"..... 5 ..... 4  
- Soldadura del cobre con arco..... 5 ..... 6  
- Soldadura del hierro fundido  
- Procedimiento para soldar fundición..... 5 ..... 7

## SEGUNDA PARTE

### PRACTICA DE TALLER:

- Soldaduras de piezas de aluminio.....	5	.....	8
- Soldaduras en piezas de bronce.....	5	.....	9
- Soldaduras en piezas de hierro fundido.....	5	.....	10

## TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	5	.....	12
---------------------	---	-------	----

### LABORATORIO N°6: "ESPECIFICACION, CLASIFICACION Y SELECCION DE ELECTRODOS"

#### PRIMERA PARTE

- Tipos de Electrodo.....	6	.....	1
- Identificación de electrodos.....	6	.....	2
- TABLA I : "Lectura del Número del Electrodo"			
- TABLA II: "Interpretación de la última cifra en la clasificación A.W.S. de electrodos"	6	.....	3
- Electrodo de acero aleado			
- Designación A.W.S. de los principales electrodos de aleación en soldadura de arco			
- TABLA III: "Sufijos para los electrodos A.W.S. y elementos de aleación en %".....	6	.....	4
- Electrodo de acero inoxidable			
- Código de colores N.E.M.A.....	6	.....	5
- Medida y amperaje para un electrodo			
- TABLA IV: "Espesor del electrodo y su amperaje al soldar".....	6	.....	6
- Selección del electrodo adecuado			
- TABLA V: "Selección del tamaño y amperaje de electrodos".....	6	.....	7

## SEGUNDA PARTE

### PRACTICA DE TALLER:

- Puntos importantes para obtener una buena soldadura			
- Soldadura en posición vertical ascendente.....	6	.....	8
- Tipos de movimientos para realizar cordones uniformes.....	6	.....	9
- Soldadura de una junta de esquina vertical.....	6	.....	10
- Soldadura de una junta en "T" y cordones en posición horizontal".....	6	.....	13
- Soldadura de paso múltiple en posición horizontal			
- Soldadura de tejido en posición horizontal de una junta en "T".....	6	.....	15
- Ilustración de patrones de tejido.....	6	.....	17

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 6 ..... 17

LABORATORIO Nº7: "CORTE POR ARCO ELECTRICO,  
PROBLEMAS Y DEFECTOS COMUNES  
EN SOLDADURA AL ARCO"

PRIMERA PARTE

- Corte por Arco..... 7 ..... 1  
- TABLA I : "Ajuste sugerido de Amperaje para  
cortar por arco eléctrico"..... 7 ..... 2  
- Perforación por arco..... 7 ..... 3  
- TABLA II : "Defectos, causas y soluciones en  
soldadura por arco eléctrico..... 7 ..... 4  
-TABLA III : "Dificultades en la soldadura por arco. 7 ..... 9  
- Soldaduras Buenas y Malas, ilustración..... 7 ..... 10

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Corte por Arco"..... 7 ..... 10

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 7 ..... 11

LABORATORIO Nº8: "SIMBOLOGIA UTILIZADA EN  
SOLDADURA"

PRIMERA PARTE

- Simbología de Soldadura..... 8 ..... 1

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Uso de Simbología en Soldadura"

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 8 ..... 7  
ANEXOS  
- TABLA I : "Representación Normal y Convencional  
de la soldadura"..... 8 ..... 8  
- TABLA II: (Continuación)..... 8 ..... 9  
- TABLA III: (Continuación)..... 8 ..... 10

## SOLDADURA OXIACETILENICA

LABORATORIO Nº1 : "NORMAS DE SEGURIDAD, GASES  
Y EQUIPO PARA SOLDADURA  
OXIACETILENICA"

### PRIMERA PARTE

- La llama de oxi-acetileno		
- TABLA I : "Temperatura de las Llamas"		
- Oxígeno.....	1	1
- El proceso del aire líquido.....	1	2
- El cilindro de oxígeno.....	1	3
- Válvula del cilindro de oxígeno.....	1	4
- Acetileno		
- Producción de acetileno.....	1	5
- Cilindro de acetileno.....	1	6
- Tapones de seguridad		
- Reguladores.....	1	8
- Operación del Regulador.....	1	9
- Regulador de doble etapa.....	1	11
- Manómetros		
- Mangueras.....	1	12
- Soplete de Soldadura.....	1	13
- Boquillas para soldar		
- Selección de la Boquilla		
- Gafas para soldar.....	1	17
- TABLA II : "Selección de equipo de protección visual".....	1	18

### SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Armado de equipo de soldadura"

- Pasos para armar el equipo de oxiacetileno.....	1	18
- Buscando Fugas		
- Pasos para desconectar y guardar el equipo.....	1	22

### TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	1	22
---------------------	---	----

LABORATORIO Nº2 : "ENCENDIDO DEL SOPLETE, AJUSTE  
DE LAS LLAMAS Y SOLDADURA CON  
O SIN MATERIAL DE APORTE"

### PRIMERA PARTE

- Encendido del soplete y ajuste de la llama		
- Tipos de llamas de oxiacetileno		
- Apariencia.....	2	1
- Efectos en el acero		
- Llamas en contraexplosión y llamas en retroceso...	2	4
- Soldadura de metales		

- Ventajas y aplicaciones del proceso		
- Depósitos de cordones rectos de soldadura sin material de aporte.....	2	5
- Varillas de soldadura y espesor del metal		
- Varillas de soldadura		
- Procedimiento para soldar con varillas de soldadura oxigas.....	2	6
- Varillas de Bronce		
- Aplicaciones.....	2	7
- Varillas de aluminio y magnesio.....	2	8
- Varillas de acero (Clasificación A.W.S. RG-45)		
- Características típicas del metal depositado.....	2	10
- Varillas de hierro fundido		
- Soldadura de fundición gris		
- Usos.....	2	11

## SEGUNDA PARTE

### PRACTICA DE TALLER: "Encendido del soplete y soldadura de metales con y sin material de aporte"

- Pasos para el encendido del soplete		
- Método A.....	2	11
- Método B.....	2	12
- Pasos para extinguir la llama.....	2	13
- Pasos para correr cordones sin material de aporte.	2	14
- Pasos para correr cordones con material de aporte.	2	15

## TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	2	16
- TABLA : "Selección de Antorchas para soldar con acetileno".....	2	17

## LABORATORIO Nº3 : "UNIONES BASICAS DE SOLDADURA

### PRIMERA PARTE

- Uniones		
- Penetración		
- Soldadura por puntos.....	3	1
- Unión a escuadra		
- Unión de Canto.....	3	2
- Unión de Tope		
- Unión traslapada		
- Unión "T"		
- Pruebas de las uniones.....	3	3
- Probando uniones		
- Pruebas Destructivas.....	3	4
- Pruebas no Destructivas.....	3	5
- Características que se sujetan a pruebas		
- Términos aplicados en soldadura		
- Defectos en la soldadura.....	3	6

- Preparación de los Bordes.....	3	.....	7
----------------------------------	---	-------	---

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER : "Soldaduras de Uniones con o sin material de Aporte"

- Pasos para hacer una soldadura por puntos			
- Pasos para el ensamble de una unión a escuadra....	3	.....	10
- Pasos para una soldadura a escuadra sin material de aporte			
- Soldadura de una unión a escuadra con material de aporte.....	3	.....	11
- Pasos para soldar una unión de canto sin varilla del soldadura			
- Pasos para soldar con varilla una unión traslapada	3	.....	12
- Pasos para soldar una unión "T" con varilla de soldadura.....	3	.....	13

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	3	.....	14
---------------------	---	-------	----

LABORATORIO Nº4: "PROCESO PARA CORTE DE METALES CON OXIACETILENO"

PRIMERA PARTE

- Principios del corte con oxiacetileno			
- Reglas de seguridad para el corte con oxiacetileno	4	.....	1
- Equipo de corte con oxiacetileno			
- El soplete de corte.....	4	.....	2
- Accesorios para corte.....	4	.....	4
- Boquillas para cortar.....	4	.....	5
- Presiones para cortar			
- TABLA I : "Boquillas para corte"			
- TABLA II: "Boquillas para corte".....	4	.....	8
- Velocidad de corte			
- Fallas comunes en el corte			
- Indicaciones para cortar.....	4	.....	9
- Perforación de un agujero y corte de un círculo			
- Biselado			
- Corte de hierro fundido.....	4	.....	10
- Oxicorte con máquina.....	4	.....	12

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER:

- Pasos para encender el soplete de corte			
- Pasos para cortar una línea recta.....	4	.....	14
- Pasos para hacer un agujero			
- Pasos para cortar un círculo con un corta-círculo.	4	.....	15

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 4 ..... 16

**SOLDADURA TIG**

LABORATORIO Nº1: "TIG: UN PROCESO EFICAZ DE SOLDADURA"

PRIMERA PARTE

- Procesos de soldadura con gas protector..... 1 ..... 1  
- Generalidades..... 1 ..... 1  
- Concepto..... 1 ..... 2  
- Forma de operación del sistema..... 1 ..... 3  
- Características y ventajas del sistema TIG..... 1 ..... 4  
- Aplicaciones del sistema..... 1 ..... 5  
- Medidas de Seguridad para TIG y MIG..... 1 ..... 5

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Encendido del Arco y Cordones de soldadura"..... 1 ..... 7

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 1 ..... 11

LABORATORIO Nº2: "EL EQUIPO TIG Y SU FUNCIONAMIENTO"

PRIMERA PARTE

- Componentes del Equipo TIG..... 2 ..... 1  
- Máquina de soldadura..... 2 ..... 1  
- Cuadro de selección de electrodos..... 2 ..... 2  
- Corriente Directa polaridad Invertida..... 2 ..... 3  
- Corriente Directa polaridad Directa..... 2 ..... 3  
- Corriente Alterna..... 2 ..... 3  
- Ventajas de las Corrientes de Alto Voltaje, Alta Frecuencia en la Corriente de Soldadura..... 2 ..... 4  
- Electrodo de Tungsteno para soldar con TIG..... 2 ..... 5  
- Tabla de Tipos de Electrodos..... 2 ..... 7  
- Soplete o Antorcha..... 2 ..... 7  
- Ajuste del Electrodo..... 2 ..... 8  
- Factores que afectan la vida del electrodo..... 2 ..... 10  
- Gases de protección..... 2 ..... 11  
- Reguladores..... 2 ..... 12

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Soldadura TIG de una junta a Tope en posición plana"..... 2 ..... 14

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 2 ..... 16

LABORATORIO Nº3: "DEFECTOS DE SOLDADURA EN EL PROCESO TIG"

PRIMERA PARTE

- Defectos de Soldadura..... 3 ..... 1  
- Metalurgia de la Soldadura (Observaciones Principales)..... 3 ..... 3  
- Recomendaciones para soldar acero inoxidable..... 3 ..... 3  
- Técnicas de Soldadura..... 3 ..... 3  
- Preparación de la pieza a soldar..... 3 ..... 4  
- Soldadura en ángulo interior..... 3 ..... 6  
- Soldadura en ángulo exterior..... 3 ..... 9  
- Soldadura en cornisa sobre acero inoxidable..... 3 ..... 11  
- Soldadura vertical ascendente sobre acero inoxidable..... 3 ..... 13

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Soldadura TIG en Posición Vertical"..... 3 ..... 16

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 3 ..... 17

LABORATORIO Nº4: "SOLDADURA EN ALUMINIO EN EL SISTEMA TIG"

PRIMERA PARTE

- Simbolización del aluminio y de sus aleados  
- Aluminio Puro  
- Aleaciones de Aluminio que contiene magnesio  
- Aleaciones de aluminio..... 1 ..... 1  
- TABLA I : "Elementos y Símbolos"  
- Propiedades..... 4 ..... 2  
- Naturaleza de la Varilla  
- TABLA II: "Espesor del metal y electrodo"  
- Arco eléctrico en TIG con corriente alterna  
- Soldadura con corriente alterna..... 4 ..... 3  
- Ejecución de la Soldadura TIG en aluminio con material de aporte..... 4 ..... 4  
- Soldadura a tope sobre aluminio  
- Generalidades  
- Ejecución de la soldadura..... 4 ..... 5  
- Soldadura en ángulo interior  
- Generalidades..... 4 ..... 6

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Soldadura de platinas de aluminio a tope en posición plana"..... 4 ..... 9

- Soldadura de filete para formar una esquina exterior..... 4 ..... 11

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 4 ..... 14

**SOLDADURA MIG**

LABORATORIO N°1: "DEFINICION Y CONOCIMIENTO DE MAQUINARIA"

PRIMERA PARTE

- Definición de Soldadura MIG..... 1 ..... 1

- Cualidades sobresalientes de la soldadura MIG

- Ventajas de proceso de soldadura MIG..... 1 ..... 2

- Equipo para soldadura MIG

- Máquina Soldadora..... 1 ..... 3

- Unidad de alimentación de alambre, controles..... 1 ..... 4

- Pistola de soldadura

- Partes de pistola de soldadura..... 1 ..... 6

- Gas y Sistema de Protección

- Alambre-electrodo..... 1 ..... 8

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Familiarización con el equipo de Soldadura MIG"..... 1 ..... 8

- Ilustración: "Equipo para soldadura MIG"

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO..... 1 ..... 11

LABORATORIO N°2: "CORDONES Y TIPOS DE UNIONES"

PRIMERA PARTE

- Condiciones esenciales para soldar correctamente en el proceso MIG

- Selección del gas de protección

- Corriente apropiada..... 2 ..... 1

- Diámetro y tipo de alambre empleado

- Velocidad del alambre

- Voltaje del arco..... 2 ..... 2

- Angulo de Boquilla

- Angulo de avance		
- Angulo de empuje.....	2	3
- Angulo de arrastre		
- Velocidad de avance.....	2	5

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER:

- Cordón con soldadura MIG.....	2	7
---------------------------------	---	---

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	2	9
ANEXOS		
- TABLA I : "Soldadura de Filete Plano".....	2	10
- TABLA II : "Soldadura de Filete Horizontal".....	2	11
- TABLA III: "Soldadura de Filete Vertical Ascendente".....	2	12
- TABLA IV : "Soldadura de Filete bajo Techo".....	2	13
- TABLA V : "Soldadura con Ranura en escuadra (sin soporte)".....	2	14
- TABLA VI : "Soldadura con Ranura a escuadra (soporte con plancha de acero o cobre)".....	2	15

LABORATORIO Nº3: "DEFECTOS DE SOLDADURA CAUSAS Y CORRECCION"

PRIMERA PARTE

- Soldadura al metal bajo gas activo M.A.G.		
- Porosidad en la superficie e interior.....	3	1
- Solapas frías - Falta de fusión		
- Defectos en Cráter - porosidad o rajaduras en el cráter		
- Penetración excesiva y perforaciones.....	3	2
- Falta de penetraciones		
- Patillas		
- Carrileras		
- Otros Defectos.....	3	3

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Cordones de Soldadura con el proceso MIG".....	3	4
--	---	---

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	3	5
---------------------	---	---

LABORATORIO Nº4: "SISTEMA DE PROTECCION DE GAS,  
ENVASES, CILINDROS"

PRIMERA PARTE

- Gases de Protección.....	4	.....	1
- Argón.....	4	.....	2
- Argón, Oxígeno, Dióxido de Carbono.....	4	.....	3
- Características de la soldadura con CO <sub>2</sub> .....	4	.....	4
- Envases y cilindros			
- Rango de Flujo de Gas.....	4	.....	5
- Alimentador de gas de Protección.....	4	.....	6

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Comparación de soldadura con gas Argón y CO <sub>2</sub> .....	4	.....	8
--	---	-------	---

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	4	.....	8
- TABLA : "Recomendaciones Generales en soldadura MIG".....	4	.....	9

LABORATORIO Nº5: "TIPOS DE ALAMBRE ELECTRODO"

- Identificación de los electrodos.....	5	.....	1
- Electrodo de Protección interna o electrodo tabular.....	5	.....	2
- TABLA : "Indicativa de los materiales de aporte de acero inoxidable, clasificación A.W.S. y composición química aproximada.....	5	.....	8

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Soldadura de Juntas a tope posición plana con MIG".....	5	.....	9
---	---	-------	---

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	5	.....	10
---------------------	---	-------	----

LABORATORIO Nº6: "VARIACIONES EN PROCEDIMIENTOS  
DE SOLDADURA"

PRIMERA PARTE

- Variaciones de Nivel característico preseleccionado			
- Variaciones primarias ajustables.....	6	.....	1
- Variación del ajuste secundario			
- Separación entre la boquilla y el trabajo.....	6	.....	2
- Variación Ajustable "ángulo tobera"			
- Angulo transversal			

- Angulo longitudinal.....	6	.....	3
- Penetración			
- Usos de variaciones de soldadura.....	6	.....	4
- Transferencia por arco de rociado.....	6	.....	5
- Transferencia globular			
- Transferencia en corto circuito			
- Manipulación del electrodo.....	6	.....	6

SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: "Variaciones en procedimientos de soldadura".....	6	.....	7
--	---	-------	---

TERCERA PARTE

- CUESTIONARIO.....	6	.....	8
- Anexos: Gráfico: "Penetración contra condiciones de soldadura.....	6	.....	9

Glosario Técnico.....	.....
Conclusiones.....	.....
Bibliografía.....	.....

## PROLOGO

Cuando llegó el momento de culminar los estudios a nivel Tecnológico, hubo la necesidad de realizar un proyecto de graduación. (El buscar un tema o proyecto tuvo que ajustarse a las necesidades que se viven hoy en día en la actualidad), para la cual como estudiantes de la universidad y teniendo dentro del programa de estudios que cursar la materia de soldadura y observando durante el curso de esta materia, la limitante de no tener una secuencia lógica a seguir (Teórico-Prácticos), surgió la idea de realizar un proyecto basado en guías prácticas de laboratorio para soldadura.

La idea fue fortalecida cuando se consulto tanto a estudiantes de la carrera de mecánica general como profesores; se reunió la información necesaria y una vez evaluado la facilidad del proyecto se tomo determinación de llevarlo a la realidad.

Pero para ello se frecuentaron lugares como talleres de estructura metálica, centro de ventas de equipo para soldadura, etc. Es así como se presenta el proyecto **"GUIAS DE PRACTICAS DE LABORATORIOS PARA LOS PROCESOS DE SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO CONVENCIONAL, SOLDADURA A GAS (OXIACETILENICA) Y SOLDADURAS ESPECIALES (TIG/MIG)"**

Como una respuesta a las limitaciones teórico-prácticas existentes para el programa de soldadura.

Finalmente agradecemos a nuestro asesor ING. FIDEL ANGEL BLANCO, (Gte. Soldadura de OXGASA) por habernos suministrado información e ilustraciones y a nuestros amigos por su experiencia puesta a nuestros servicios.

## INTRODUCCION

La soldadura es el método de unir más aceptable en la actualidad y pocos son los casos que se manejan hoy día que no dependan de una unión soldada en algun face antes de llegar a nosotros.

Por su extenso uso el conocimiento de procesos de soldar que satisfagan la demanda requerida por las industrias existentes en el país es esencial, tanto para ingenieros, operarios y usuarios de productos en la rama de soldadura.

La presente tesis no pretende agotar los temas tratados: soldadura eléctrica, autógena y soldaduras especiales (TIG/MIG), cada día más amplio y enriquecidos con nuevas técnicas. Aspira unicamente a reconsiderar, siguiendo un orden lógico los elementos esenciales presentes en la realización de la soldadura como sus principios básicos y las características mas importantes de los procesos de soldadura, indicando las relaciones entre las variables del proceso y sus técnicas a emplear.

Tras recordar los conocimientos y principios eléctricos que tienen aplicación mas directa en este campo y luego enumerar los elementos que la componen, además trata la realización manual de forma específica, dedicando especial consideración a las normas de seguridad, a los electrodos, a la preparación de los bordes a unir y a las posiciones de soldadura.

Sigue una descripción de cortes de metales, expone una explicación de simbolos de soldadura usados para representar uniones en los planos y documentos de fabricación.

En sus paginas se trata de dar una panorámica general de los temas considerados, básicos en soldadura eléctrica, equipo, material de aporte, ejecución y problemas de soldadura, se busca que junto a la orientación y explicación del instructor y a la unciativa del soldador, se solventen las limitaciones por imperativos insalvables en los laboratorios propuestos, cuyas fallas pueden ser superadas siguiendo la mística de formación univesitaria: Ser un profecional práctico en el que hacer nacional.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

IDENTIFICACIÓN DE LOS METALES  
SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO  
CONVENCIONAL

## I FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA SISTEMA ARCO PROTEGIDO Laboratorio # 1.0

### Objetivos:

- Definir el concepto de soldadura eléctrica
- Conocer algunos conceptos básicos que intervienen en todo proceso de soldadura, ya sea este a nivel de operaciones de aprendizaje como de trabajos de reparación.
- Identificar el tipo general de metal del que esté hecha una pieza, para poder seleccionar un metal de aporte o para decidir el proceso de soldadura más apropiado.
- Utilizar algunos métodos confiables, precisos y rápidos para identificar los metales.

Soldadura de Arco, o Soldadura de arco eléctrica por fusión: es la realización de uniones íntimas entre dos piezas de un mismo material o de materiales diferentes; puede ser homogénea si los materiales a unir son de igual naturaleza, o constitución; Soldadura Heterogénea: si el material de unión es netamente distinto de los metales que unen. En este caso, el calor proviene de un arco voltático que se establece entre un electrodo, constituido por el material de aporte y la pieza por soldar, constituyendo un circuito eléctrico que es alimentado por un generador de corriente que puede ser continua o alterna.

### PRIMERA PARTE

#### 1. Método de Identificación de Materiales.-

Un soldador debe saber cómo identificar los materiales por;

Procedimientos Mecánico - Tecnológicos.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

1.1 Apariencia de la Superficie: la apariencia o el aspecto de la superficie del metal ayuda a clasificarlo.

- Un metal que ha sido vaciado en molde arena tiene una superficie con aspecto rugoso, impresión debida a la arena usada para los moldes de fundición.
- A lo largo de un lado de una pieza fundida se observan vaciaderos o bocas de llenado. Así el acero vaciado, tiene una boca de llenado relativamente grande, el del hierro gris es pequeño.
- Las piezas forjadas a martinete tienen un aspecto superficial rugoso y escamoso, su diseño es simple, las piezas forjadas o bajo presión son hechas generalmente de acero medio al carbono o con bajo contenido de aleación.

1.2 El sonido que producen: se practica principalmente en piezas de fundición, esta prueba se hace dejando que la pieza cuelgue libremente y golpeando suavemente con un martillo los metales en cuestión y escuchando el sonido que producen.

Esta prueba se deja a la experiencia personal.

- Al golpear un trozo de acero con un martillo, resuena con un tono más agudo que el que produce el metal fundido.
- El hierro gris o fundición gris produce un tono opacado, así como entre las piezas con grietas y poros y la fundición maleable produce un tono más agudo y claro, que la fundición gris.

1.3 Color del Material:	Tabla # 1
Material	Color
Cobre Rojizo	(Anaranjado)
(Aleación Cu + Zn)	
Latón	Amarillo
(Aleación Ca + Sn)	
Bronce	Dorado
Hierro Fundido	Gris
Acero Inoxidable	Plateado
Aluminio	Blanco

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

Tabla # 2	
1.4 Material	Densidad Específica ( $\gamma$ )
Yeso	2.3 Kg/dm <sup>3</sup>
Vidrio	2.4 - 2.7 Kg/dm <sup>3</sup>
Fundición	7.25 Kg/dm <sup>3</sup>
Carbonato	3.5 Kg/dm <sup>3</sup>
Cobre	8.96 Kg/dm <sup>3</sup>
Magnesio	1.74 kg/dm <sup>3</sup>
Manganeso	7.43 Kg/dm <sup>3</sup>
Molibdeno	10.22 Kg/dm <sup>3</sup>
Níquel	8.91 Kg/dm <sup>3</sup>
Plata	10.5 Kg/dm <sup>3</sup>
Aceros no Aleados	7.85 Kg/dm <sup>3</sup>
Aluminio	2.7 Kg/dm <sup>3</sup>
Antimonio	6.69 Kg/dm <sup>3</sup>
Plomo	11.3 Kg/dm <sup>3</sup>

1.4 Peso del material  $W = mg$   
 (Tabla # 2)  $\rho = \frac{m}{V} = \text{densidad}$

$$\begin{aligned} \gamma &= \rho g \\ \rho V &= m \\ W &= \rho V g = \gamma V \\ \gamma &= \frac{W}{V} \end{aligned}$$

Para piezas de contorno geométrico conocido. Utilizando una balanza, encontrar el peso  $W$ , medir el volumen  $V$  de la pieza de material a ser identificada y determinar  $\gamma$ , mediante fórmula y comparar el dato obtenido con las densidades específicas en la TABLA # 2

1.5 Dureza del material: que es la capacidad que opone un cuerpo a ser rayado y penetrado por otro; ésta propiedad mecánica involucra otras como ductilidad, fragilidad; la resistencia a la ruptura se mide utilizando parámetros de dureza: HB, HRC ó utilizando Ks/mm<sup>2</sup>.

1.6 Pruebas localizadas, magnéticas y con ácidos.

- Se puede utilizar un simple imán para clasificar los materiales. Una gota de ácido nítrico concentrado no ataca al acero inoxidable; produce un color verde o azul en el monel y en cuproníquel, y un color café en el acero al carbono.

## 1.6.1 Materiales fuertemente magnéticos:

- El hierro inoxidable (con 11 al 13% de cromo) el acero con bajo contenido de carbono.

## 1.6.2 Materiales ligeramente magnéticos:

- El Monel (aleación cobre-níquel) (aunque algunas aleaciones de éste tipo son magnéticas), las aleaciones con alto contenido de Níquel, y el acero inoxidable (el tipo 18cr-8ni cuando es trabajado en frío).

## 1.6.3 Materiales no magnéticos: (el acero inoxidable, el tipo de 18cr-níquel recocido); las aleaciones a base de cobre; las aleaciones a base de aluminio y las aleaciones a base de zinc.

La prueba localizada es hecha sobre un material cuya superficie está pulida ó limpia hasta dejarla sin aceite, pintura, mugre, hechumbre y escamas. Una gota de ácido nítrico concentrado no ataca el acero inoxidable, produce un color verde o azul en el monel y el cupro-níquel (cobre-níquel) y un color café en el acero al carbono.

## 1.7 Prueba de la Chispa; para clasificar metales ferrosos contra una rueda esmeril en marcha. Utilizando una rueda de grado mediano (40 a 60) las chispas deben observarse con una luz difusa pues con un fondo oscuro se distinguen sus características.

Los diferentes elementos en el acero influyen en las conductas de las chispas:

- La presencia de carbono produce una corriente abundante de las chispas esta manifestación es opacada por la presencia en la aleación de: silicio, níquel y tungsteno.
- Cuando aumenta el contenido de manganeso, las chispas tienden a seguir la superficie de la rueda.
- El cromo produce chispas color naranja y dificulta la corriente de chispas.
- El níquel produce lenguas en forma de horquillas en el extremo de la corriente de chispas.
- El tratamiento térmico del metal modifica el aspecto de las chispas.

En esta prueba se debe observar la longitud, el color y la forma de las chispas desde el momento en que sale la rueda, hasta que desaparecen.

## 1.8 Apariencia de la superficie de una fractura.

Esta superficie revela aspectos tales como la naturaleza de la rotura, el tipo de grano, y el color.

En los tubos este ensayo se llama: de abocinado y rebordeado que consiste en abrir el tubo hasta que aparezcan grietas.

- Para una fundición gris el color de la superficie fracturada es gris oscuro, y al frotarla deja una untura negra de granito.
- La fundición blanca en cambio, tiene un aspecto blanco de plata.
- La fundición moleable, muestra un centro oscuro, con una película exterior clara, debido a su tratamiento superficial; su superficie fracturada se dobla antes de romperse pues es dúctil.
- Las fundiciones Gris y Blanca son frágiles y producen una fractura limpia.

## 1.9 Prueba del Cincel (Rebabeado) y prueba de la Lima.

El objetivo es apreciar la viruta resultante de un corte de poca profundidad en la pieza a identificar; el limado debe ser transversal a 45º de la dimensión más larga de la pieza de metal.

- La fundición produce viruta en forma de polvo y el esmeril produce unas chispas rojizas.
- En el hierro y el acero la viruta puede ser continua

## 1.10 Prueba de la llama.- Contando con un equipo para soldadura oxiacetilénica, y con una llama neutra, se aplica la llama sobre las rebabas o virutas del material a identificar, considerando su punto de fusión.

- Al efectuar la prueba de la llama al aluminio, este resiste la prueba.
- El magnesio, sus partículas se dilatan (recogen)
- El Manganeso, sus partículas se disparan o se funden.

Tabla # 3	
Punto de Fusión de Materiales es	
Estaño	240° C
Plomo	340
Aluminio	620-650
Bronce	880-920
Latón	930-980
Acero	1535
Tugsteno	3596

1.11 Identificación del material por el funcionamiento al que está sometido la pieza dentro de un sistema.

Así El Bronce: se considera un material antifricción y se encuentra en chumaceras disipando el calor.

El Estaño: en latas de conserva, grifería, cojinetes;

el tugsteno: en los filamentos de lámparas eléctricas y está presente en los aceros rápidos.

1.12 Análisis Espectral: (procedimiento de ensayo no destructivo) utilizando la tecnología en la observación y análisis de los destellos producidos por un haz de luz, en la soldadura eléctrica de materiales y su longitud de onda.-

## SEGUNDA PARTE

### 2. PRACTICA DE TALLER: Identificación de Materiales.

2.1 Material: El instructor proveerá distintos materiales.

2.2 Objetivo: Aplicar sobre estos **ensayos** de taller que indiquen su comportamiento durante su mecanización.-

2.3 Tiempo: 2 horas

2.4 Procedimiento: Para cada una de las diferentes piezas, examine el aspecto que presentan, comprobar la calidad superficial y los fallos externos, tales como poros, grietas y entallas.





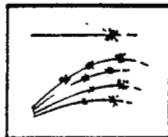
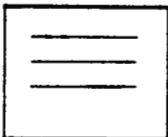

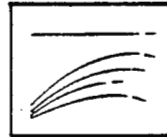
- Prueba de la Lima: el arranque de viruta es menor en aceros duros, a igualdad de esfuerzo.
- Prueba de la Chispa: si se quiere comprobar la clase de acero del que se trata, hay que observar la chispa que resulta al esmerilar. (Véase lámina).

TERCERA PARTE

3. CUESTIONARIO

- 3.1 ¿Cuál debe ser la iluminación en un cuarto cuando se le usa para identificar metales por medio de la prueba de la chispa ?
- 3.2 ¿ Qué clase de llama oxiacetilénica se usa para la prueba de la llama ?
- 3.3 Describe el método de prueba que debe usarse para distinguir el acero al carbono del acero inoxidable. ¿ Qué método usaría usted para comprobar su primera identificación ?
- 3.4 ¿ Sobre qué propiedades de los materiales pueden obtenerse conclusiones con los ensayos de taller plegado, prueba de la chispa y apariencia de superficie de una fractura ?
- 3.5 Describir las imágenes de las chispas de un acero no aleado y de otro altamente aleado.
- 3.6 En la prueba de la chispa, ¿ de qué depende la frecuencia de la descomposición de los productos de la oxidación del carbono y la forma de las estelas ?

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

METAL PRUEBA	ACERO BAJO EN CARBONO < 0.20 o/o	ACERO MEDIO EN CARBONO 0.20 o/o - 0.45 o/o	ACERO ALTO EN CARBONO > 0.45 o/o	ACERO ALTO EN AZUFRE
ASPECTO	GRIS OSCURO	GRIS OSCURO	GRIS OSCURO	GRIS OSCURO
MAGNETISMO	FUERTE	FUERTE	FUERTE	FUERTE
DESBASTE CINCEL	VIRUTA FACIL Y CONTINUA BORDE SUAVE	VIRUTA FACIL Y CONTINUA BORDE SUAVE	VIRUTA DIFICIL, PUEDE SER CONTINUA	VIRUTA FACIL Y CONTINUA, BORDE SUAVE
ROTURA	GRIS BRILLANTE	GRIS MUY LIGERO	GRIS MUY LIGERO.	GRIS BRILLANTE, GRANO FINO.
CHISPA AL ESMERIL	 LINEAS LARGAS Y AMARILLAS	 LINEAS AMARILLAS CON ESPIGAS SENCILLAS	 LINEAS AMARILLAS Y BRILLANTES CON NUMEROSAS ESTRELLAS CLARAS.	 LINEAS CON PARTES ABULTADAS.
METAL PRUEBA	ACERO AL MANGANESO	ACERO INOXIDABLE	HIERRO FUNDIDO	HIERRO FORJADO
ASPECTO	SUPERFICIE MATE	PLATEADA BRILLANTE Y LISA	GRIS MATE MOSTRANDO EL MOLDE DE ARENA	GRIS CLARO Y LISO.
MAGNETISMO	NO TIENE	VARIABLE	FUERTE	FUERTE
DESBASTE CINCEL	MUY DIFICIL DE CINCELAR	VIRUTA CONTINUA, SUAVE Y BRILLANTE.	VIRUTA PEQUENA COMO DE 1/8" DIFICIL Y FRAGIL.	VIRUTA CONTINUA DE BORDE SUAVE, BLANDA Y DE CORTE FACIL
ROTURA	GRANO GUESO	DEPENDE DEL TIPO, BRILLANTE	FRAGIL	GRIS BRILLANTE CON ASPECTO FIBROSO
CHISPA AL ESMERIL	 ESTRELLAS GRANDES BLANCAS Y BRILLANTES	 1 - NIQUEL: PERFIL NEGRO JUNTO A LA PIEDRA. 2 - MOLIB: LENGUA EN FLECHA. VANADIO: LENGUA EN PUNTA DE LANZA LARGA	 LINEAS ROJAS CON DESPRENDIMIENTO, (POCO CARBONO)	 LINEAS LARGAS COLOR CLARO (PRACTICAMENTE LIBRES DE ESPIGAS O EXPLOSIONES)

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

FUENTE DE PODER, NORMAS DE  
SEGURIDAD Y FUNDAMENTOS DE LA  
SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO

## I FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA

### LABORATORIOS Nº 2.0

#### OBJETIVOS:

- Identificar los tipos de máquinas para la soldadura eléctrica.
- Conocer los tipos de corrientes (diferentes) que las máquinas soldadoras entregan.
- Comparar los tipos de corriente que las máquinas entregan para soldar.
- Conocer las normas de seguridad en la soldadura de arco y el equipo a utilizar en el proceso de soldadura.
- Conocer los principales fundamentos de la soldadura de arco. (Formación del arco, corrimiento de un cordón y movimiento de costura).

#### PRIMERA PARTE

### 2. FUENTES DE PODER

#### 2.1. MAQUINAS DE SOLDAR POR ARCO

La electricidad se genera en una central principal y luego es transmitida a través de varias subestaciones, transformadores y líneas de fuerza. Se usa para muchas cosas tales como alumbrado, calor, fuerza, etc.

Para tener éxito soldando con electricidad debemos tener una máquina que controle la fuerza de la electricidad, aumente o disminuya la potencia según se requiere y sea segura en su manejo.

Hay tres tipos principales de máquinas usadas en la soldadura de arco:

- a) Máquina de CA ( corriente alterna)
- b) Máquina de CD ( corriente directa)
- c) Máquina de CA/CD (combinación de las dos)

#### a) MAQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA

Las máquinas de corriente alterna son llamadas también: "Transformadores", porque transforman la corriente eléctrica de la línea principal (que tiene bajo amperaje y alto voltaje) a una corriente útil para soldar, pero segura (que tiene bajo voltaje y amperaje alto). Esto se lleva a cabo dentro de la máquina por un arreglo de las bobinas primaria y secundaria y un reactor móvil.

## b) MAQUINAS DE CORRIENTE DIRECTA

Las máquinas de CD caen dentro de dos tipos básicos: "Generadores y Rectificadores".

En un generador de CD la corriente se genera girando una armadura en un campo eléctrico. La corriente eléctrica alterna generada se reduce o se recibe en un arreglo de escobillas de carbón y conmutador y se cambia a corriente directa.

## c) MAQUINA CA / CD

Estas máquinas son básicamente, transformadores de CA a los cuales se agrega un rectificador. La corriente alterna provista por el transformador alimenta al rectificador que la cambia a corriente directa.

## 2.2. CARACTERISTICAS DE LAS MAQUINAS SOLDADORAS

**AMPERAJE.** La potencia (o calor) de una máquina de soldar se mide en amperios. Cuando se suelda con electrodos de pequeño diámetro se requieren menos amperios que cuando se suelda con electrodos de diámetro mayor. El indicador de amperios y el control se localizan generalmente en el frente de la máquina soldadora.

**CAPACIDAD DE LA MAQUINA.** Esto se refiere al amperaje máximo al que podrá trabajar la máquina, puede variar entre 100 y 200 amperios dependiendo del tamaño de la máquina.

**CICLO DE TRABAJO.** Una máquina ajustada a ciclos de trabajo de 20% está diseñada para operar el amperaje máximo durante dos minutos de cada diez. En la industria, el ciclo de trabajo más usual es de 60%, o seis minutos de cada diez. Este ajuste se estableció para evitar daños a las máquinas de soldar. Al usar una máquina por arriba de la capacidad se le hace fallar.

**ALIMENTACION.** Si se requiere soldar en diferentes lugares, se usa con frecuencia una máquina soldadora movida por gasolina o diesel porque es portátil y no depende de las líneas eléctricas.

## 2.3. COMPARACION DE LAS CORRIENTES PARA SOLDAR

La soldadura con CD permite escoger ampliamente electrodos y escalas de corriente con la mejor estabilidad del arco. Generalmente se usa para trabajos en posiciones incómodas, soldaduras de placas de metal de tuberías, para formar superficies duras y soldar aceros inoxidables.

La soldadura con corriente alterna CA, produce menos salpicaduras de soldadura, requiere menos energía eléctrica y menos mantenimiento, y es ideal

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

para soldar placas gruesas usando grandes electrodos. Una máquina de CA/CD, tiene por supuesto las ventajas de ambos.

## 2.4. POLARIDAD

Una corriente eléctrica produce una fuerza magnética alrededor de su conductor, debido a que las líneas de fuerza magnética finalizan en las terminales positivas y negativas de la corriente eléctrica, se les llama polo positivo y polo negativo; de aquí obtenemos la palabra "polaridad" por la cual sabemos la dirección del flujo de corriente. La polaridad solo puede determinarse en las máquinas de CD. En las máquinas de corriente alterna CA no se obtiene, ya que hay inversión de las corrientes.

Cuando el cable del electrodo se conecta a la terminal positiva de la máquina, la máquina está en polaridad positiva. Cuando el cable del electrodo se conecta a la terminal negativa de la máquina, la máquina está en polaridad negativa.

En la industria, se conocen las polaridades positivas y negativas como las polaridades INVERSA y DIRECTA respectivamente.

## 2.5. NORMAS DE SEGURIDAD EN LA SOLDADURA DE ARCO.

### 2.5.1. RIESGOS DE SEGURIDAD

Todo soldador debe usar el equipo adecuado de protección en el frente (delantal con mangas largas de cuero, etc.), para protegerse de las chispas, del calor y la luz producida durante el proceso de soldadura. La soldadura de arco solamente requiere de unas cuantas precauciones de sentido común. El principal peligro son las descargas eléctricas.

### 2.5.2. DESCARGA ELECTRICA

Cuando una persona hace contacto con la corriente eléctrica, recibe una descarga eléctrica que le causa una reacción violenta o hasta la muerte, para evitar una descarga eléctrica observe las siguientes reglas:

- a) Apague la máquina cuando no se está usando.
- b) Use guantes cuando maneje el equipo.
- c) Mantenga todo seco, no se pare sobre agua cuando suelde: El agua y la electricidad no se mezclan.
- d) Tenga cuidado con la humedad de cualquier clase. Aún el sudor dentro de los guantes en un día muy caliente puede producirle una descarga eléctrica.

### 2.5.3. DESLUMBRAMIENTO

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

La luz brillante que se despiden en la soldadura de arco, contiene rayos ultravioleta e infrarrojos. Estos rayos son similares a los del sol y pueden producir efectos similares.

El deslumbramiento se produce cuando se ve un arco sin la protección adecuada, desgraciadamente es difícil decir si se produjo o no hasta seis u ocho horas más tarde. Los síntomas incluyen sensación de quemadura y una irritación similar a la que causa la arena en los ojos. Es doloroso tanto con los ojos abiertos como cerrados.

Lo más sensato que se puede hacer es no mirar un arco a menos que se use el equipo adecuado. Algunas veces, sin embargo, una persona recibe el destello

por accidente, sin importar lo cuidadoso que sea. Por lo general los deslumbramientos accidentales no dañan permanentemente los ojos, pero los destellos repetidos pueden producir cataratas y hasta la ceguera permanente.

## 2.5.4. QUEMADURAS DE ARCO

Los rayos infrarrojos y ultravioleta también puede producir casos de serias quemaduras de arco:

Para evitar quemaduras de arco:

- a) Use camisas manga larga y manténgalas desenrolladas.
- b) Conserve abotonado el frente de la camisa.
- c) Use equipo de protección.
- d) Siempre revise la careta antes de empezar a soldar para asegurarse de que los vidrios oscuro no están rajados o rotos.

## 2.5.5. ESCORIA

El recubrimiento que se forma en la parte superior de la soldadura de arco se llama "escoria", cuando se deposita está muy caliente; cuando se enfría queda sólida y dura. Tenga cuidado cuando quite la escoria, debe asegurarse que no vaya a golpear al soldador o a otra persona que esté en los alrededores.

## 2.6. EQUIPO DE SEGURIDAD.

### 2.6.1. CARETAS

Para protegerse a sí mismo de los rayos del arco y de las chispas calientes, se usa una protección para la cara (carea o yelmo de mano). La careta es más segura para los principiantes, pero en la industria se usa con frecuencia el yelmo de mano. *fig. 1.*

Los protectores para la cara deben de ser de material aislante fuerte, tal como fibra, con piezas laterales por lo menos de 5cm (2 pulg.) de ancho. La

careta más apropiada es la que tiene el frente deslizante, la cual permite levantar el frente o vidrio oscuro cuando no está soldando. Así puede verse lo que se está haciendo sin quitarse la careta completa y seguir protegido cuando se golpea la soldadura para quitar la escoria. Si no se usa este tipo, se deben usar gafas de seguridad para quitar la escoria.

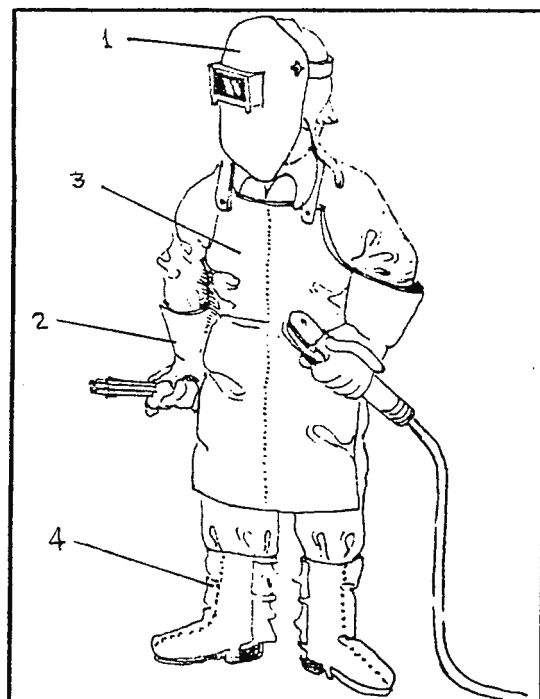


Fig. 1 Equipo de Seguridad  
1- Careta 2- Guantes  
3- Delantal 4- Polainas

## 2.6.2. LENTES

MAXIMO AMPERAJE	GRADO LENTE
30-70 Amp.	8
75-200 Amp.	10
200-400 Amp.	12
Sobre 400 Amp.	14

Para permitir que el soldador vea mientras está soldando y filtrar los rayos que hacen daño en la soldadura de arco se usan lentes de color en las caretas. Estos lentes son generalmente verdes y graduados por números y se ofrecen en medidas estándar.

Por ejemplo, los N° 6 son lentes ligeramente coloreados y los N° 12 son lentes de colores oscuros. El grado más popular es el N° 10. Debido a que estos lentes son costosos, se protegen con vidrios claros o placas de plástico.

También se fabrican lentes con graduación y bifocales, especiales para aquellos que necesitan corrección de la vista.

- a) Reemplace inmediatamente cualquier lente roto o desportillado.
- b) Proteja siempre los vidrios de color con vidrios claros.

c) Asegúrese de usar el grado adecuado de lentes.

## 2.6.3. GUANTES

Los guantes con guanteletas largas protegen las manos y las muñecas de los rayos del arco. Generalmente se hacen de cuero y se consiguen en forma de guante con dedos o de manoplas. Es muy importante que tengan refuerzo entre el pulgar y el índice para evitar desgaste excesivo y para detener chispas calientes cuando la soldadura se hace en posición incómoda.

## 2.7. FUNDAMENTOS DE SOLDADURA DE ARCO.

### 2.7.1. FACTORES EN LA SOLDADURA DE ARCO.

La calidad de la soldadura dependerá de la habilidad y conocimiento del soldador. La habilidad solo la da la práctica, sin embargo, hay seis factores básicos que debe tener en cuenta el principiante antes de empezar a soldar.

1- POSICION CORRECTA. Una posición cómoda al soldar hará una gran diferencia en la soldadura. Una buena practica es la siguiente:

a) Con la máquina apagada (off) inserte un electrodo en el porta electrodo.

b) Empuñe cómodamente el portaelectrodo, con la mano derecha.

c) Empuñe la muñeca derecha con la mano izquierda.

d) Apoye el codo izquierdo sobre el banco de soldadura.

e) Alinee el electrodo con el material base.

f) Practique moviendo el electrodo sobre el metal usando el codo izquierdo como eje.

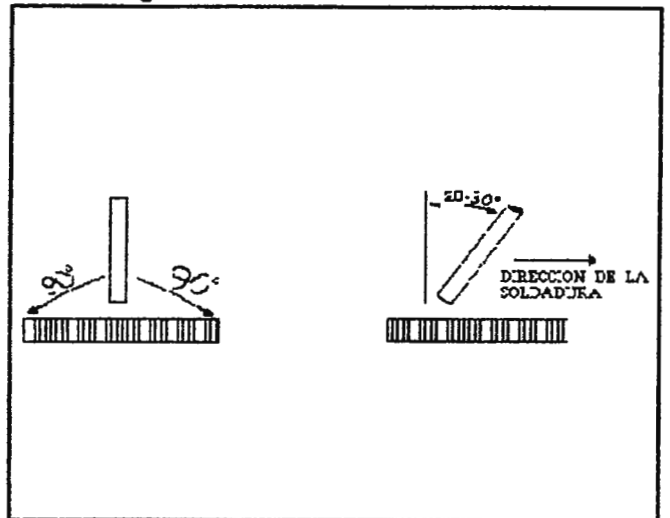


Fig. 2 Posición Correcta

Los estudiantes zurdos deben invertir la posición.

NOTA: La máquina debe estar apagada (off) mientras se este practicando.

## 2- PROTECCION DE LA CARA.

- a) Póngase la careta en la cabeza. Asegúrese de que se ajuste bien.
- b) Tome la posición descrita.
- c) Asegúrese de que la máquina este apagada (off).
- d) Mantenga su posición e incline suavemente la cabeza.
- e) Continúe inclinando la cabeza hasta que careta baje sobre cara.
- f) Levante la cabeza y repita esta práctica hasta que le resulte fácil.

Este procedimiento le permite ajustarse la careta sin trastornar su posición original.

## 3- LONGITUD DEL ARCO.

La longitud del arco es la longitud entre la punta del electrodo y el metal base que se esta soldando .

Debe conservarse la distancia correcta.

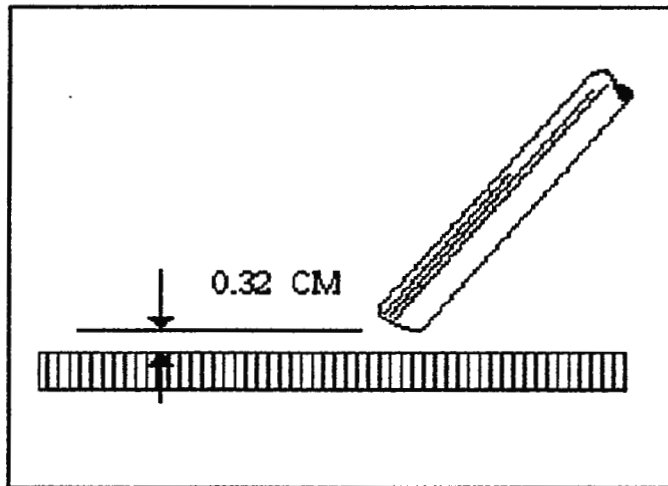


Fig. 3 Longitud Correcta del Arco

## 4- ANGULO DEL ELECTRODO.

Para obtener una buena soldadura durante el proceso, debe sostenerse el electrodo en el ángulo correcto.

## 5- VELOCIDAD DEL ELECTRODO.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

Si se quiere tener una buena soldadura debe mantenerse la velocidad correcta.

## 6- AMPERAJE.

El amperaje (color) incorrecto dará por resultado una soldadura pobre.

Algunos soldadores usan la palabra **LAVA** para recordar estos últimos cuatro puntos. Cada letra es la inicial de cada punto por recordar.

$$\text{Amperaje} = \varnothing \text{ del electrodo } \times 1,000.$$

## 2.7.2. FORMACION DEL ARCO

Formar el arco significa tocar el metal base con el electrodo se usan dos métodos: Rayando y Golpeando.

El método de rayado es similar al encendido de una cerilla gigante; El método de golpeado es como su nombre indica, un golpeteo directo, hacia arriba y hacia abajo. En ambos casos la corriente de soldar forma un arco tan pronto como el electrodo toca el metal base. Si se mantuviera en esa posición, el electrodo se congelaría (pegaría) en el metal.

Para evitar esto, el electrodo se levanta tan pronto como toca el metal base. Sin embargo, el arco desaparecerá si se levanta demasiado y todo el procedimiento deberá repetirse.

La distancia para el encendido del arco es de 1/8 pulg. es aproximada y así debe juzgarse. Esta es la correcta longitud del arco para la mayoría de los electrodos. Sin embargo, el ruido del arco es una ayuda mas que puede utilizarse. Si se sostiene el electrodo muy alto, se oirá un sonido y eventualmente el arco desaparecerá. Si el electrodo se baja demasiado se quedara pegado.

En cambio con la distancia correcta se oirá un crujido continuo.

Deben practicarse ambos métodos y ponerse estricta atención a las diferencias en los sonidos.

Un soldador experimentado debe ser capaz de encender el arco usando cualquiera de los dos métodos, rayado o golpeado.

Aunque el método de rayado es mas fácil para el principiante, se dejan hoyos marcados en el metal. Cuando en ciertos tipos de trabajo estas marcar no son permitidas, como el caso de los depósitos de acero inoxidable, es mejor el método de golpeado.

## 2.7.3. CORRIMIENTO DE UN CORDON

Antes de ensamblar y soldar las diferentes uniones, debe desarrollarse destreza en correr cordones, porque los cordones son básicos en la mayoría de las operaciones de soldadura.

## 2.7.4. CORRIMIENTO DE CORDONES PARALELOS

Los cordones paralelos al igual como se hace para correr un cordón de soldadura, son cordones simples corridos uno al lado de otro.

## 2.7.5. MOVIMIENTO DE COSTURA

Cuando se deposita metal de soldadura, con frecuencia es deseable hacer una soldadura mas ancha que un simple cordón.

Para hacer esto se mueve el electrodo con un movimiento de costura (de un lado a otro) cuando avanza a lo largo de la línea de soldadura con un movimiento de costura como éste, se deposita mas el metal sobre un área mas ancha.

Existen varios movimientos de costura que pueden usarse en soldadura. El más popular de los que se muestran en la fig.4 es el (a).

Cualquiera que sea el movimiento que se use, debe ser uniforme si el movimiento de costura no es uniforme, o lo suficientemente cerrado, el resultado será una fusión deficiente con escoria atrapada entre la soldadura.

## 2.7.6. ALMOHADILLO O RELLENO

Otro ejercicio que mejorará rápidamente la destreza para soldar es el almohadillo o pasos transversales. Se usa para rellenar áreas desgastadas en ejes, palas, hojas de conformadoras, cruceros de ferrocarril y otras áreas donde el metal desaparece por desgaste.

El ejercicio más útil es el almohadillo y ha economizado muchos miles de colones en la industria. Tanto la costura como el cordón simple se usan el almohadillo o pasos transversales.

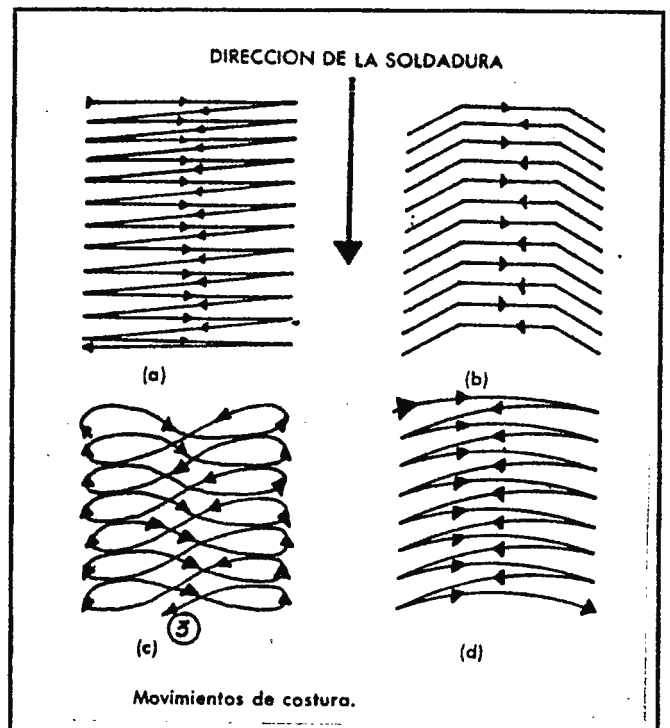


Fig. 4 Movimientos de Costura.

Los cordones o las costuras se hacen lado con lado de modo que cada nueva soldadura traslape a la precedente.

Si las soldaduras no se traslapan, la escoria quedará atrapada en los huecos entre las soldaduras, resultando la soldadura porosa, o con hoyos. Todas las soldaduras deben traslaparse y todas deben limpiarse antes de aplicar la siguiente. Se puede aplicar más metal de soldadura para rellenar el espesor requerido para esa parte. La segunda capa de metal soldado debe aplicarse en ángulo recto con la primera. Si es necesario, una tercera capa debe aplicarse en ángulo recto con la segunda, etc., hasta rellenar la altura requerida. Con la aplicación de las soldaduras en ángulo recto una con respecto a la otra en forma de cruz, se obtiene una soldadura más uniforme. Habrá menos oportunidad de tener hoyos en el metal soldado.

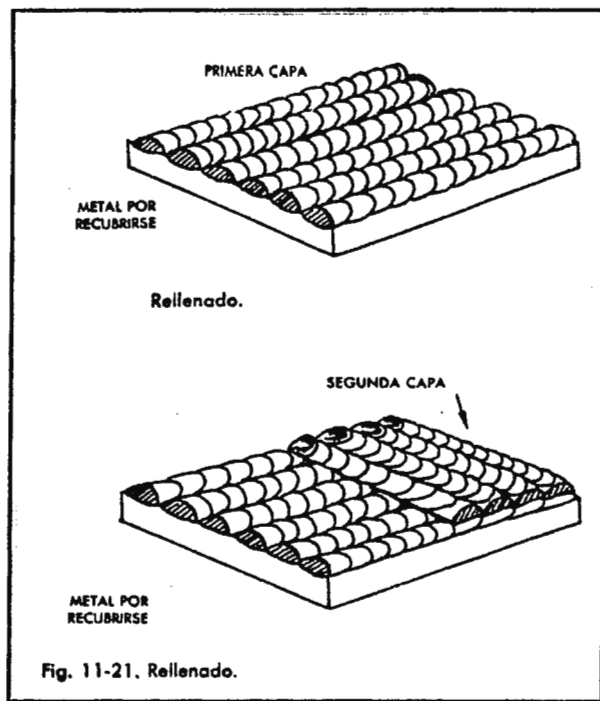


Fig. 11-21. Rellenado.

Cuando se suelda cerca de la orilla del metal base, la soldadura tiene la tendencia a escurrirse. Para evitar esto, asegúrese una placa de carbón o una pieza de cobre denso a lo largo de la orilla para mantener el metal de la soldadura en su lugar. La placa o la pieza de cobre no se funden con el metal de la soldadura si el carbón o placa de cobre parecen estar pegados al metal soldado, un martillazo las despejará.

Este es un método excelente para conservar recto un filo y ahorrase la necesidad de esmerilado o limado.

## SEGUNDA PARTE

### 2.8. PRACTICA DE TALLER

Formación del arco eléctrico por método de rayado, golpeado y corrimiento de un cordón.

#### 2.8.1. FORMACION DEL ARCO POR METODO DE RAYADO

- 1) Compruebe que la grapa para tierra esta sujeta correctamente.
- 2) Use ropa protectora como norma de seguridad.

- 3) Consiga una pieza de metal (platina  $4\frac{1}{2} \times 2 \times 1/4$ "). Si el metal está sucio cepíllelo para limpiarlo antes de ponerlo en el arco de soldadura. Lo sucio y lo oxidado provocan un falso contacto.
- 4) Obtenga varillas de soldadura y gradué el amperaje correcto.
- 5) Ponga el extremo desnudo del electrodo en el porta electrodo y asuma una posición correcta.
- 6) Arranque la máquina (ON).
- 7) Sostenga el electrodo a 1 pulg. del metal base. Debe de estar en un plano perpendicular al metal y con una inclinación de 20 a 30°, en la dirección del movimiento.
- 8) Ponga la careta frente a sus ojos.
- 9) Encienda el arco rápidamente y suavemente tallándolo sobre el metal base solamente con un movimiento de muñeca.
- 10) Si el arco se encendió correctamente, se producirá un chispazo de luz.
- 11) Separe el electrodo  $\frac{1}{4}$  de pulg. apropiadamente. Mantenga esta distancia por uno o dos segundos, luego baje el electrodo hasta  $1/8$  de pulg. del metal.
- 12) Repita este ejercicio hasta que pueda encender el arco sin fallar y sin que se pegue el electrodo.

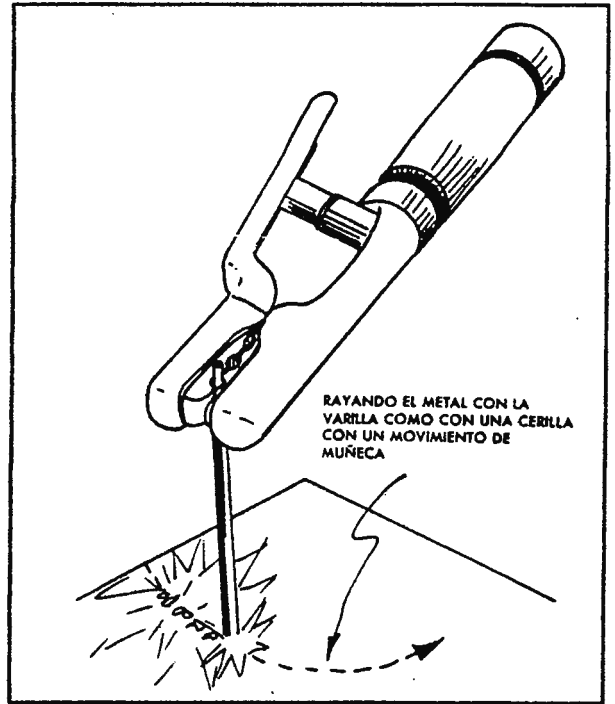


Fig. 6 El método de rayado

## 2.8.2. FORMACION DEL ARCO POR METODO DE GOLPEADO

### PASOS DEL METODO DE GOLPEADO

Los pasos para encender el arco por método de golpeado son los mismos del **metodo** rayado, excepto por el paso 9. En lugar de tallar o rayar el electrodo sobre el metal, se usa un movimiento de golpeo. Por tanto el caso 9 queda como sigue:

- 9) Encienda el arco moviendo hacia abajo el electrodo hasta tocar el metal. Cuando aparezca la chispa, suba el electrodo a  $\frac{1}{4}$  de pulg. sostenga unos segundos y luego baje el electrodo hasta  $1/8$  de pulg. del metal.

2.8.3. CORRIMIENTO DE UN CORDON

PASOS PARA CORRER UN CORDON

- 1) Consiga una pieza de metal (Platina  $4\frac{1}{2}$  X 2 X  $1\frac{1}{4}$ ).
- 2) Consiga varios electrodos para soldar. Inserte uno en el porta electrodo.
- 3) Asegúrese de estar usando el equipo adecuado.
- 4) Ajustar la máquina al amperaje correcto y arránquela (ON).
- 5) Asuma la posición correcta y encienda el arco.
- 6) Mueva el electrodo en una posición, conservando la longitud correcta del arco y los ángulos señalados antes.
- 7) A medida que avance la soldadura, notará que el electrodo se va quemando y haciéndose mas corto. Para compensar el acortamiento del electrodo, vaya bajando la mano que contiene el porta electrodo. Debe mantenerse la distancia correcta.

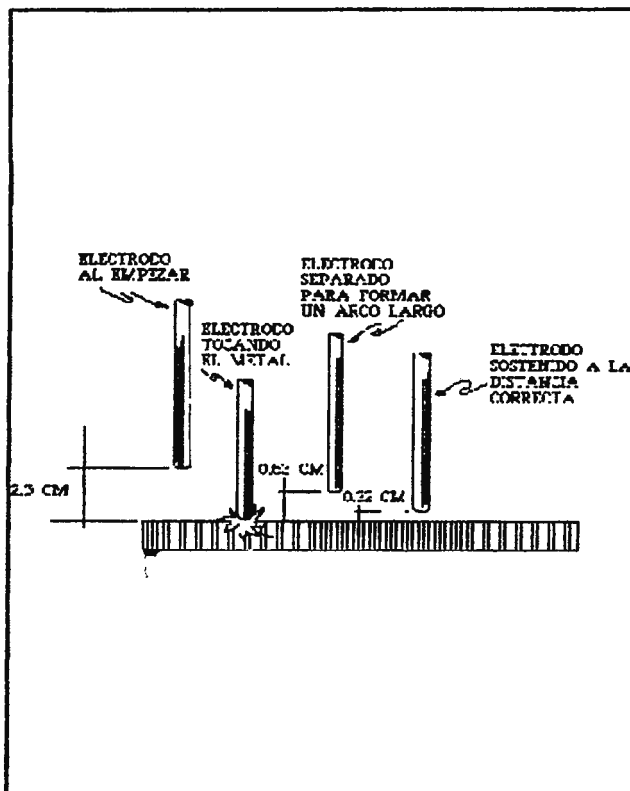


Fig. 7 El método del golpe

- 8) Trate de mantenerse una velocidad constante. Si se mueve muy rápido resultará una sola soldadura estrecha, en forma de hilo; si se mueve demasiado rápido el metal de la soldadura se irá apilando.

2.8.4. PASOS PARA CORRES CORDONES PARALELOS

- 1) Verifique la máquina soldadora y la ropa de protección.
- 2) Obtenga una pieza de metal (platina  $4\frac{1}{2}$ " X 2 X  $1\frac{1}{4}$ ) .
- 3) Consiga unos electrodos, y ajuste la máquina soldadora, ponga un electrodo en el porta electrodo y arranque la máquina.
- 4) Encienda el arco y corra un cordón en la superficie del metal a lo largo de la platina y lo mas cerca posible de la orilla.
- 5) En la misma forma, corra otro cordón a una distancia del primero.
- 6) Repita lo anterior hasta obtener varios cordones largos y separados entre sus centros (distancia entre cordones).
- 7) Limpie la escoria de los cordones con martillo, cincel y cepillo de alambre, y examínelos para ver que no tenga fisuras.
- 8) Repita en el otro lado del metal y en un nuevo metal hasta que desarrolle la destreza suficiente.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

NOTA: Si experimenta dificultad al principio puede dibujar líneas sobre la superficie del metal. Estas líneas pueden verse con la careta abajo, después de que se encendió el arco, y pueden verse y usarse como guías al principio.

## TERCERA PARTE

### 2.9 CUESTIONARIO

- Nombre de los tres tipos de máquina soldadoras de arco.
- Defina Polaridad.
- Defina CA y CD.
- Qué otro nombre recibe la máquina de CA?
- ¿Cuáles son los tres tipos básico de máquina de corriente directa ?.
- ¿Qué mide el amperaje?
- ¿Qué entiendo por capacidad de la máquina?
- Cuál es el significado de la polaridad inversa y directa?
- Describa como una persona puede recibir una descarga eléctrica.
- ¿Qué rayos se desprenden durante la soldadura del arco?
- Establezca las cuatro reglas para evitar una quemadura de arco.
- ¿Porqué es necesario usar una careta con vidrios especiales?
- ¿Porqué es necesario usar guantes?
- ¿Qué es la escoria?
- ¿De qué factores depende la calidad de la soldadura?
- Nombrar los dos métodos usados para encender el arco
- Describir una situación en que deba usarse el método de golpeo.
- ¿Porqué debe desarrollarse destreza en correr cordones?
- ¿Qué sucede cuando se acerca demasiado el electrodo al metal base?
- ¿Qué entiendo por cordones paralelos?
- ¿Porqué debe ser uniforme el movimiento de costura?
- ¿Cómo se manifiesta el electrodo en una costura?

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

UNIONES BASICAS PARA LA  
SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO

## I FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA LABORATORIO Nº 3.0

### OBJETIVOS :

- Conocer los diferentes tipos de uniones.
- Aplicar los movimientos de costuras en las diferentes uniones.
- Diferenciar las soldaduras de una unión con otra.
- Conocer la preparación necesaria para ciertos espesores de material.

### PRIMERA PARTE

#### 3. UNIONES CON SOLDADURA DE ARCO

Ahora que ya aprendió a correr un cordón de soldadura de arco (guía Nº 2), puede ensamblar las cinco uniones básicas y unirla una a la vez con un cordón de soldadura de arco sencillo.

La soldadura de arco se acomoda mejor para metales gruesos, o sea metales mas gruesos que los usados en la soldadura de oxiacetileno. Una ventaja de soldar metales gruesos con arco es que pueden formarse las piezas con mas rapidez. También es menor la distorsión porque el metal empieza a fundirse tan pronto como se enciende el arco. Por tanto, aquí no es necesario precalentar el metal como en la soldadura de oxiacetileno.

#### 3.1 SOLDADURA DE FILETE

La soldadura que se deposita en una unión T se llama soldadura de filete. Con frecuencia a la unión T se le llama unión de filete. Hay dos clases de soldadura de filete: Horizontal (fig. 3.1) y hacia abajo (fig. 3.2). Ambas se usan frecuentemente en la industria.

Siempre que sea posible, debe colocarse el ensamble para soldarlo en la posición hacia abajo.

En la posición hacia abajo la unión puede soldarse mas rápido porque pueden usarse electrodos mas grandes y amperajes mas altos de los que pueden usarse en la posición horizontal.

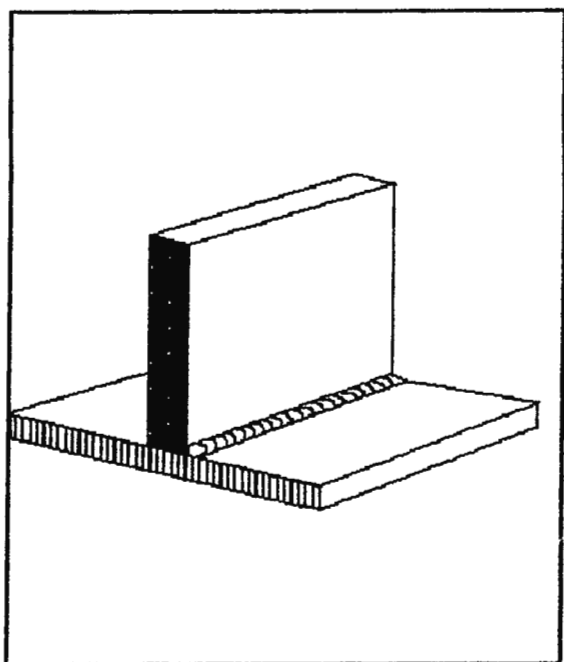


Fig. 3.1 Soldadura de filete horizontal

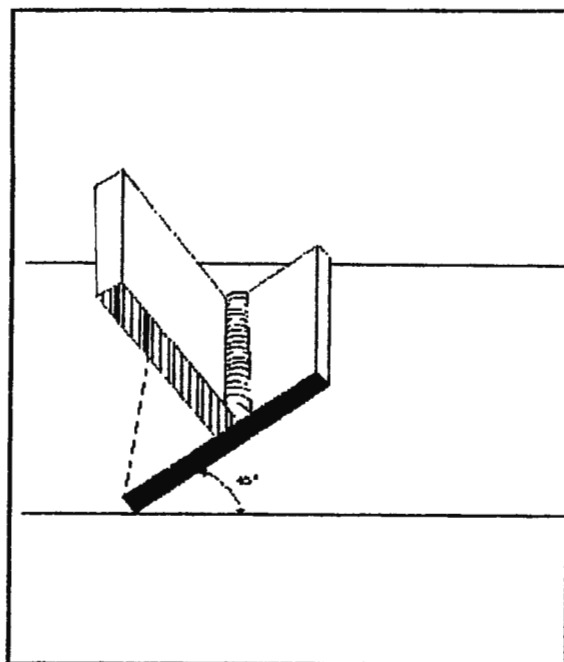


Fig.3.2 Soldadura de filete hacia abajo

### 3.1.1. SOLDADURA DEL FILETE HACIA ABAJO

Este ejercicio es similar al de la soldadura de filete horizontal, excepto que se cambia la posición de la unión y el ángulo del electrodo.

Para hacer una soldadura de filete hacia abajo, se precede al igual que en la de filete horizontal, pero poniendo la unión sobre el banco de soldadura poniendo un ángulo de  $45^\circ$ , como se muestra en la fig. 3.3, en lugar de plana o acostada sobre el banco. También al empezar a soldar sostenga el electrodo en un plano vertical inclinado  $15$  ó  $20^\circ$  en la dirección del movimiento (fig.3.3).

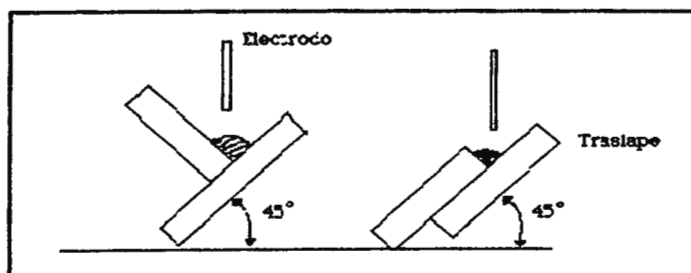


Fig. 3.3 Soldadura de filete hacia abajo

## 3.1.2. SOLDADURA DE FILETE DE TRES PASADAS (HORIZONTAL)

Esta soldadura puede aplicarse a uniones T o traslapadas, se usa para metal mas grueso. Para obtener la resistencia máxima, la soldadura debe ser mas grande que la soldadura de filete de una pasada.

Puede depositarse cualquier numero de pasadas. Sin embargo, siempre se debe seguir el patrón dado; esto es, todos los cordones sobre la placa horizontal deben correrse con un ángulo de 70 a 80° con la placa horizontal. Todos los cordones en la placa vertical deben correrse a un ángulo de 35 a 45 grados con la placa horizontal (Fig. 3.4 y 3.5)

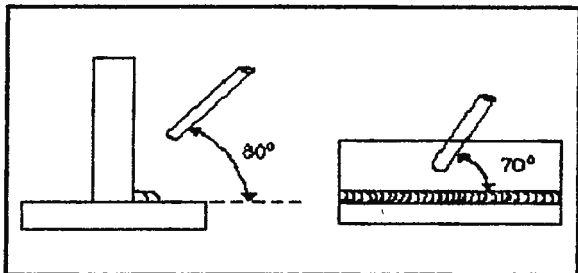


Fig. 3.4 Todas las pasadas apoyadas en la placa horizontal

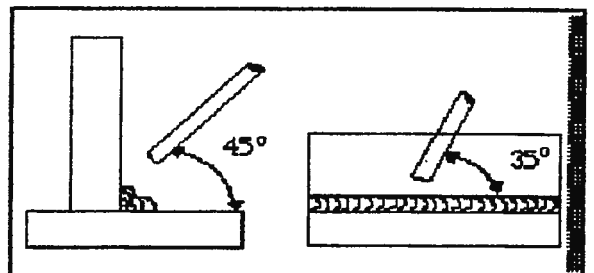


Fig. 3.5 Todas las pasadas apoyadas en la placa vertical

## 3.1.3 OTRO MONTAJE DE METALES PARA SOLDADURAS DE FILETE HACIA ABAJO.

Este montaje puede sustituir a la unión T usual diseñada para practicar las soldaduras de filete

- 1) Obtenga tres piezas de metal en lugar de dos.
- 2) Ahora pueden hacerse cuatro soldaduras en lugar de dos.

Este ensamble tiene las ventajas siguientes:

- 1) Si se acomodan correctamente las piezas de metal, el ensamble se soportará solo.
- 2) Se ahorra una pieza de metal en cada montaje.
- 3) Se usa menos tiempo para preparar las uniones T, teniendo más tiempo para practicar.
- 4) Se evita la distorsión del metal si se sueldan los lados alternadamente.

## 3.2 TIPOS DE SOLDADURA DE FILETE

Hay tres tipos o formas generales de soldadura de filete, la figura 3.6 muestra la forma ideal de soldadura de filete.

Cada soldadura de filete debe verse como ésta, pero como para obtener esta forma son necesarios medio mecánicos, tales como máquina y esmerilado, sería muy costosa. Fig. 3.6

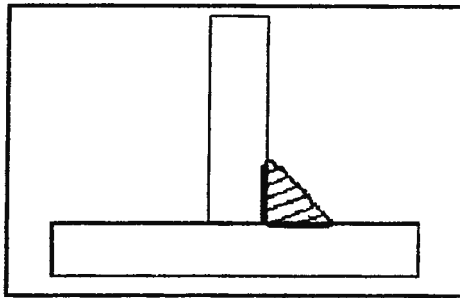


Fig. 3.6 Forma ideal de soldadura de filete

La mayoría de soldaduras de filete se ven como ésta, pero como para obtener esta forma son necesarios electrodos convencionales, tales como el E6012 ó E6013. La cantidad que sobresale es de 1/6 a 1/8 pul. Cualquier exceso resulta innecesario y significa tiempo y metal de electrodos perdidos y una mayor distorsión. Fig. 3.7

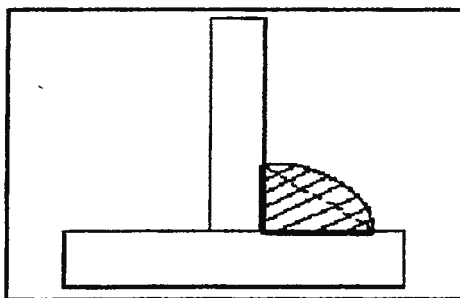


Fig. 3.7 Soldadura de filete convexa

La mayoría de soldaduras de filete hechas con los nuevos electrodos con hierro en polvo en recubrimientos gruesos, se ve como la de la figura 3.8. La depresión o hundimiento deberá ser entre 1/6 y 1/8 pulgada. Cualquier exceso de las medidas significa una soldadura débil y posibilidad de roturas. Fig. 3.8

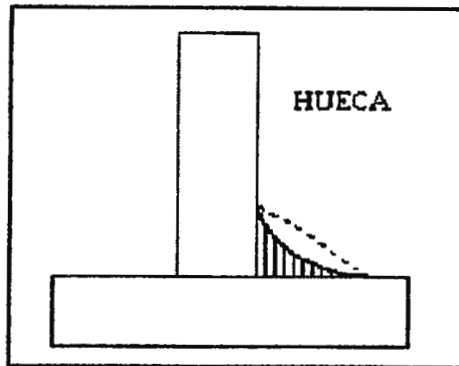


Fig.3.8 Soldadura de filete cóncava

### 3.3 CALIBRADORES DE SOLDADURA DE FILETE

La medida de una soldadura de filete se determina por la longitud de las piernas. En una soldadura de filete hecha correctamente, la longitud será igual en ambas piernas (fig. 3.9).

Hay diferentes diseños de calibradores de filete, pero todos se diseñan para medir la longitud de las piernas y la garganta (fig. 3.10).

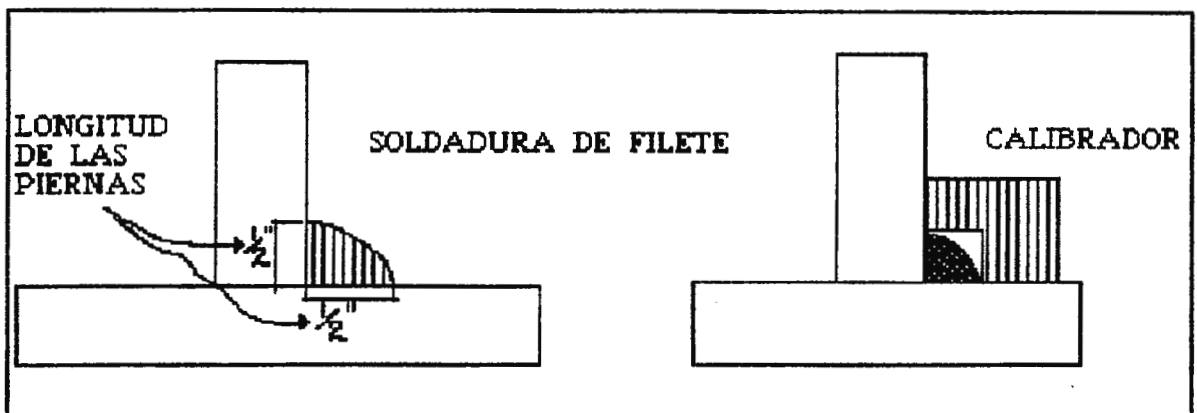


Fig. 3.9 Medición de la longitud de las piernas

Fig. 3.10 Medición de la longitud de las piernas

### 3.4. UNION A ESCUADRA

Soldar una unión a escuadra es fácil porque la V natural formada al unir una placa ayuda a guiar al electrodo y a mantener el metal de la soldadura en su lugar (fig. 3.11).

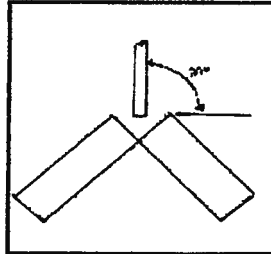


Fig. 3.11  
Soldando una  
unión a escuadra

#### 3.4.1 UNION A ESCUADRA CON PASADAS MULTIPLES.

Esta soldadura se usa para rellenar las grandes V que se forman al unir placas muy gruesas a escuadra. Estas uniones no pueden llenarse con un cordón de soldadura simple.

Esta unión es similar a la unión a tope con V sencilla y puede usarse como práctica para soldar uniones a tope con V sencilla (fig. 3.12)

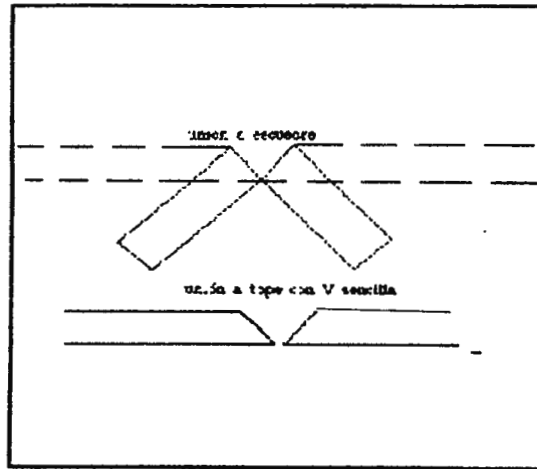


Fig. 3.12 Similitud de las uniones

### 3.5 LA UNIÓN A TOPE

La unión a tope es la unión más difícil de dominar. Requiere práctica y es exactamente usada en la industria. Deben observarse cuidadosamente los siguientes puntos:

**AMPERAJE.** Igual que en cualquier otra soldadura, un amperaje demasiado alto produce una quemadura pasada, un amperaje demasiado bajo causa una penetración pobre o nula. (fig. 3.13)



Fig. 3.13 Efectos del amperaje en uniones soldadas

**ALINEAMIENTO.** El alineamiento es importante en cualquier unión, pero en la unión a tope es esencial. La fig. 3.14 muestra los métodos correctos e incorrectos para alinear la unión

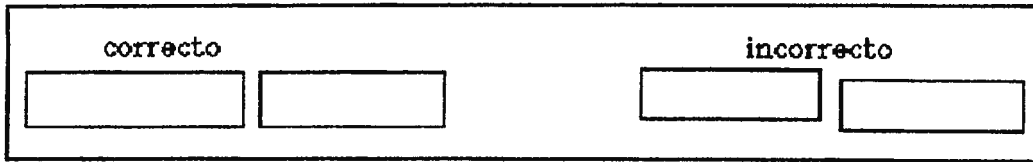


Fig. 3.14 Alineamiento

**ACOMODO DE LA UNION.** La soldadura puede ser fuerte, debe penetrar la unión completamente. Muchos soldadores desprecian este punto tan importante, y como resultado obtienen una unión o soldadura defectuosa. Si el espacio o entrehierro es muy poco, la penetración de la unión será imposible (fig. 3.15). Sin embargo, el espacio o entrehierro es demasiado grande la quemadura pasada quedará demasiado penetrada lo cual producirá hoyos. (fig. 3.16).



Fig. 3.15 Entrehierro muy pequeño

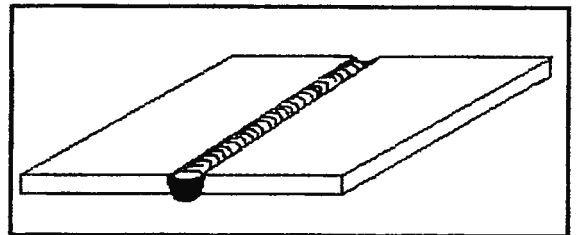


Fig.3.16 Entrehierro muy grande

Hasta cierto espesor del metal (aproximadamente 1/4 pul) es posible obtener la penetración completa soldando ambos lados de la unión (fig. 3.17). Otras veces no será posible obtener la penetración completa sin hacer cierta penetración de las orillas.



Fig. 3.17 Unión soldada por ambos lados para completar la penetración

### 3.6 PREPARACION DE LAS ORILLAS

A medida que aumente el espesor del metal, se hace más difícil obtener penetración completa a menos que se preparen en forma especial las orillas o

filos del metal. Por esto se modifican los filos del metal a formas que permitan que se hagan soldaduras con buena penetración.

- 1) Para metal entre 0.16 y 0.64 cm (1/6, 1/4 pulg.), se pueden formar la unión a tope y obtener una buena penetración sin necesidad de preparación especial.
- 2) Para metales con espesores entre 0.64 y 1.93 cm (1/4 y 3/4 pulg.) se forma una V sencilla (fig. 3.18)
- 3) Para metales más gruesos que 1.93 cm (3/4 pulg.), lo mejor es la preparación en doble V. (fig. 3.19)

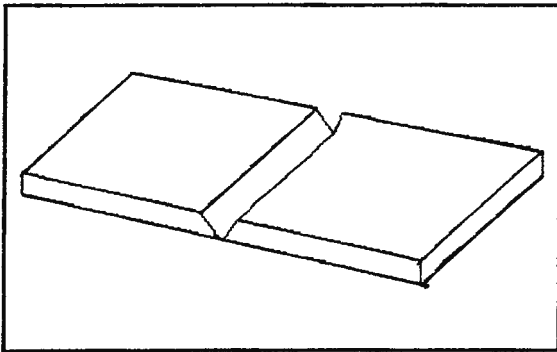


Fig. 3.18 Unión con V sencilla

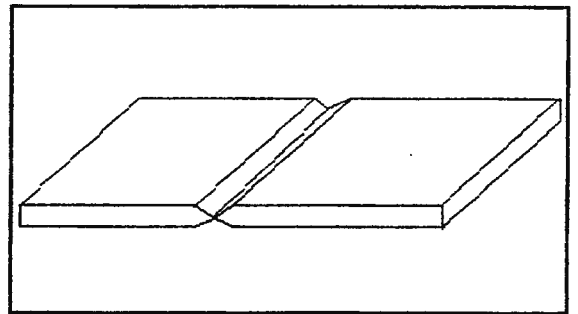


Fig. 3.19 Unión a tope con V doble

### 3.7 SOLDADURA A SOLAPE

Este tipo de soldadura es muy parecido a la soldadura en ángulo, según el espesor de las piezas y el esfuerzo a que vaya a someterse la unión soldada.

Puede realizarse el solape con cordón cóncavo o liso (fig. 3.20) el cóncavo es ocupado en uniones en que lo más importante es la estanqueidad, mientras el recto es aconsejable cuando interese sobre todo la resistencia del cordón por estar destinado a resistir esfuerzos considerables.

Si la soldadura se realiza en posición horizontal y con varias pasadas, estas serán estrechas, siguiendo el orden marcado sobre la figura (A); en caso de soldar en posición inclinada, se darán pasadas anchas superpuestas, tal como se indica en (B) de la misma figura.

La primera pasada debe hacerse con intensidad elevada para asegurar una buena penetración en el vértice, teniendo en cuenta que el electrodo ha de guardar con el espesor de las piezas la relación siguiente:

ESPESOR	DIAMETRO DEL ELECTRODO
3 mm	2.5 mm
4 a 12	3.5 mm
13 a 20	4.0 mm

La figura 3.21 muestra algunos casos de aplicación corriente de soldadura a solape, para mejorar las características de estanqueidad en tubos y depósitos y también como refuerzo de soldadura previamente realizadas.

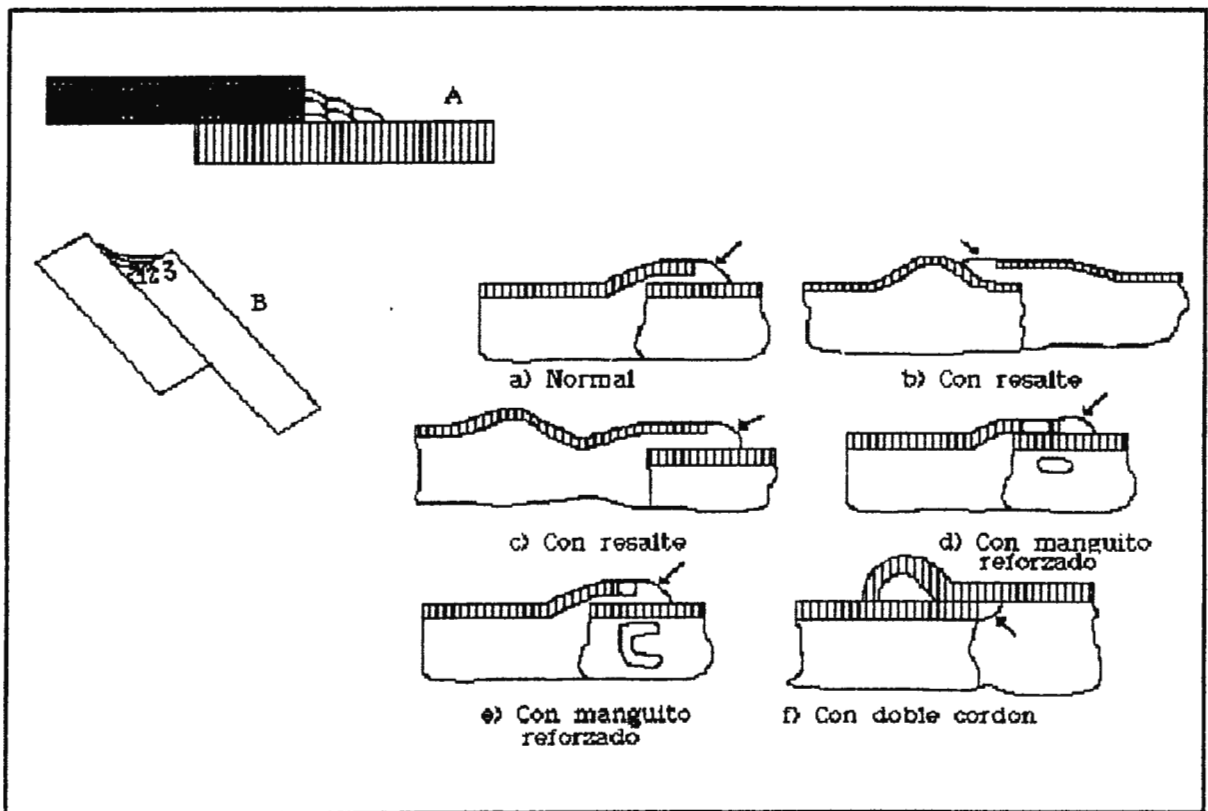


Fig. 3.20

FIG. 3.21.

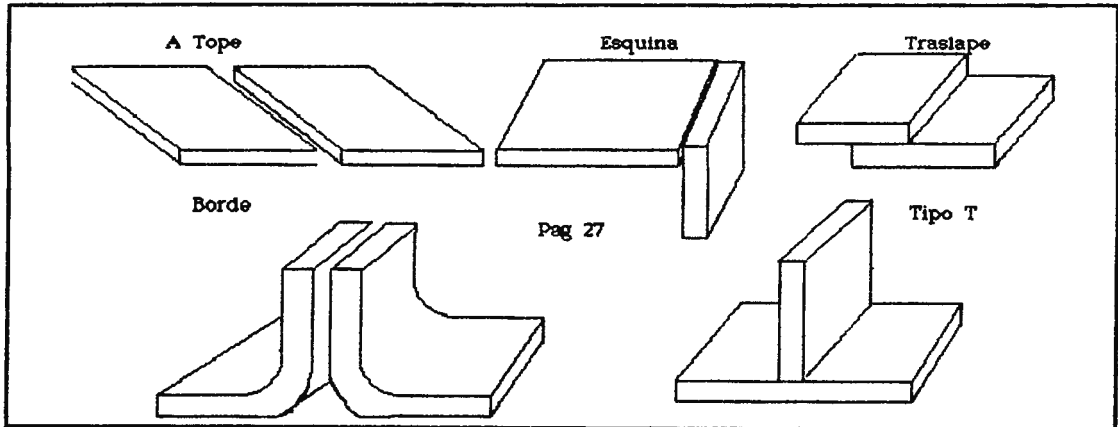


FIG. 3.22 TIPOS DE UNION.

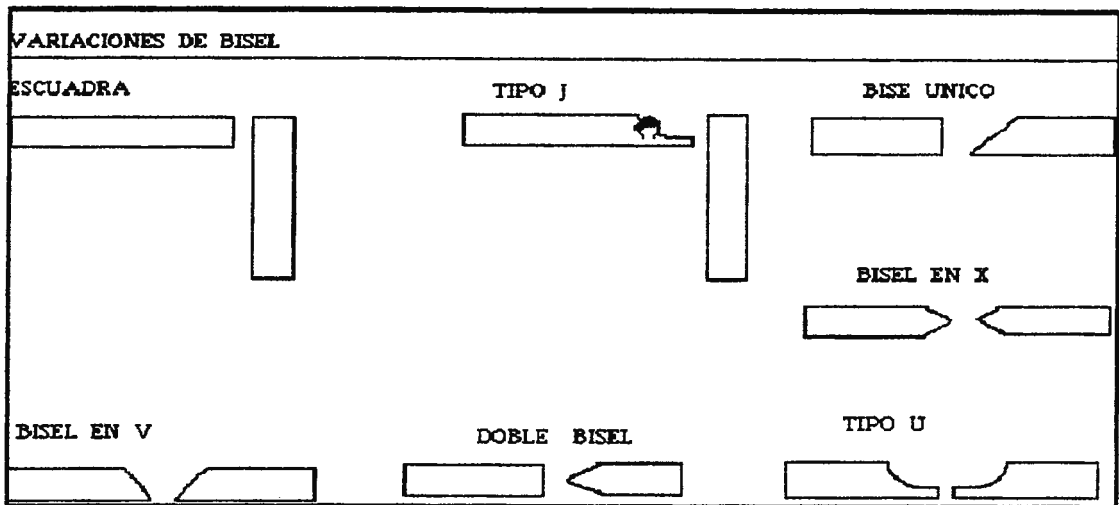


Fig. 3.23

SEGUNDA PARTE

3.8 PRACTICA DE TALLER : Elaboración de los diferentes tipos de uniones.

3.8.1 SOLDADURAS DE FILETE

PASOS PARA HACER UNA SOLDADURA DE FILETE

1) Consiga dos platinas  $4\frac{1}{2}$  X2 X  $1/4$ ", y prepare la unión en T.

- 2) Recuerde las normas de seguridad de soldadura de arco (guía 2)
- 3) Obtenga varillas de soldadura y fije el amperaje de la máquina.
- 4) Encienda la máquina.
- 5) Sostenga el electrodo apuntando al rincón de la unión con un ángulo de 45 grados de la placa horizontal. (fig. A).
- 6) El electrodo deberá estar inclinado 15 o 20 grados en la dirección del movimiento.
- 7) Bájese la careta frente a los ojos y encienda el arco.
- 8) Proceda a soldar a lo largo de la unión, no antes haber punteado las dos piezas.
- 9) Observe cuidadosamente si el cordón se hace muy alto o si está socavando. Aumente la velocidad o cambie el ángulo del electrodo para corregir estas fallas, si aparecen.

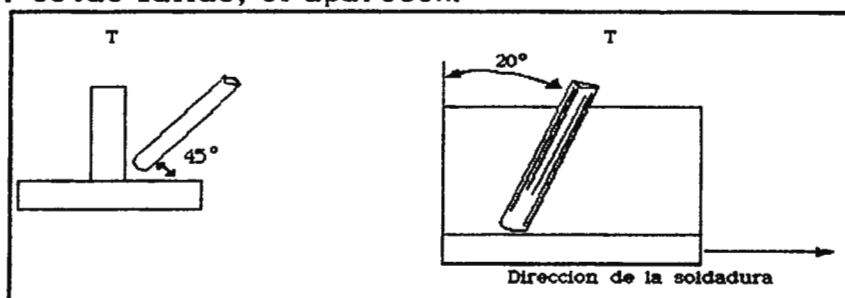


Fig. A. Angulo del electrodo

## 2.8.2 UNION A ESCUADRA

### PASOS PARA SOLDAR UNA UNION A ESCUADRA

- 1) Consiga dos platinas  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$ ", y prepare la unión a escuadra.
- 2) Recuerde las normas de seguridad de soldadura de arco (guía 2).
- 3) Ajuste la máquina, bájese la careta y puntee la unión.
- 4) Tome la posición que cuando corre un cordón.
- 5) Apunte el electrodo hacia la V, e inclínelo a un ángulo de 20 grados en la dirección del movimiento (fig. B). Recuerde mantener el electrodo a un ángulo de 90 grados con la unión.
- 6) Encienda el arco y proceda a correr un cordón a lo largo de la unión.
- 7) Mantenga corto el arco, y no permita que el metal de la soldadura escurra fuera de la V.
- 8) Si el metal tiende a escurrir, aumente la velocidad del movimiento.
- 9) Pare, cincele, limpie e inspeccione la soldadura.

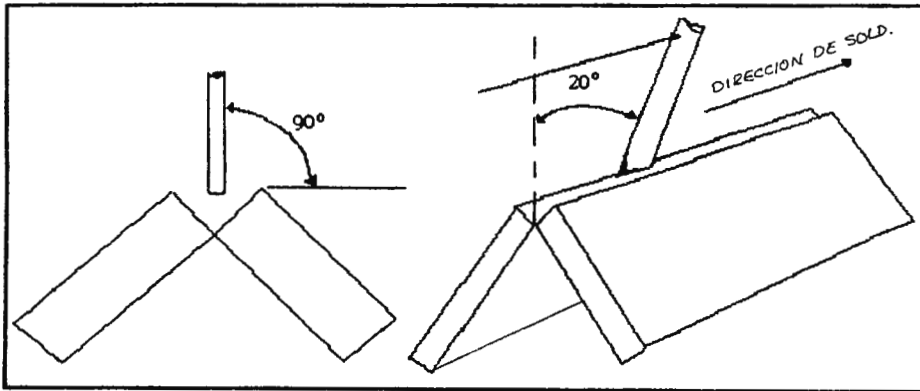


Fig. B Soldando una unión a escuadra

### 3.8.3 UNION A TOPE

#### PASOS PARA SOLDAR UNA UNION A TOPE

- 1) Obtenga dos piezas de metal (Platinas  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$ ).
- 2) Recuerde las normas de seguridad de soldadura de arco (guía 2).
- 3) Prepare y puntee la unión a tope como en la figura C.
- 4) Encienda el arco y suelde a lo largo de la línea de la unión donde los filos de los metales fueron punteados.
- 5) Proceda a soldar como si corriera un cordón. Vea los ángulos correctos en la figura C.
- 6) Asegúrese que el metal de la soldadura o charco se extiende abarcando ambas piezas del metal.
- 7) Después de terminar la soldadura, pare, cincele, limpie y revise. El centro de la soldadura debe estar al centro de la unión. El metal de la soldadura debe distribuirse uniformemente a los lados de la unión. La apariencia de la soldadura debe ser la misma que la de un cordón sencillo (suave, con ondas uniformes, etc.) con una penetración completa.

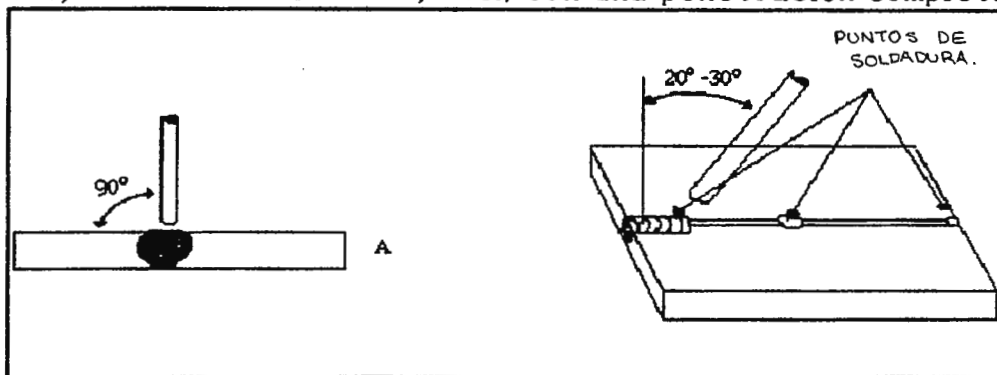


Fig.C Soldadura de una unión a tope

TERCERA PARTE

3.9 CUESTIONARIO

- ¿ Qué otro nombre recibe la unión en T ?
- Nombre dos clases de soldadura de filete.
- ¿ Porqué pueden usarse amperajes más altos en las soldaduras de filete hacia abajo ?
- Nombre tres tipos de soldadura de filete.
- ¿ Qué métodos se usan para producir una soldadura de filete ideal ?
- ¿Cuál es la diferencia entre la soldadura de filete convexa y una cóncava ?
- ¿ Cuáles son los resultados de un exceso en la altura de la soldadura de filete convexa ?
- ¿ Cuáles serían los resultados de un exceso en el hundimiento de una soldadura de filete cóncava ?
- ¿ Cómo se mide el tamaño de una soldadura de filete ?
- ¿Cuál es el propósito de un calibrador de soldadura de filete ?
- ¿ Qué se entiende por longitud de las piernas en una soldadura de filete ?
- ¿ Que hace que la unión a escuadra sea fácil de soldar ?
- ¿ Porqué es importante aprender a soldar una unión a tope ?
- ¿ Porqué es importante un amperaje correcto en la unión a tope ?
- ¿ Qué sucede si el espacio es demasiado grande en la unión a tope ?
- ¿ Cuándo es imposible obtener penetración completa sin preparación de los filos ?
- ¿ Cuáles son los tres tipos o puntos importantes que hay que recordar cuando se prepara una unión a tope ?.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

SOLDADURA EN POSICIONES  
INCOMODAS O POSICIONES PARA  
SOLDAR EN LA SOLDADURA DE ARCO  
ELECTRICO.

## I FUNDAMENTOS DE SOLDADURA LABORATORIO Nº 4.0

### OBJETIVOS:

- Realizar cordones soldadura en posición vertical ascendente.
- Aprender a soldar en posición horizontal.
- Aprender a hacer cordones recto en posición hacia arriba o de sobrecabeza.
- Observar el efecto que tiene soldar en posiciones incómodas sobre el tipo de soldadura o el diseño de la unión.

### PRIMERA PARTE

#### 1. POSICIONES PARA SOLDAR.

Soldar en posiciones incómodas significa, simplemente, que la unión que va a soldarse no se encuentra en la posición horizontal como en los ejercicios anteriores. (Guía 3)

Hay cuatro posiciones básicas para soldar: Plana, vertical, horizontal y sobre la cabeza (Fig. 4.1). Estas posiciones se usan para los procesos de soldadura, y son independientes del proceso que se use. La soldadura en sí, no cambia por la posición, esto es, una unión a escuadra ya se haga en posición plana, vertical o de sobre la cabeza (Fig. 4.2).

El cordón y la costura también son lo mismo. La única diferencia es la posición en que se deposita el metal de la soldadura.

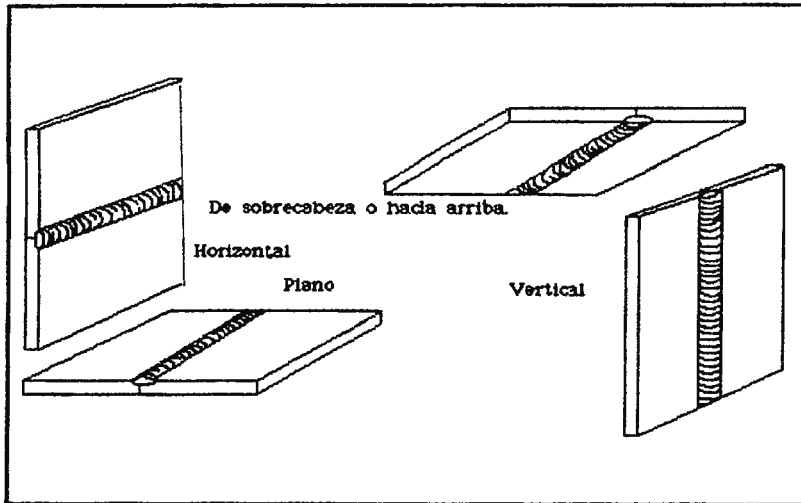


Fig. 4.1 Posiciones básicas de soldadura

Todos los ejercicios previos pueden practicarse en diferentes posiciones. Las observaciones con respecto a las fallas, o sea porosidad, socavado y aumentado, permanecen las mismas no importa en cual posición se suelde la unión.

Después de aprender algunos fundamentos básicos de la soldadura en posiciones incómodas, se dará cuenta de que no es más difícil que soldar en posición plana.

Soldar en posiciones incómodas se hace solo por necesidad, hace perder mucho tiempo y debe evitarse siempre que sea posible, sin embargo, en la industria sigue haciéndose una gran cantidad de soldaduras en posiciones incómodas y un soldador experimentado debe ser capaz de soldar en cualquier posición.

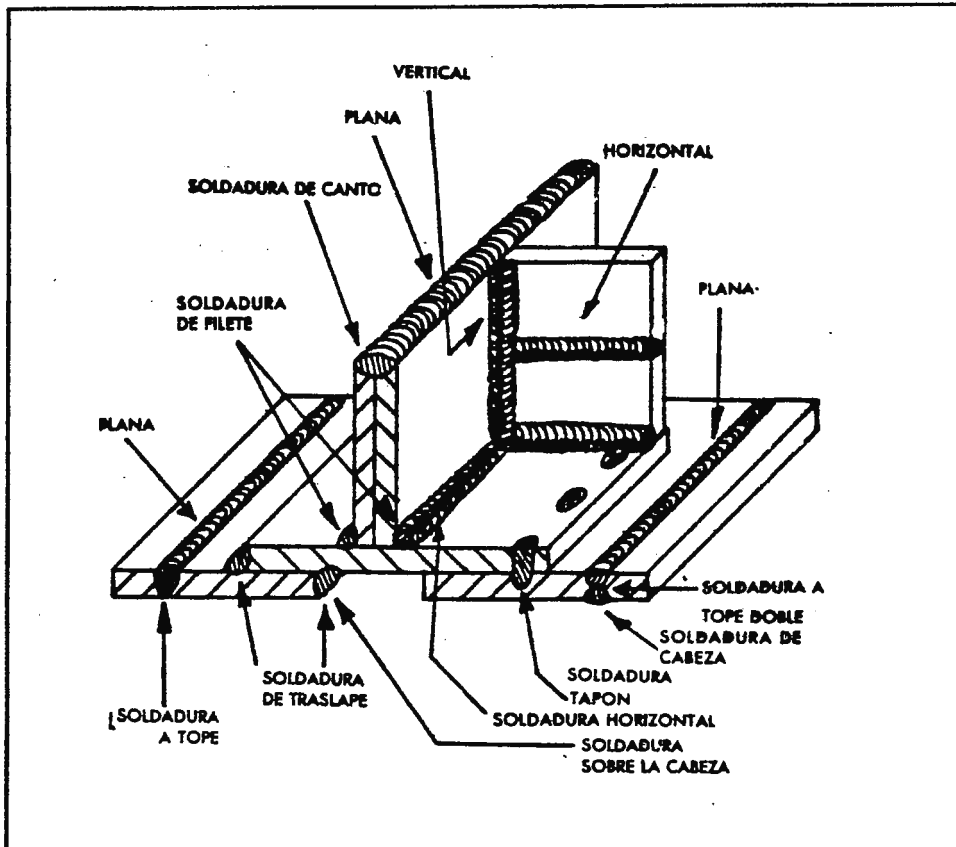


Fig. 4.2 Soldadura y posiciones

La figura 4.3 muestra que tan consumidora de tiempo es la soldadura fuera de posición. En la figura 4.3 (a), una soldadura de filete en posición vertical empezando de abajo, se sueldan 11 centímetros cada minuto. En la figura 4.3 (b), se suelda la misma unión, pero en posición plana. Se aumentó la velocidad a 30 centímetros por minuto. En la figura 4.3 (c), se giró la misma unión a un ángulo de 10 grados, y se aumentó la velocidad a 49 centímetros por minuto. A un ángulo de 10 grados, se considera que la unión aún está en posición plana.

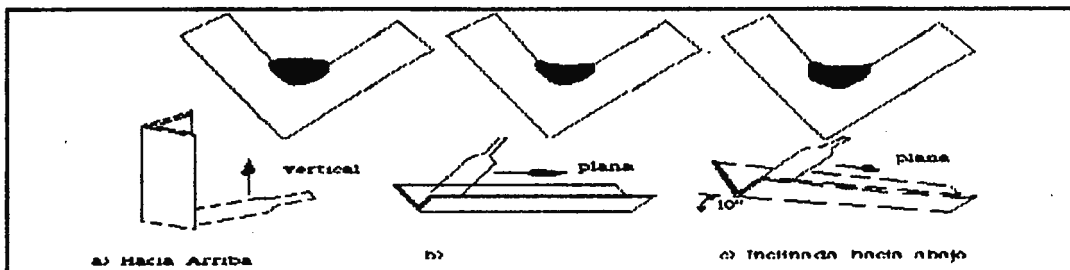


Fig. 4.3 Posición vs. Velocidad

Cuando se suelda en posición incómoda, deben recordarse los siguientes puntos: Soldadura plana, soldadura vertical, soldadura horizontal, y soldadura sobre cabeza.

## 1.1 SOLDADURA PLANA

En la soldadura plana, el metal de la soldadura se deposita sobre el metal base. El metal base actúa como soporte.

## 1.2 SOLDADURA VERTICAL

En la soldadura vertical, el metal base actúa como un soporte parcial solamente, y el metal que ya ha sido depositado debe usarse como ayuda.

## 1.3 SOLDADURA HORIZONTAL

Como en la soldadura vertical, el metal base da solo parcial soporte y el metal de la soldadura que se deposita debe usarse como ayuda.

## 1.4 SOLDADURA SOBRE LA CABEZA

El metal base sostiene ligeramente al metal de la soldadura depositado. Se experimentará poca dificultad en la soldadura vertical o sobre la cabeza, si el charco se conserva plano o poco profundo y no se permite que forme una gota grande. El charco grande se adhiere (pega) al metal base con más facilidad que una gota grande (Fig. 4.4). En las soldaduras verticales, horizontal y sobre cabeza da poco soporte el metal base.

El charco fundido es líquido y se caerá o correrá hacia abajo del metal base si no se evita. El soldador tiene la habilidad de mantener plano el charco y de ponerlo donde lo desea mediante la manipulación hábil del soplete y la varilla de soldadura en la soldadura de oxiacetileno o de la varilla de soldadura solamente de la soldadura de arco.

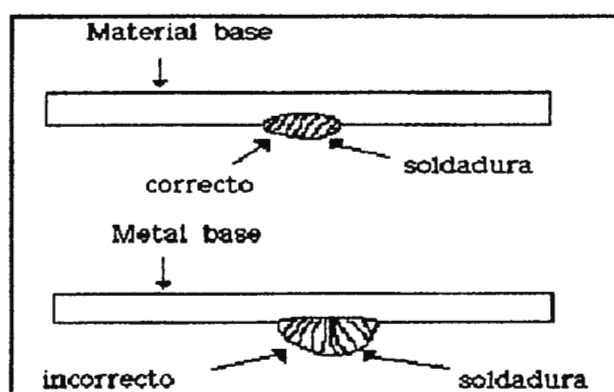
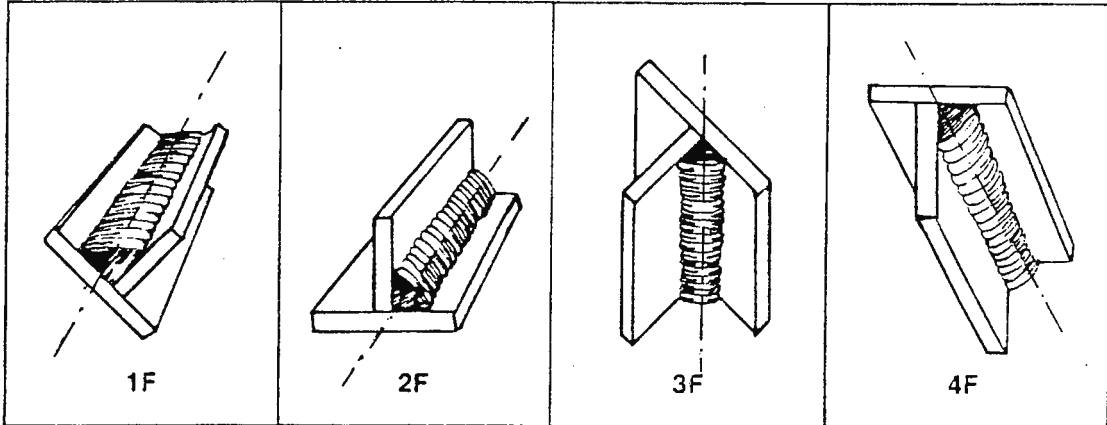


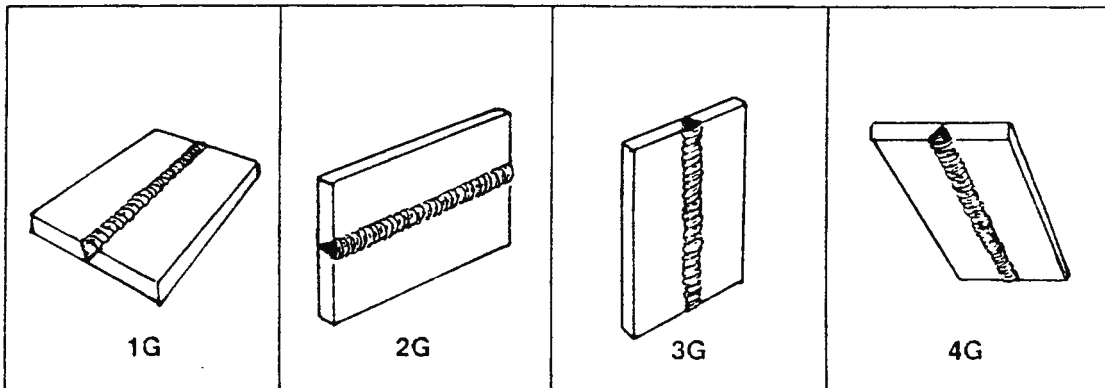
Fig. 4.4 Soldadura sobre la cabeza.

Plano	Horizontal	Vertical	Sobrecabeza
-------	------------	----------	-------------

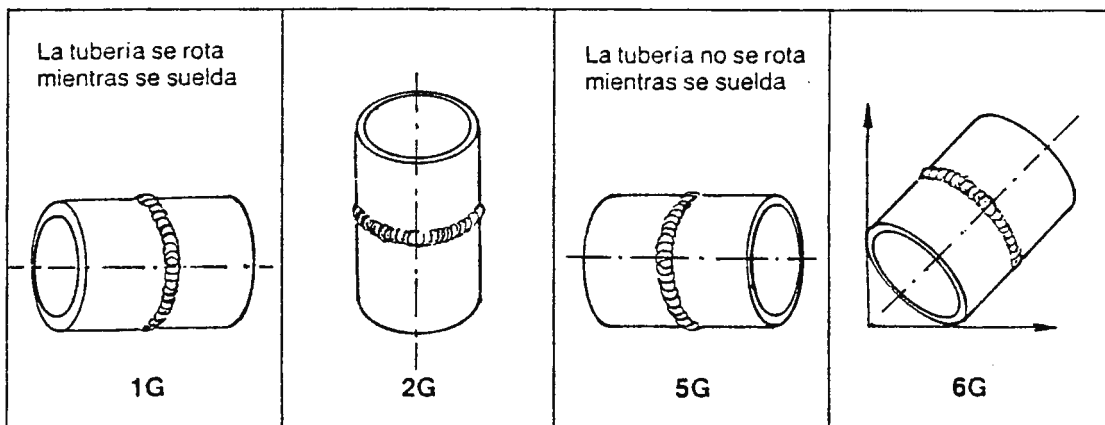
Uniones de filete



Uniones biseladas



Uniones de tuberías



## SEGUNDA PARTE

### 1.5 PRACTICA DE TALLER: Corrimiento de cordones para posiciones incómodas.

#### 1.5.1 PASOS PARA HACER UNA SOLDADURA DE UNA JUNTA DE ESQUINA VERTICAL.

- 1) Obtenga dos piezas de hierro dulce de  $4\frac{1}{2} \times 2 \times 1/4$ ".
- 2) Revise prácticas de seguridad (guía 2).
- 3) Conecte tierra, seleccione amperaje y coloque el electrodo.
- 4) Encienda la máquina y una con puntos de soldadura la segunda placa con la primera, formando una junta de esquina como se ilustra en la figura A.
- 5) Coloque la pieza sobre el banco, haga la primera pasada, usando un cordón recto tendido desde la parte inferior hasta la superior con movimiento oscilante. (Fig. B).
- 6) Limpie la escoria del primer cordón.
- 7) Complete las pasadas segunda y tercera usando los movimientos en J y en J inversa. (Fig. C y D)
- 8) Apague el equipo, limpie la pieza de escoria, inspeccione la soldadura y obtenga sus conclusiones.

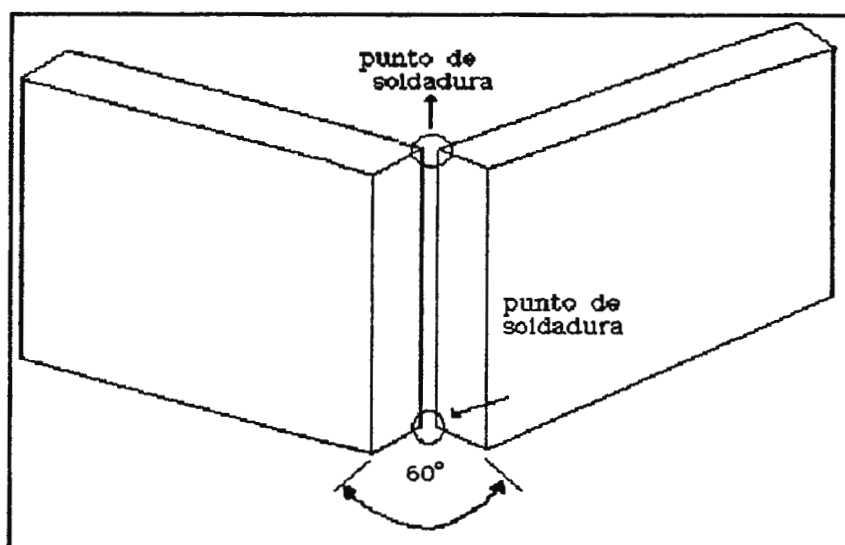


Fig. A

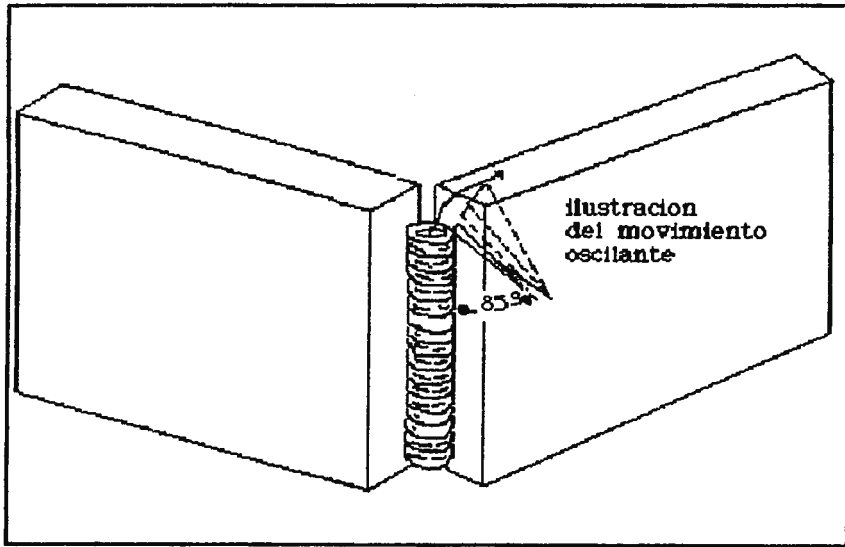


Fig. B

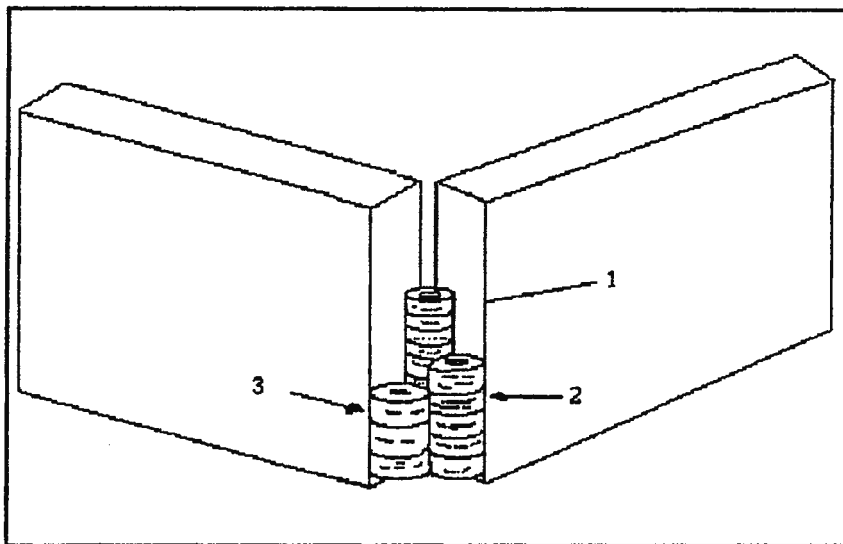


Fig. C

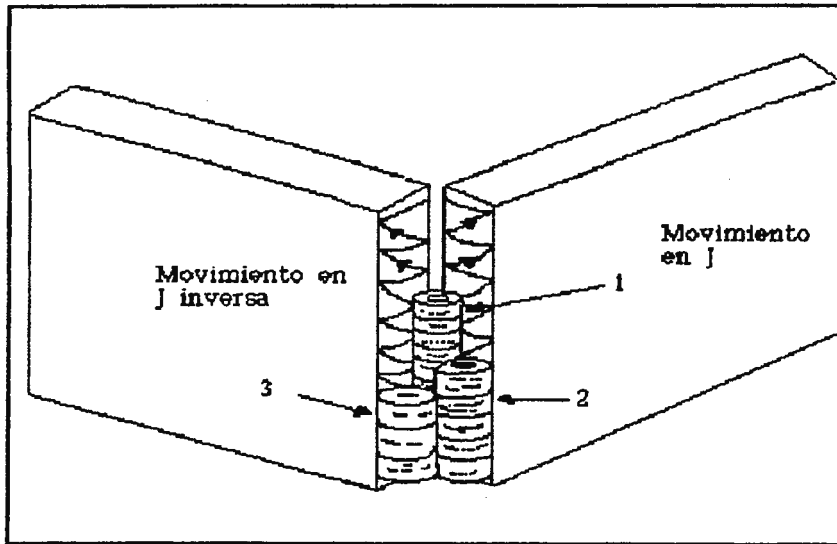


Fig. D

#### 4.5.2 PASOS PARA HACER UNA SOLDADURA DE UNA JUNTA EN T Y CORDONES EN POSICION HORIZONTAL.

- 1) Obtenga dos piezas de hierro dulce  $4\frac{1}{2} \times 2 \times 1/4$ " y varillas de soldadura.
- 2) Revise prácticas de seguridad (guía 2)
- 3) Conecte tierra, coloque electrodo y seleccione amperaje.
- 4) Encienda la máquina y puntee las platinas para formar una junta en T
- 5) Coloque la pieza en el banco de trabajo. Fig. A
- 6) Deposite el primer cordón, limpie, inspeccione la soldadura, continúe colocando los otros cordones como en la Fig. B.
- 7) Practique otros cordones en la pieza de trabajo.
- 8) Apague el equipo, limpie la pieza, inspeccione la soldadura y saque sus conclusiones.

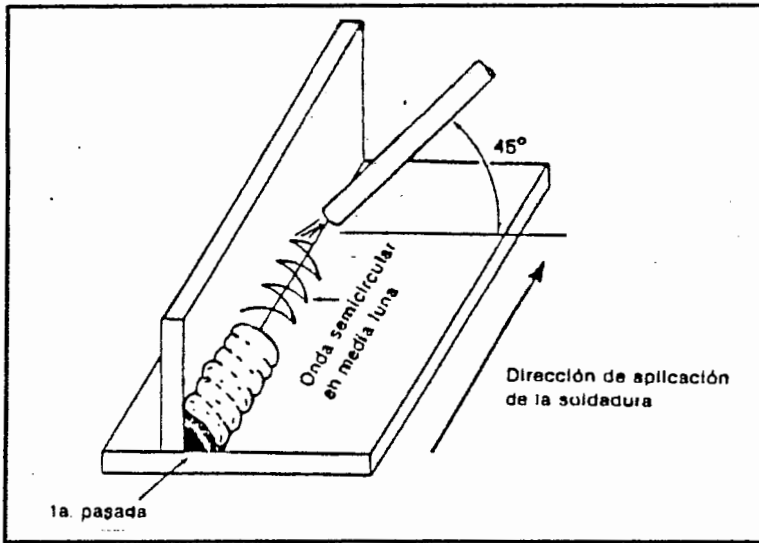


Fig. A

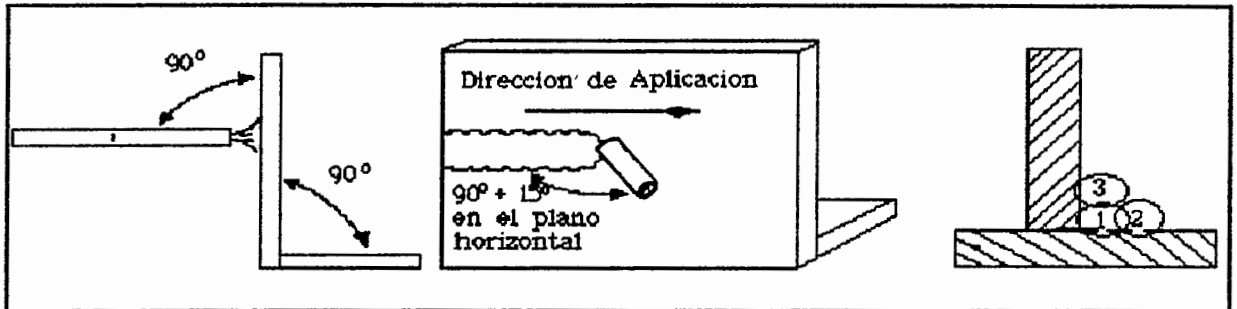
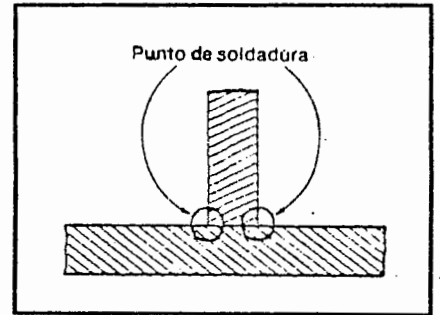
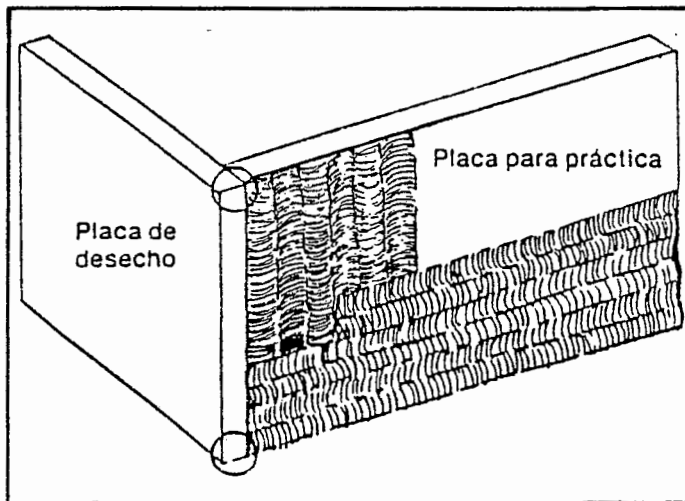


Fig. B



## 1.5.3 PASOS PARA HACER UNA SOLDADURA DE CORDONES RECTOS EN POSICION HACIA ARRIBA O DE SOBRE CABEZA.

- 1) Obtenga dos piezas de hierro dulce  $4\frac{1}{2} \times 2 \times 1/4"$ .
- 2) Revise prácticas de seguridad (guía 2), y obtenga varillas de soldadura.
- 3) Asegure la pieza de hierro dulce en el dispositivo de colocación en posición paralela al piso y lo suficientemente alta como para soldar cómodamente desde abajo.
- 4) Conecte la tierra del aparato, ajuste el amperaje y encienda la máquina de soldar.
  - a) La soldadura hacia arriba o de sobrecabeza, requiere de un arco corto y de un movimiento rápido oscilante, para contrarrestar la tendencia del metal fundido a caer fuera de la soldadura.
  - b) Adopte la posición más cómoda, y sostenga el electrodo lateralmente perpendicular a la placa y ligeramente inclinado de 5 a 15 grados de manera que apunte alejándose del cráter Fig. A
- 5) Establezca el arco y haga cordones rectos usando un movimiento de pivoteo u oscilante en la muñeca. Recuerde limpiar la escoria de cada cordón antes de hacer otro.
- 6) Haga una segunda capa de cordones cruzando los de la capa original (fig. B). Practique los movimientos J y J inversa. Fig. C.
- 7) Apague la máquina, limpie la pieza e inspeccione la soldadura.

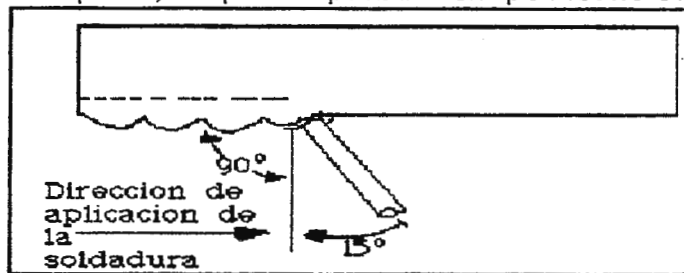


FIG. A

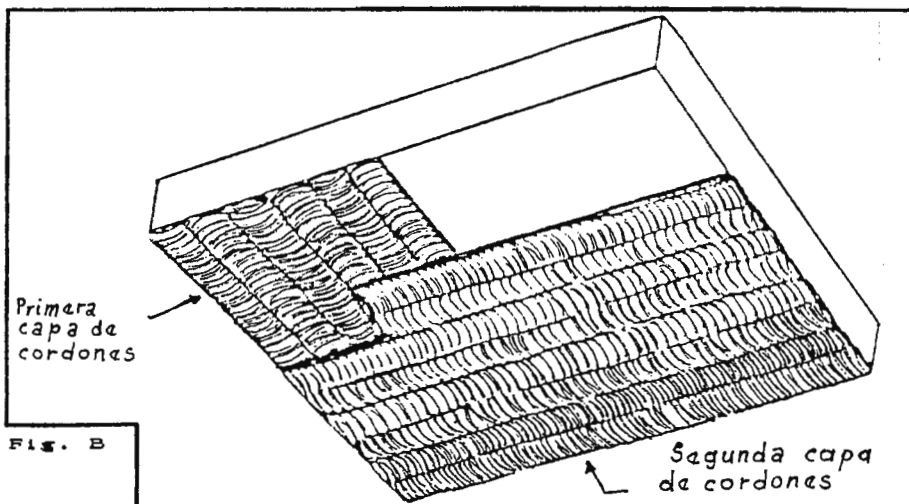


FIG. B

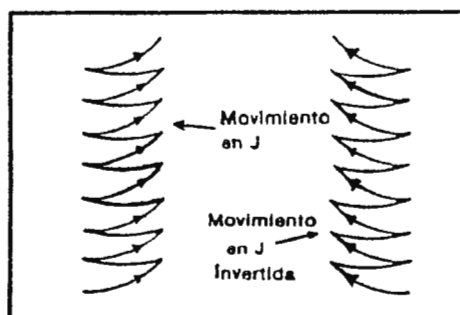


FIG. C

#### 5.4 PASOS PARA LA HECHURA DE SOLDADURAS DE FILETE DE VARIAS PASADAS EN POSICION DE SOBRECABEZA.

- 1) Obtenga dos piezas de acero dulce de  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$ ".
- 2) Revise prácticas de seguridad y obtenga varillas de soldadura.
- 3) Prepare piezas, conecte la tierra, seleccione el amperaje adecuado y comience.
- 4) Traslape la segunda placa sobre la primera y únalas con puntos de soldadura en los extremos de la junta, por ambos lados fig. A.
- 5) Sujete con prensas el montaje en el dispositivo de colocación de manera que el lado ángosto de V quede en la parte más alta fig. B.
- 6) Deposite el primer cordón en la raíz de la V usando un movimiento de pivoteo en la muñeca.
- 7) Limpie la escoria y deposite el segundo y tercer cordón en la secuencia indicada (Fig. C). Gire el conjunto y suelde el otro lado. Apague la máquina, limpie la escoria, revise la soldadura y pida al instructor una crítica del trabajo.

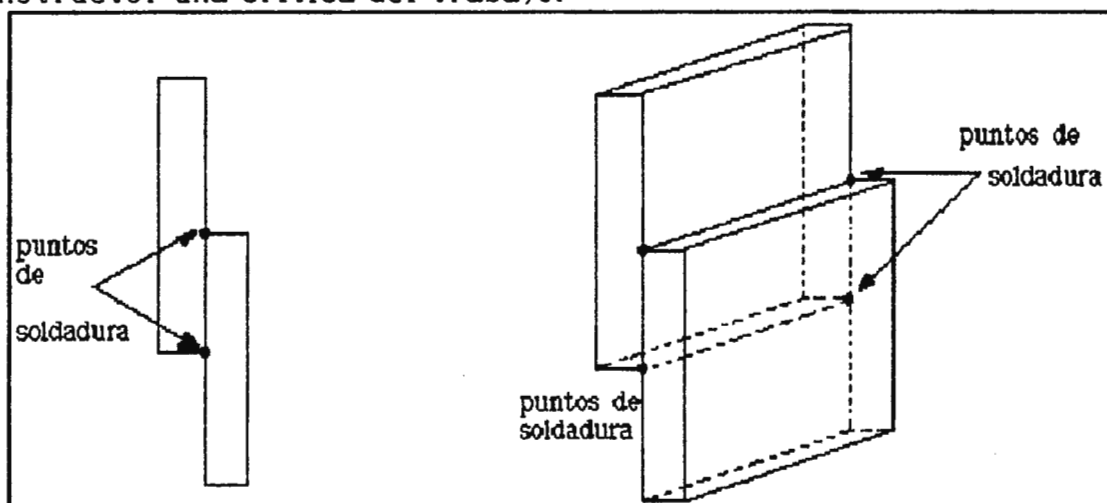


FIG. A

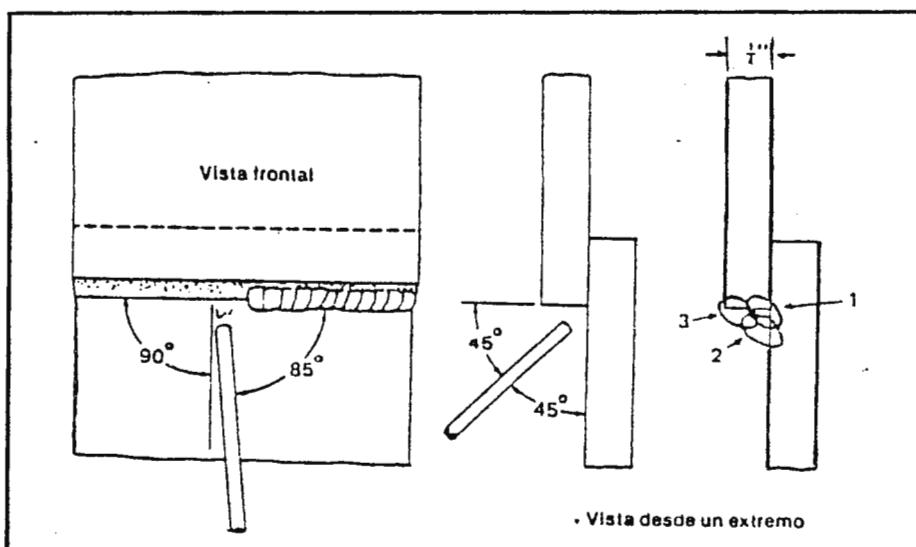


Fig. B

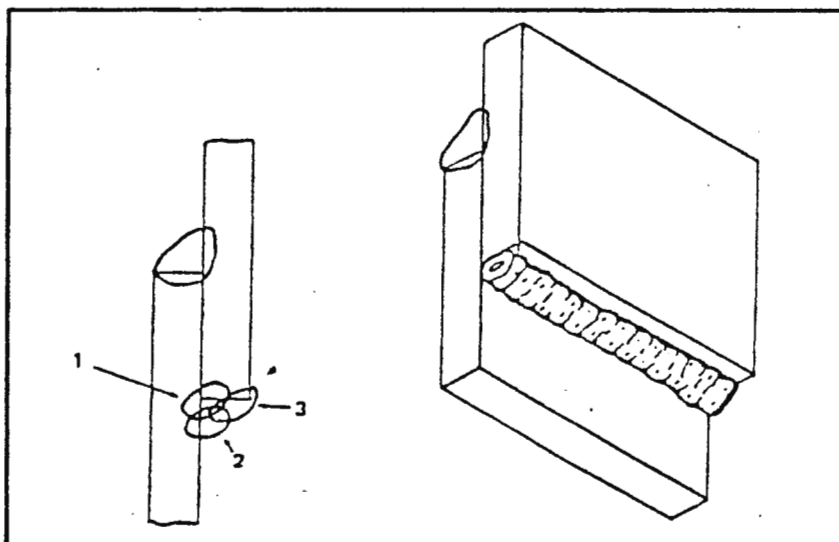


Fig. C

### TERCERA PARTE

#### 4.6 CUESTIONARIO

- ¿ Qué significa soldar en posición incómoda ?
- Nombre las cuatro posiciones básicas de soldadura
- ¿ Qué efecto tiene la soldadura en posiciones incómodas sobre el tipo de soldadura o el diseño de la unión ?

- ¿ Qué diferencias hay entre las soldaduras en posición incómoda y en posición plana con respecto a la porosidad y otras fallas ?
- ¿Cuál es la diferencia, con respecto a la velocidad entre la soldadura en posición plana y la soldadura en posición vertical.
- ¿ Porqué debe mantenerse plano el charco, o poco profundo cuando se suelda en posición vertical o sobre la cabeza ?
- ¿ Cómo puede el soldador mantener el charco poco profundo ?
- ¿ Qué le pasaría al charco del metal fundido si no se mantuviera poco profundo estando en posición vertical ?

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

SOLDADURA DE METALES  
NO FERROSOS POR ARCO  
ELECTRICO CONVENCIONAL  
Y FUNDICION

## FUNDAMENTOS DE SOLDADURA I LABORATORIO Nº 5.0

### OBJETIVOS:

- Que el estudiante conozca las características de los metales no ferrosos.
- Que el estudiante aprenda a soldar los diferentes tipos de metales no ferrosos (aluminio, cobre, hierro fundido, etc.).
- Que al finalizar esta práctica el estudiante tenga la habilidad y destreza para soldar metales no ferrosos.

### PRIMERA PARTE

#### 1.1 SOLDADURA DE METALES NO FERROSOS

Cuando se van a soldar metales no ferrosos debe tenerse en cuenta ciertos puntos:

- 1- El metal debe estar limpio
- 2- Generalmente es necesario precalentar
- 3- La expansión y la contracción desempeñan un papel importante, por lo que debe estudiarse con cuidado la junta antes de soldarse.
- 4- Asegúrese de que todas las partes están apoyadas.
- 5- Trate de realizar la soldadura en una sola operación.
- 6- Escoja un metal de relleno apropiado para el metal base.
- 7- Tenga cuidado al usar el fundente.

#### 1.2 SOLDADURA DE ALUMINIO.

Existen dos clases de aleaciones de aluminio, las variadas y las forjadas, para las cuales se aplica un proceso de soldadura recomendado.

El procedimiento de arco metálico (MIG), presenta la ventaja al soldar aluminio, de que la zona de calor altamente concentrado que con él se consigue impide la excesiva dilatación de las piezas que se están soldando y aminora la deformación. Además, la preparación de las juntas para soldarlas, es más sencilla y la velocidad a que se hace la soldadura es mayor.

El aluminio es un metal suave y dúctil con una alta resistencia a la tensión. Es extensamente usado para piezas que requieren resistencia y ligereza. Cuando se funde se oxida fácilmente creando un problema al soldarlo. El aluminio se funde aproximadamente a 650° C (1200° F) casi la mitad de lo que necesita el acero, conduce el calor casi tres veces más rápido que el acero y su contracción es 50 por ciento mayor, tiene muy poca resistencia cuando está caliente y cuando llega a su temperatura de fusión se desploma a menos

que esté apoyada. Tampoco cambia de color durante la soldadura como el acero.

Aunque la soldadura puede hacerse en cualquier posición, la facilidad de aplicación y la calidad de las juntas soldadas resulta mejor cuando la operación de soldar se lleva a cabo en posición plana.

### 1.2.1 ELECTRODOS PARA SOLDAR ALUMINIO

Se emplean electrodos A.W.S. clase Al-43 y debe usarse CD con polaridad invertida. Estos electrodos tienen en el recubrimiento un elemento llamado silicio que evita la oxidación excesiva y ayuda a disolver los óxidos de aluminio que se forman durante la soldadura. Cuando se usan estos electrodos, debe mantenerse un arco muy corto; de hecho, el recubrimiento debe tocar ligeramente el charco fundido. Al comenzar una soldadura debe usarse el método raspado para romper la gruesa capa fundente que se forma en la punta del electrodo. La tabla nos muestra la medida de los electrodos y ajuste del equipo para soldar aluminio.

**Tabla 1. Medida de los electrodos y ajuste de la soldadura para soldar aluminio con arco eléctrico.**

Espesor del Metal		Diámetro del Electrodo		Amperios Aprox. de la corriente	Número de Pasadas	
pulg.	mm	pulg.	mm		A tope	Traslapada y ortogonal
0.081	2.05	1/8	3.2	60	1	1
0.101	2.56	1/8	3.2	70	1	1
0.125	3.17	1/8	3.2	80	1	1
0.156	3.96	1/8	3.2	100	1	1
0.187	4.75	5/32	4.0	125	1	1
0.250	6.35	3/16	4.3	160	1	1
0.375	9.52	3/16	4.3	200	2	3

### 1.2.2 DISEÑO DE UNIONES DE ALUMINIO

La preparación de las juntas a tope para soldar aluminio con arco metálico es algo más sencilla que la que se necesita para soldar con gas. Debido a la facilidad con que se puede lograr la penetración completa, no se necesita preparación alguna de los bordes cuando los materiales a soldar son de 1/4" o menos de espesor. Para los materiales más gruesos se preparan diferentes uniones. Fig 39

Para obtener una junta en filete pequeño y continuo en cada lado de la junta Fig. 40

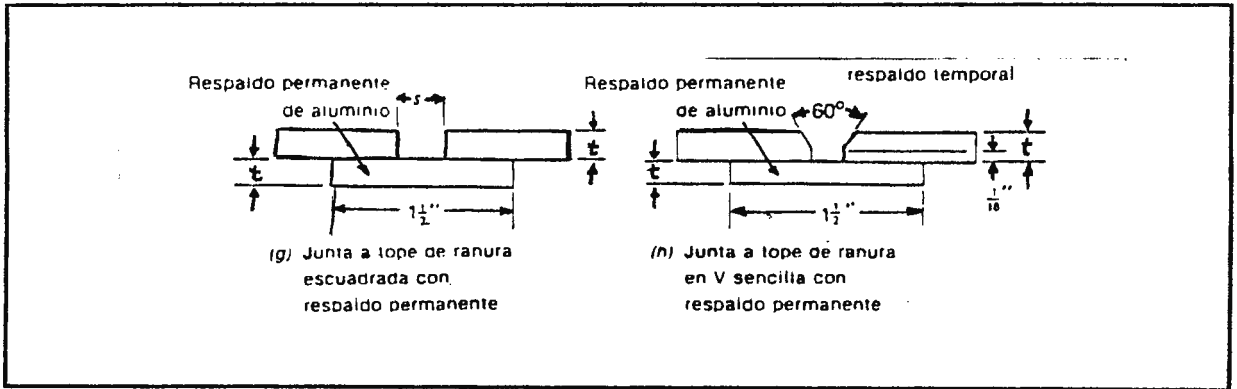


Fig. 39 Junta de uso común en la soldadura de aluminio

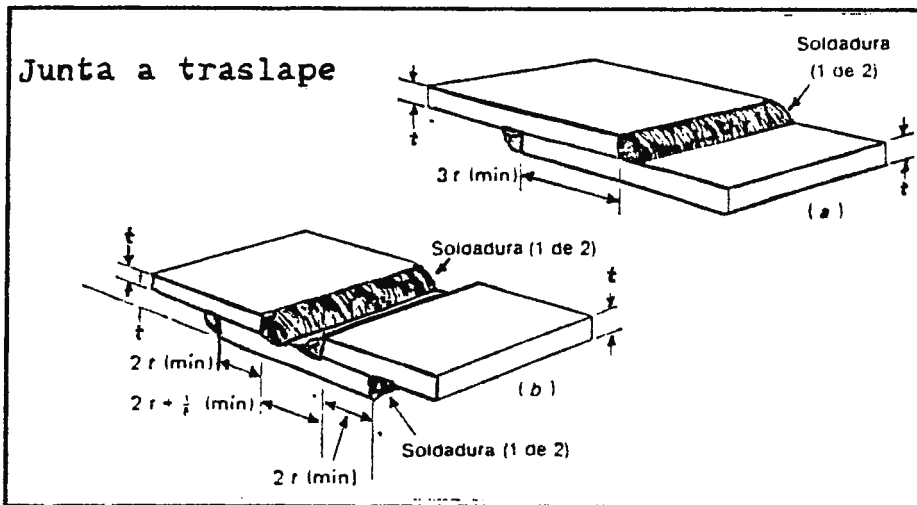


Fig. 40 Junta a traslape

### 1.2.3 PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR ALUMINIO

Como iniciar el arco. El mejor procedimiento es frotar la punta del electrodo a lo largo de la pieza, igual que se hace para encender un fósforo. El metal del electrodo se derrite muy rápidamente en el arco y se solidifica también muy aprisa cuando este se apaga.

### 1.2.4 MANIPULACION DEL ELECTRODO

Después de iniciado el arco cerca del punto donde haya de comenzarse la soldadura, el arco puede ser algo inestable debido a la baja temperatura del metal base por lo que se deberá mantener un arco ligeramente más largo de lo normal.

El avance a lo largo de la costura puede hacerse en sentido hacia adelante o hacia atrás, tal como lo desee el operario o como lo exija el trabajo. El avance a lo largo ha de hacerse a una velocidad uniforme para

formar un buen cordón. El electrodo ha de mantenerse en posición vertical con la superficie del cordón aunque es permisible inclinar ligeramente el electrodo.

El arco ha de mantenerse lo más corto posible ya que de lo contrario hay una gran cantidad de metal derretido que sale expulsado en todas direcciones en forma de salpicadura y si es demasiado corto, se apagará frecuentemente.

La velocidad de consumo del electrodo para soldar aluminio es de 2 a 3 veces mayor que la de los electrodos para soldar acero y no se necesita de oscilar el electrodo como se hace para soldar acero.

### 1.3 SOLDADURA DE COBRE Y SUS ALEACIONES

El cobre conduce calor más rápidamente que cualquier otro metal comercial.

Debido a la rapidez con que conduce el calor, el metal se expande y contrae rápidamente y pueden fácilmente presentarse roturas en las soldaduras o cerca de ellas. El punto de fusión del cobre es menor que el del hierro y el acero, pero el cobre conduce el calor mucho más rápido (casi 7 veces más rápido).

El cobre frío es muy dúctil, pero caliente es muy frágil. Por lo tanto debe tenerse cuidado cuando se suelda este metal. Como sucede con el aluminio, las aleaciones de cobre se ofrecen en las formas vaciada o forjada. Algunas de las aplicaciones típicas de las distintas aleaciones de cobre se dan en la tabla 4

CLASIFICACION	APLICACIONES TIPICAS
Cobre libre de oxígeno	Barras conductoras, guías de onda, aplicaciones que requieren de soldadura común o fuerte.
Cobres tenaces	Techos, radiadores automotrices, barras conductoras, alambre, interruptores, vasijas, rodillos para impresión.
Cobre fosforado desoxidado	Acondicionadores de aire, tubos para plomería, recipientes para procesos químicos, líneas hidráulicas.
Cobres de alta pureza	Resortes, conectores eléctricos, válvulas, partes para bomba, equipo para soldar.

---

*UNIVERSIDAD DON BOSCO*

---

Latones rojos	Aplicaciones arquitectónicas, tubo para plomería, herrajes marinos, joyería, tubos para condensadores e intercambiadores de calor.
Latones amarillos	Radiadores automotrices, componentes de bombas, municiones, accesorios para plomería, componentes arquitectónicos, tubos para condensadores e intercambiadores de calor.
Latones de estaño	Herrajes para aviación y usos marítimos, placas de condensador, evaporadores, e intercambiadores de calor.
Bronces de estaño (fosforados)	Utilería para procesos químicos, bujes, cojinetes, resortes, interruptores, contactos eléctricos, varillas de soldadura.
Bronces de aluminio	Tuercas y tornillos, repitientes para procesos químicos, tubos de condensador, herrajes marinos, aplicaciones para soldadura y recubrimiento superficial.
Bronces al silicio	Tubos de intercambiadores de calor, líneas hidráulicas, tornillos y elementos de sujeción, varillas de soldadura, bujes y cojinetes.
Latones aleados	Piezas formadas, tubos para condensadores e intercambiadores de calor.
Aleaciones de cobre-níquel	Equipo para desalineado, tuberías marinas, condensadores, tubos para evaporadores e intercambiadores de calor, superficies antiensuciante.
Aleaciones de níquel-palta	Elementos de sujeción, artículos ópticos, herrajes arquitectónicos, resortes.

Tabla. Aplicaciones típicas para cobre y aleaciones.

**1.3.1 SOLDADURA DE COBRE CON ARCO**

El cobre puede soldarse con arco usando un electrodo de clasificación A.W.S. El electrodo E. Cu Sn C debe usarse con CD polaridad invertida.

El metal delgado no es necesario precalentar, pero a medida que la soldadura avanza puede ser necesario reducir el amperaje, siempre debe mantenerse un arco mas o menos corto, pero sin que el recubrimiento toque el metal fundido.

La figura nos muestra los diferentes tipos de ranuras para soldadura con arco de cobre y sus aleaciones.

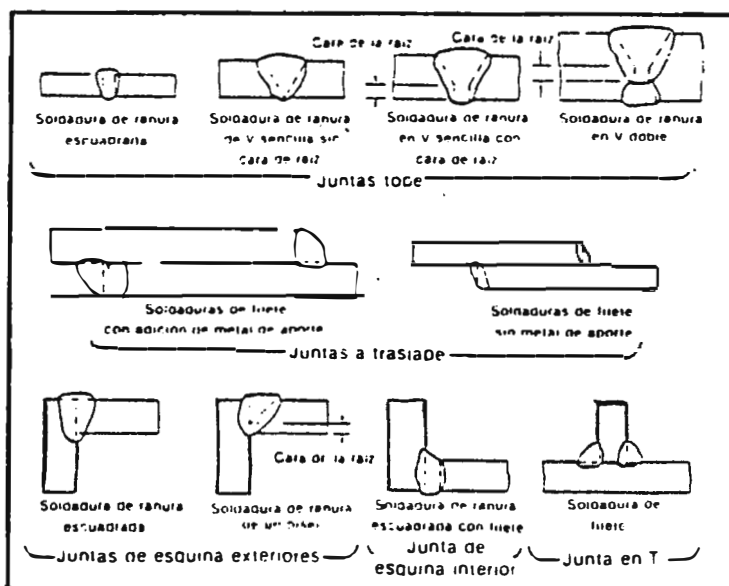


Fig.

## 1.4 SOLDADURA DE HIERRO FUNDIDO

El hierro fundido no es difícil de soldar . El problema principal está en la expansión y contracción que sufre cuando se suelda y los efectos que produce esto sobre el mismo metal. La falta de comprensión y mala aplicación de las leyes de expansión y contracción es casi siempre la responsable de las reparaciones malas.

Debe estudiarse cada trabajo en particular y aplicar los principios antes que la misma soldadura.

Si es posible es preferible calentar el hierro fundido hasta el rojo mete ante de soldarlo. Debe calentarse la pieza completa y no solo la parte que va a se soldada. Una de las labores que mas a menudo se encuentran en el taller mecánico es la reparación de hierro de fundición, estos hierros son relativamente débiles y quebradizos y no soportan fuertes tensiones térmicas. Para prevenir los agrietamientos y fisuras hay que dar un calentamiento previo (si es posible) a la soldadura por puntos.

### 1.4.1 SOLDADURA DE ARCO CON HIERRO FUNDIDO

El hierro fundido puede soldarse con arco con electrodos de clase E St y E Ni de la A.W.S. Se usan los electrodos de E St si la parte de que se esta soldando no requiere un maquinado posterior. Este electrodo tiene núcleo de acero dulce y debe usarse con CD polaridad invertida. Sin embargo puede usarse con CA.

Los electrodos E Ni se usa si la parte que se repara requiere un maquinado al terminar. Este electrodo tiene un núcleo con un alto contenido de níquel y deposita una soldadura mas suave que la del electrodo E St. Este electrodo debe usarse con CD polaridad invertida; sin embargo puede usarse con CD directa y CA.

### 1.4.2 PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR HIERRO COLADO O DE FUNDICIÓN

Los procedimientos para soldar con ambos tipos de electrodos con similares cada uno de ellos puede utilizarse para soldar en todas las posiciones pero, debido a las dificultades inherentes con que se tropieza al soldar hierro de fundición, hay que evitar, siempre que sea posible, la posición de techo.

La mayor parte de la soldaduras en hierro de fundición se hacen en posición plana con juntas o tope, es esencial que la junta este bien preparada y limpio de todo material extraño.

Se recomienda el achaflanado, incluso con los espesores mas delgados.

## SEGUNDA PARTE PRACTICA Nº 1

### 2.1 SOLDADURAS EN PIEZAS DE ALUMINIO

**MATERIALES:** Piezas de aluminio de diferentes espesores

Electrodos especiales para soldar aluminio con 10-13% de Silicio y el resto de aluminio .

**OBJETIVOS:** Aprender a soldar piezas de aluminio de diferentes calibres con soldadura de arco.

**PROCEDIMIENTO:**

- 1.- Recuerde las normas de seguridad empleadas en soldadura por arco.
- 2.- Prepare las formas de las juntas de las piezas de acuerdo al calibre del material a soldar. (fig. A)  
En espesores superiores a los 5 mm hay que preparar un bisel con una abertura entre los 60° - 70°.
- 3.- Seleccione el diámetro del electrodo de acuerdo al espesor del material a soldar. Tabla 2
- 4.- Limpie las piezas previo a las soldadura para obtener una calidad óptima.
- 5.- Coloque la pieza en el banco de trabajo.
- 6.- Efectúe los cordones estrechos porque con cordón ancho se corre el riesgo que se produzcan socavaduras.
- 8.- Con espesores mayores de 5mm hay que precalentar el material base a unos 200 °C para facilitar mejor la fusión y al mismo tiempo su penetración.
- 9.- Al electrodo se le debe dar una pequeña inclinación en dirección al avance del cordón.
- 10.- En pequeños espesores es preciso llevar una ligera velocidad de soldeo para evitar perforaciones en el metal base.
- 11.- Al recomenzar una soldadura de estas debe usarse el método de raspado para romper la gruesa capa de fundente que se forma en la punta del electrodo.
- 12.- Recuerde que este tipo de electrodos se consumen entre 2 a 3 veces más rápidos que los electrodos de acero.
- 13.- Revise la soldadura y discuta con el instructor este tipo de soldadura en aluminio.

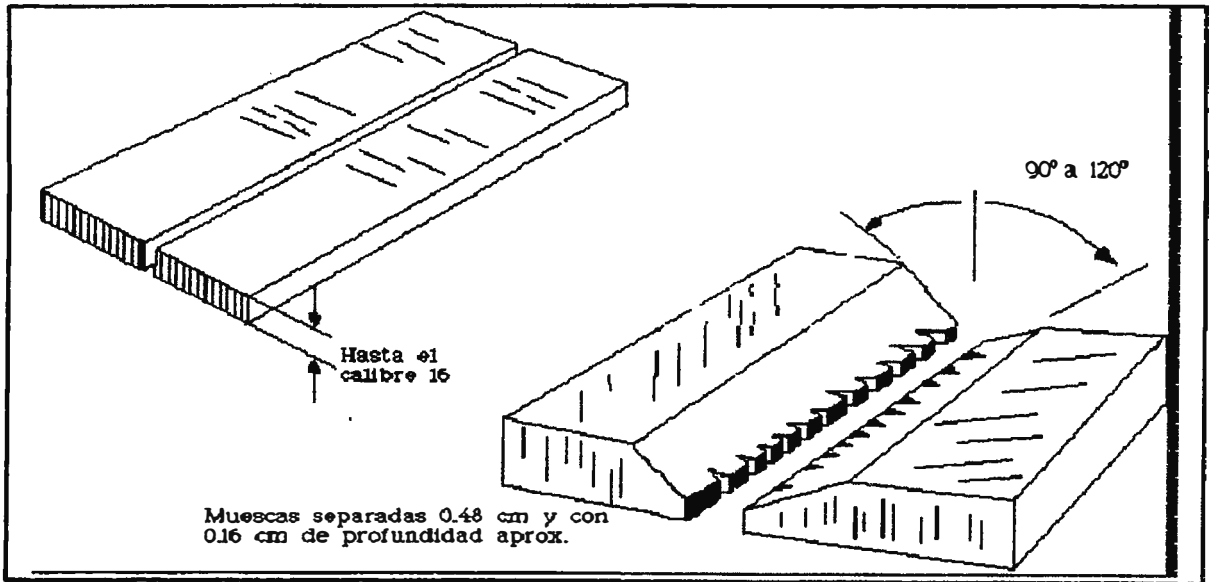


Fig. A Unión a tope

Unión a tope en V y muescada

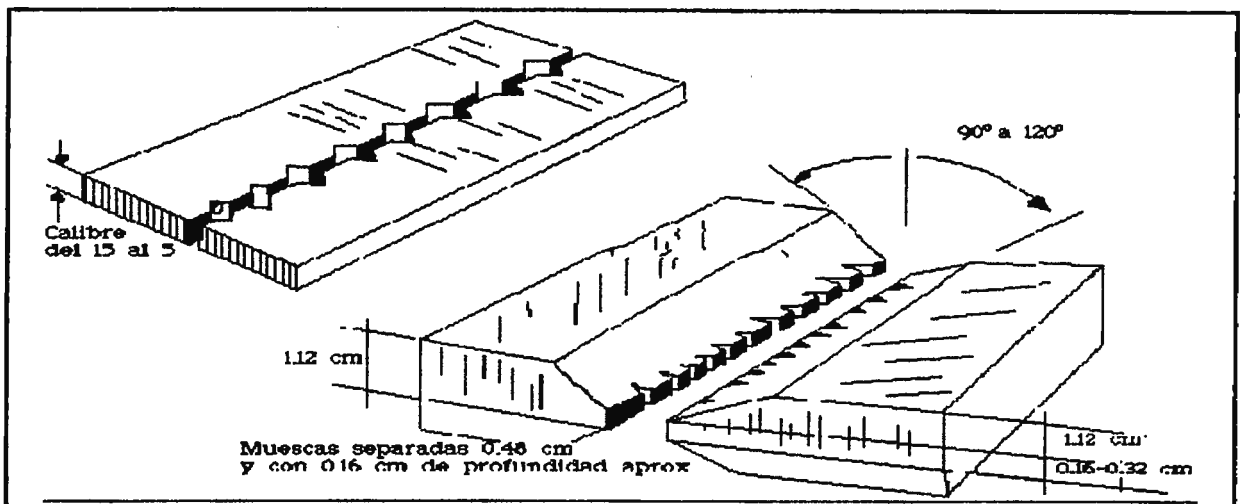


Fig. A Unión a tope muescada

Unión a tope con doble V muescada

## PRACTICA Nº 2

### 2.2 SOLDADURAS EN PIEZAS DE BRONCE

**MATERIALES:** Material de bronce para una junta a tope  
Electrodos EWTH - 2 ECuSn - C, ECuSn - A para soldar latones con bajo contenido de Zinc

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

**OBJETIVO:** Aprender a soldar piezas de bronce de diferentes calibres con soldadura de arco.

**PROCEDIMIENTO:**

- 1.- Recuerde las normas de seguridad empleadas en la soldadura por arco.
- 2.- Cuidese de los calores tóxicos, la inhalación de estos humos producen escalofríos, fiebre y nauseas.
- 3.- Prepare las piezas a soldar de acuerdo a la configuración de la ranura y el espesor, ya que en una sección delgada requieren apoyo durante la soldadura.
- 4.- Seleccione el diámetro del electrodo, amperaje según tabla 2.
- 5.- Limpie la pieza de toda suciedad posible.
- 6.- Coloque la pieza en el banco de trabajo.
- 7.- Precalentar el material a soldar entre 350 a 450 °C.
- 8.- Realice cordones rectos y de poco espesor.
- 9.- Mantenga el arco directamente sobre el pocillo del metal fundido en vez de hacia el metal base.
- 10.- Recuerde los efectos de expansión y la contracción que sufre el material durante la soldadura.
- 11.- Revise la soldadura y discuta con el instructor este tipo de soldadura en bronce.

## PRACTICA Nº 3

### 2.3 SOLDADURAS EN PIEZAS DE HIERRO FUNDIDO

**MATERIALES :** Piezas de hierro fundido, electrodos de clase Est. si la parte que se está reparando no requiere maquinado y se utiliza corriente directa con polaridad invertida 1/8" , electrodos de clase ENi si la parte que se está reparando será maquinada .

**OBJETIVO:** Aprender a soldar piezas de hierro fundido.

**PROCEDIMIENTO:**

- 1.- Revise normas de seguridad para soldadura por arco.
- 2.- Seleccione diámetro del electrodo hasta un 1/8" de preferencia , amperaje a utilizar según tabla 2
- 3.- Prepare la pieza a soldar; se recomienda el achaflanado de estas por medios mecánicos y que estén limpias de toda materia extraña con grasa, suciedad.
- 4.- Calentamiento previo de la pieza (si es posible)
- 5.- Coloque la pieza a soldar sobre el banco de trabajo.
- 6.- Manipule el electrodo como se emplea en otros procedimientos tratando que el electrodo apunte hacia atrás, viendo el metal depositado y con una inclinación entre 10 a 15°.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

7.- Revisar la soldadura realizada y discuta con el instructor este método de hierro fundido.

**TABLA 2**

Diámetro del electrodo pulg.	mm	Para soldadura en cualquier posición	Para soldadura en posición		
			Plana	Vertical	De techo
3/32	2.4	50-80	No los hay de este diámetro		
1/8	3.2	70-100	70-100	55-70	60-85
5/32	3.97	100-150	100-150	85-100	90-120

TERCERA PARTE

3.0 CUESTIONARIO

- 3.1 Mencione los puntos que deben tenerse en cuenta cuando se van a soldar metales no ferrosos
- 3.2 Mencione las ventajas que se tiene al soldar aluminio por arco metálico.
- 3.3 ¿Cuál es la temperatura de fusión del aluminio ?
- 3.4 ¿ Porqué cuando se está soldando aluminio, la longitud del arco deberá mantenerse ligeramente más largo que el normal ?
- 3.5 Mencione las características del Cobre.
- 3.6 ¿ Qué puede ocurrir cuando se enfría rápidamente el hierro fundido después de soldarlo ? Explique
- 3.7 ¿ Qué es un metal o material no ferroso ? Explique

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESPECIFICACION CLASIFICACION  
Y SELECCION DE ELECTRODOS.

## I FUNDAMENTOS DE SOLDADURA LABORATORIO Nº 6

### Objetivos:

- Escoger el electrodo adecuado para obtener una buena soldadura al arco protegido por fundente en el proceso manual de soldadura del arco protegido.
- Identificar los organismos que emiten normas de especificación y clasificación de electrodos.
- Interpretar la numeración de los electrodos según la clasificación. Interpretar el código de colores de los electrodos.
- Efectuar una soldadura.

Se llaman electrodos los extremos de los conductores entre los cuales salta el arco eléctrico. Uno de los conductores es siempre la pieza metálica que se ha de soldar.

Los electrodos, las varillas, de soldadura, los fundentes, los gases combustibles, y los gases de protección, aplicados exteriormente, son materiales consumibles de soldadura.

### PRIMERA PARTE

#### 1.0 Los electrodos empleados en la soldadura son de tres clases:

- 1.1 a) Electrodos de carbón: el arco solo sirve para fundir el metal de la pieza, el metal de aportación es una varilla como en soldadura por soplete de gas sirve a veces para cortar.
- 1.2 b) Electrodo metálico desnudo.
- 1.3 c) Electrodo metálico o recubierto: Recubrimiento aplicado por inmersión o por extrusión a la varilla de alambre que en general es del mismo tipo; acero al carbón AISI 1010 que tiene un porcentaje de carbono a 0.08 - 0.12% máximo para la serie de electrodos mas comunes.
- 1.4 El propósito del núcleo de alambre es conducir la energía eléctrica para el arco y proporcionar el metal adecuado para el depósito. Las funciones del revestimiento (recubrimiento) de electrodos es minimizar la contaminación de la atmósfera y son:

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

- a) Debe estabilizar el arco.
- b) Suministrar un gas y una capa de fundentes que proteja el arco y el metal de la contaminación atmosférica.
- c) Producir limitadores o desoxidantes del charco de soldadura.
- d) Controlar las reacciones del metal de la soldadura y permitir adicionar a éste elementos aleantes para ser depositados en el metal de soldadura.
- e) Por último, la escoria dejada sobre la superficie de la soldadura debe ayudar a la formación de un cordón de soldadura de la forma adecuada y poderse quitar fácil y rápidamente.

Los electrodos se evalúan por la calidad del metal que depositan, la economía con la cual lo depositan y sobre todo, por la facilidad con que pueden ser usados por el soldador.

- 1.5 Los metales de aporte y sus especificaciones los clasifican organismos como la sociedad AWS - ASTM (American Welding Society - American Society for Testing and Materials) subcomité sobre materiales de aporte que ha publicado 15 grupos básicos de electrodos. Otros organismos: ASME (American Society of Mechanical Engineers) Lloyd's Register of Shipping.
- 1.6 Identificación: La especificación de electrodos para soldar hierro dulce adoptada por la A.W.S. se interpreta como sigue:

La serie de 4 ó 5 números siguiendo a la letra E que significa que el electrodo es para soldadura de arco ( electrodo revestido) los números siguientes (si se usan cuatro dígitos) o tres (si se usan cinco dígitos), multiplicados por 1000 indican la resistencia a la tracción del metal del electrodo en PSI (libras por pulgada cuadrada); El penúltimo número indica la posición en la cual se puede usar el electrodo; si es 1, indica que el electrodo puede usarse en todas las posiciones; el 2 indica que el electrodo sólo puede usarse en posición plana (horizontal o hacia abajo) el último número indicará las características del electrodo c.a. ó c.c., el tipo de escoria, tipo de arco, penetración y presencia de *elementos* químicos.

La tabla Nº 1 amplía información sobre la interpretación de los números:

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

**TABLA I**

CIFRA	SIGNIFICADO	EJEMPLO
Las 2 ó 3 primeras	Mínima resistencia a la tracción.  (Esfuerzos relevados)	E 60 XX=60000 lbs/pulg <sup>2</sup> (Mínimo) E 110 XX=110000 lbs/pulg <sup>2</sup> (Mínimo)
Penúltima	Posición de soldadura	E XXIX = Toda posición E XX2X = Plana y horizontal E XX3X = PLana
Ultima	Tipo de corriente Tipo de escoria Tipo de arco Penetración Presencia de elementos químicos en el revestimiento	Ver Tabla 2

NOTA: Para las posiciones vertical y sobre cabeza exige una limitación de diámetro hasta 3/16" comúnmente, y de 5/32" para electrodos de bajo Hidrógeno.

**Tabla No 2 INTERPRETACION DE LA ULTIMA CIFRA EN LA CLASIFICACION A.W.S. DE ELECTRODOS.**

ULTIMA CIFRA	E-XXX0	E-XXX1	E-XXX2	E-XXX3	E-XXX4	E-XXX5	E-XXX6	E-XXX7	E-XXX8
Tipo de Corriente	a	CA o CD + Polaridad In-certida.	CA o CD - Polaridad Di-recta Prefe-rente	CA o CD + Polaridad Di-recta Prefe-rente	CA o CD + Polaridad In-certida.	CD + Polaridad In-certida.	CA o CD + Polaridad In-certida.	CD + Polaridad In-certida.	CA o CD + Polaridad In-certida.
revesti-miento	b	Celulosa Potasio	Titanio Sodio	Titanio Potasio	Titanio Polvo de Hierro	Titanio Sodio BH	Titanio Potasio BH	Polvo de Hierro Mineral	Titanio Potasio polvo de Hierro Rutilio
Escoria		Organico	Rutlio	Rutlio	Rutlio	Rutlio	Rutlio	Mineral	Rutlio
Tipo de Arco	Penetrante	Penetrante	Mediano	Suave	Suave	Mediano	Mediano	Suave	Mediano
Penetra-cion	c	Profunda	Mediana	Ligera	Ligera	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Polvo de Hierro en el Revesti-miento	0-10%	NO	0-10%	0-10%	30-50%	NO	NO	50%	30-50%

- NOTAS: a) E - 6010 - Corriente directa polaridad invertida. E - 6020 - AC o DC  
 b) E - 6010 - Orgánica (celulosa Sodio); E - 6020 - mineral (oxido de Hierro)  
 c) E - 6010 - Penetración profunda; E - 6020 - mediana penetración.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

BH - Bajo Hidrógeno

Rutilo - Oxido Natural de Titanio.

## 1.7 ELECTRODO DE ACERO ALEADO :

Son electrodos revestidos, capaces de producir depósitos de soldadura con resistencia a la tracción que rebasa las 100,000 lbs/pulg<sup>2</sup>; propiedades mecánicas de gran magnitud son obtenidas usando ferroaleaciones en el revestimiento. Componentes tipos de electrodos de bajo hidrógeno: carbonato de calcio y polvo de hierro. Clasificación EXX15, EXX16 ó EXX18; Según la A.W.S.: E - 7018, E - 8018, E - 9018 y su resistencia a la tracción va desde 70,000 lbs/pulg<sup>2</sup> hasta 180,000 o mas.

## 1.8 DESIGNACION A.W.S. DE LOS PRINCIPALES ELECTRODOS DE ALEACION EN LOS ELECTRODOS PARA SOLDADURA DE ARCO:

En los electrodos de acero aleado, las 4 ó 5 cifras de la clasificación, van seguidas generalmente de una letra símbolo, como: A1, B1, B2, etc. Estos sufijos standar de la A.W.S., son añadidos para indicar adiciones específicas de electrodos de aleación, como se indica en la tabla Nº 3. Por ejemplo, un electrodo revestido para soldadura al arco que tenga una clasificación E - 7015 A1, es de bajo hidrógeno para todas las posiciones, corriente directa polaridad invertida electrodo con un contenido de Molibdeno entre 0.40 a 0.65% (promedio 0.50%).

TABLA Nº 3

Sufijos para los electrodos AWS No.	Elementos de aleación en %				
	Mo (Molibdeno)	Cr (Cromo)	Ni (Níquel)	Mg (Manganeso)	Va (Vanadio)
A1	0.50				
B1	0.50	0.50			
B2	0.50	1.25			
B3	1.00	2.25			
C1			2.50		
C2			3.50		
C3	0.35	0.15	1.00		
D1	0.30			1.50	
D2	0.30			1.75	
D "G"	0.20	0.30	0.50	1.00	0.10

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

Las cantidades marcadas en las columnas son promedios.

Electrodos revestidos de acero de baja aleación similares a los de acero al carbono pero a continuación del cuarto dígito existe una letra y un dígito que indican la composición química del metal depositado.

El número de electrodo seguido del sufijo "G" deberá contener una mínima de un solo de los electrodos señalados.

## 1.9 ELECTRODO DE ACERO INOXIDABLE:

Los aceros inoxidable de uso común en la actualidad se clasifican en Austeníticos, Martensíticos y Ferríticos, según su composición y estructura microscópica. Ellos poseen distintas cualidades físicas: El martensítico es duro y quebradizo, el ferrítico es blando y dúctil y el austenítico es duro, dúctil y resistente al impacto.

Su composición varia según la siguiente tabla:

CLASIFICACION	CARBONO %	CROMO %	NIQUEL %
Martensítico	1.0 Max.	11.0-18.0	Residual
Ferrítico	0.20 Max.	16.0-30.0	Residual
Austenítico	0.25 Max.	14.0-30.0	6.0-36.0

## 1.10 CODIGO DE COLORES NEMA:

Código establecido por la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) la fig. Nº 1 muestra las maneras típicas encontradas en los electrodos.

La letra E se refiere al color en la punta o extremo. Letras S refiere a un punto de color en la parte desnuda del electrodo. Letra G refiere a un punto de color en el recubrimiento y designa un cierto grupo al que pertenece el electrodo. Letra M refiere a un punto o puntos de color usado por varios fabricantes para identificar sus propios electrodos; estos últimos colores no son parte del código NEMA.

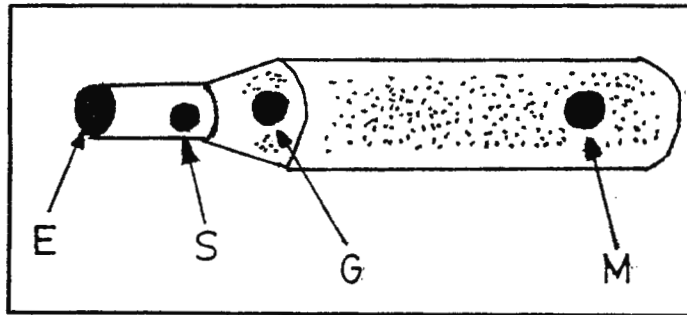


Fig. 1

1.11 MEDIDA Y AMPERAJE PARA UN ELECTRODO:  $Amp = (\phi \text{ electrodo})'' \times 1000$

La medida del electrodo a usar depende de factores como:

- 1.- Espesor del metal.
- 2.- Que tan separados quedan los fillos de la UNION.
- 3.- Posición de la unión (plana, vertical, sobre cabeza)
- 4.- Destreza del soldador.

La siguiente tabla refiere a un trabajo particular para seleccionar la medida y amperaje del electrodo y será necesario variar el amperaje según la posición de soldar, espesor del material; es recomendable usar el electrodo de mayor diámetro posible dado por su bajo costo y la aportación de mayor cantidad de metal por unidad de tiempo.

TABLA Nº 4

Posición Plana Espesor del Metal	Medida del Electrodo	Amperaje Aproximado
Calibre 18	3/32"	50-80
Calibre 16	3/32"	
Calibre 14	1/8"	90-135
Calibre 12	1/8"	
Calibre 10	5/32" ó 1/8"	120-175
3/16"	5/32" ó 1/8"	
1/4"	3/16" ó 5/32"	140-200
5/16"	3/16" ó 5/32"	200-275
3/8"	1/4" ó 3/16"	
1/2"	1/4" ó 3/16"	250-350
3/4"	1/4"	
1"	1/4"	325-400

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

## 1.12 SELECCION DEL ELECTRODO ADECUADO:

Para escoger el electrodo adecuado es necesario analizar las condiciones de trabajo en particular y luego determinar el tipo de diámetro del electrodo que mas se adapte a estas condiciones. Este análisis es relativamente simple, si el operador se habitúa a considerar los siguientes factores.

- 1.- Naturaleza del metal base.
- 2.- Dimensiones de la sección a soldar.
- 3.- Tipo de corriente que entrega su máquina soldadora.
- 4.- En qué posición o posiciones se soldará.
- 5.- Tipo de unión y facilidad de fijación de la pieza.
- 6.- Si el deposito debe poseer alguna característica especial, como son: resistencia a la corrosión, gran resistencia a la tracción, ductilidad, etc.
- 7.- Si la soldadura debe cumplir condiciones con algunas normas o especificaciones especiales.

Los factores antes indicados deben ser considerados para elegir un electrodo que produzca un arco estable, depósitos parejos, escoria fácil de remover y un mínimo de salpicaduras, condiciones especiales para obtener un trabajo óptimo.

### SELECCION DE TAMAÑO Y AMPERAJE DE ELECTRODOS

ESPESOR DEL METAL		TAMAÑO DEL ELECTRODO		AMPERAJE
Milímetros	pulgadas	Milímetros	pulgadas	
1.3 mm	18 calibre	1.6	1/16 in	50-80
1.6	16	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

## 2.0 SEGUNDA PARTE PRACTICA DE TALLER

### 2.1 PUNTOS IMPORTANTES PARA OBTENER UNA BUENA SOLDADURA:

- a) Selección del electrodo adecuado
- b) Diámetro del electrodo
- c) Amperaje de soldadura: Si el amperaje es muy alto el electrodo se fundirá rápidamente y el baño de fusión será extenso e irregular. Si el amperaje es muy bajo no hará calor suficiente para fundir el metal base y el baño será muy pequeño, abultado y de aspecto irregular.
- d) Velocidad de soldadura: cuando la velocidad es excesiva, el baño no se mantiene el tiempo necesario, dando lugar a que las impurezas y gases queden aprisionados al enfriarse, el cordón es angosto. Cuando la velocidad es muy lenta el material se acumula produciéndose un cordón alto.
- e) Longitud de arco: Si el arco es muy largo el metal se fundirá en la punta del electrodo, produciendo un cordón ancho, salpicado y muy irregular, con fusión pobre entre el metal base y el depositado. Si el arco es muy corto, no hay calor suficiente para fundir el metal base apropiadamente, el electrodo se pegará frecuentemente a la pieza produciendo cordones altos con ondulaciones irregulares, produciéndose escoria y porosidades.
- f) Angulo del electrodo: Es de vital importancia particularmente en soldaduras de ángulos y en juntas con biseles profundos. En soldaduras de ángulo de electrodo se debe mantener en el centro de este, entre las dos chapas y perpendicular a la línea de la soldadura. Cuando se produzca socavadura en el miembro vertical, reduzca el ángulo del arco y diríjalo hacia aquel.

### SOLDADURA EN POSICION VERTICAL ASCENDENTE

**MATERIAL:** Platinas de acero suave de 4 x 6 x 1/4" electrodos E6011 para CA de 5/32" y 3/16" .

**OBJETIVOS:** Realizar cordones de soldadura en posición vertical ascendente.

**TIEMPO:** 3 horas

#### PROCEDIMIENTO:

- 1.- Recuerde las normas de seguridad de soldadura de arco.
- 2.- Realice la conexión del equipo, tierra, amperaje, etc.
- 3.- Asegure la platina en la mesa de trabajo.
- 4.- Ajuste amperaje entre 110 y 125 amperios.

- 5.- Inicie los cordones con electrodos de  $5/32''$  observando el movimiento en A, trate de realizar cordones uniformes. Fig. 1.
- 6.- Practique los movimientos indicados en B, C, D, .
- 7.- Repita los cordones con electrodos de  $3/16''$  .
- 8.- Deposítese cordones continuos soldando hacia arriba.
- 9.- Practique la interrupción y reanudación del cordón.
- 10.- Apague el equipo, limpie la pieza de escoria y discuta con el instructor sobre el tipo de soldadura.

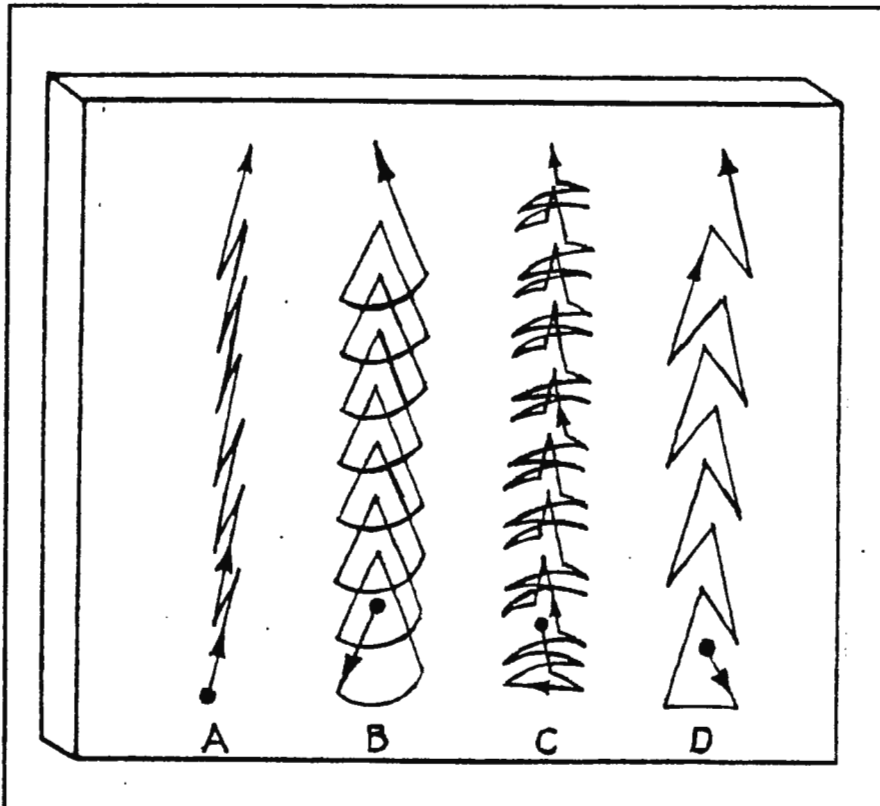


Fig. Tipo de movimiento para realizar cordones uniformes.

## SOLDADURA DE UNA JUNTA DE ESQUINA VERTICAL

**MATERIAL:** Dos piezas de hierro dulce de 8 x 3 x 1/4" electrodos 5/32" (E6010 para CD)

**OBJETIVO:** Realizar soldadura de juntas de esquina.

**PROCEDIMIENTO:**

- 1.- Revise prácticas de seguridad
- 2.- Coloque una de las placas en posición plana sobre el banco
- 3.- Conecte tierra, seleccione amperaje (120-140 A) coloque electrodo, encienda la máquina.
- 4.- Una con puntos de soldadura la segunda placa con la primera, formando una junta de esquina como se ilustra en la figura A.
- 5.- Coloque la pieza sobre el banco
- 6.- Haga la primera pasada, usando un cordón recto tendido desde la parte inferior hasta la superior con movimiento oscilante fig. B
- 7.- Limpie la escoria del primer cordón
- 8.- Complete las pasadas segunda y tercera usando los movimientos en "J" y en "J inversa" fig. C y D.
- 9.- Apague el equipo, limpie la pieza de escoria, inspeccione la soldadura y discuta con el instructor.

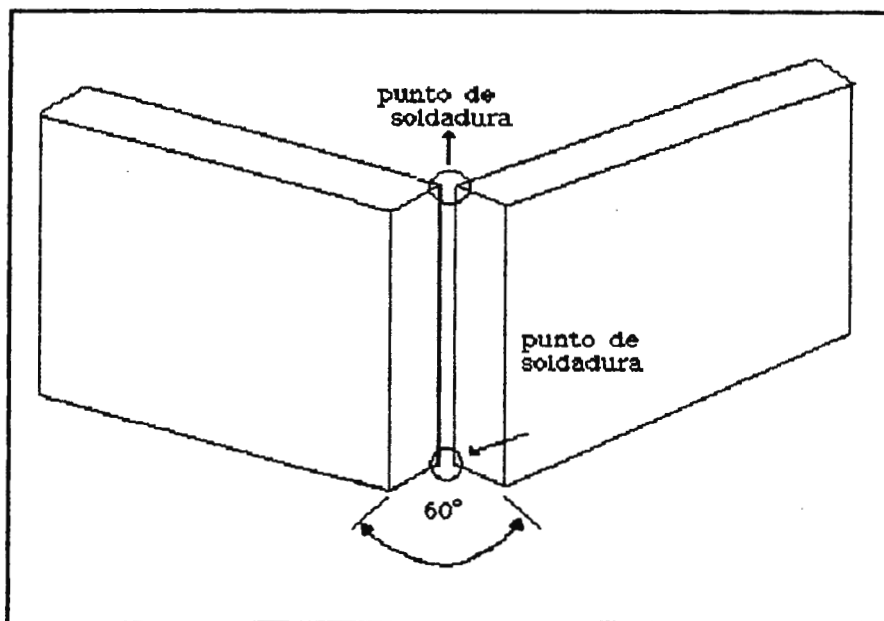


FIG. A

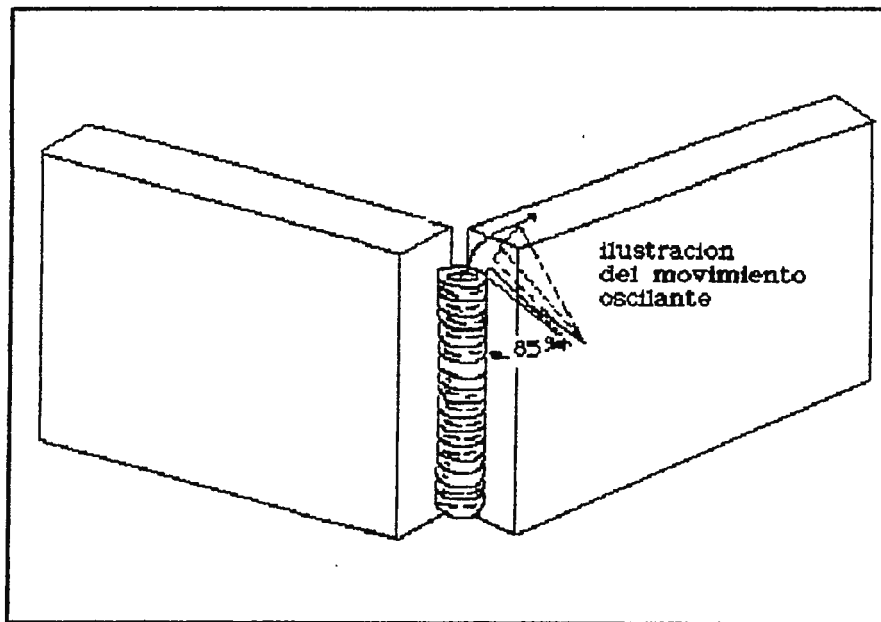


FIG. B

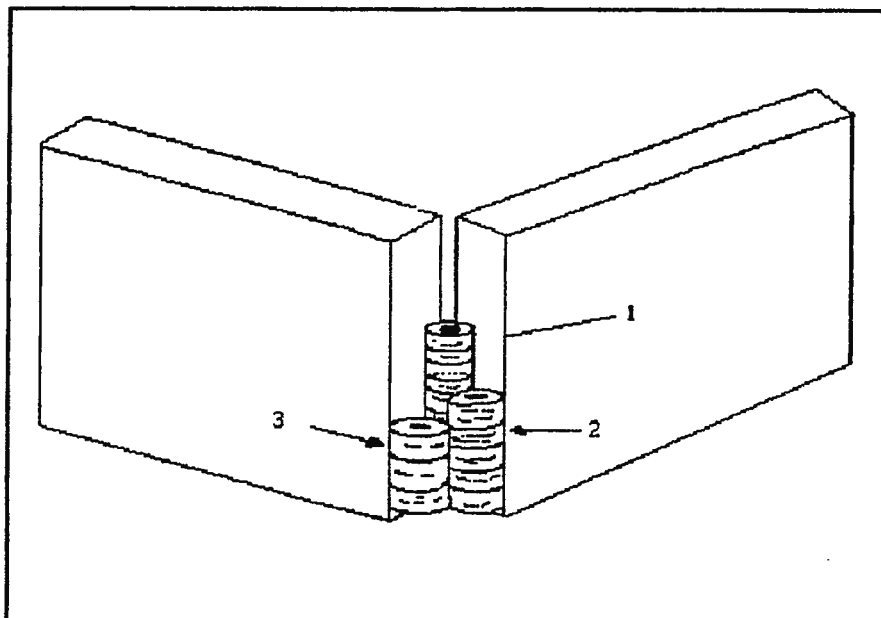


FIG. C

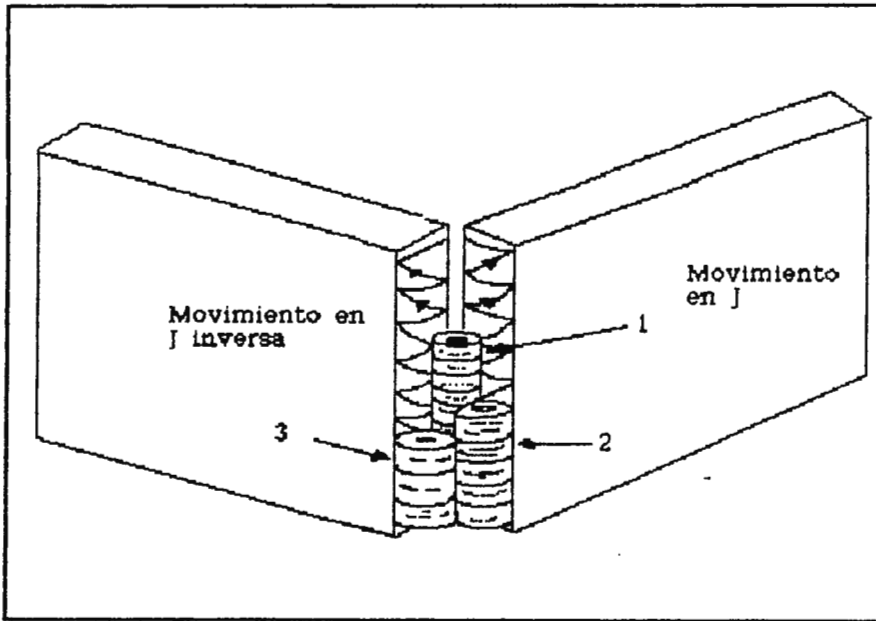


Fig. D

## SOLDADURA DE JUNTA EN T Y CORDONES EN POSICION HORIZONTAL

**Material:** 2 piezas de hierro dulce 8 x 3 x 1/4" electrodos de 5/32" E6010 para CD.

**OBJETIVO:** Aprender a soldar en posición horizontal.

### PROCEDIMIENTO:

- 1.- Revise prácticas de seguridad
- 2.- Conecte tierra, seleccione amperaje (120-140 A) coloque electrodo, encienda la máquina.
- 3.- Puntee las platinas para formar una junta en T.
- 4.- Coloque en el banco la pieza de trabajo Fig. A.
- 5.- Deposite el primer cordón, limpie, inspeccione la soldadura, continúe colocando los otros cordones como en la fig. B.
- 6.- Practique otros cordones en la pieza de trabajo.
- 7.- Apague el equipo, limpie la pieza, inspeccione la soldadura y discuta con el instructor.

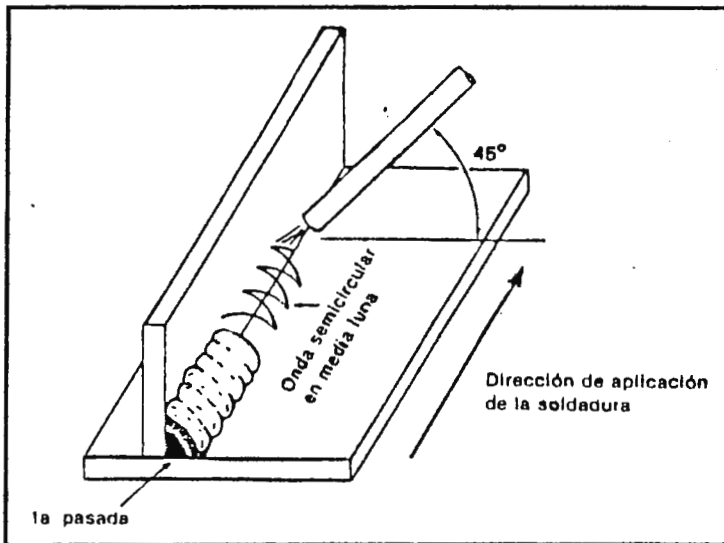
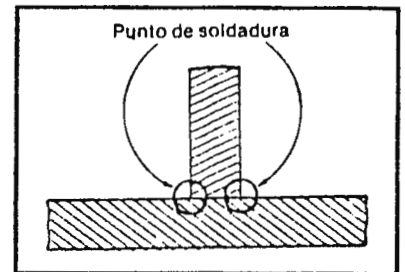


Fig. A



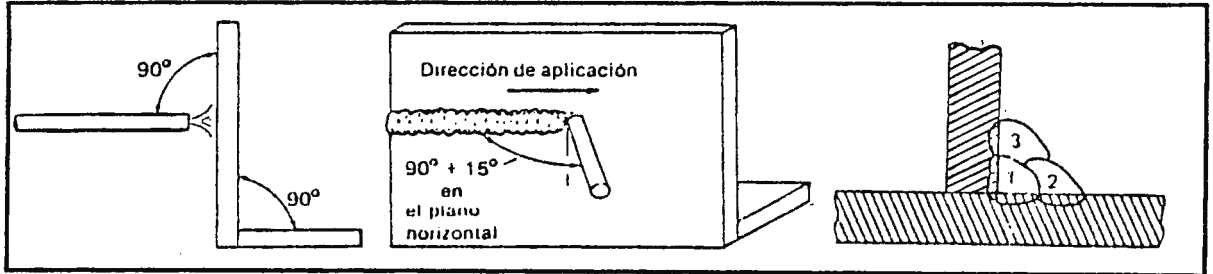
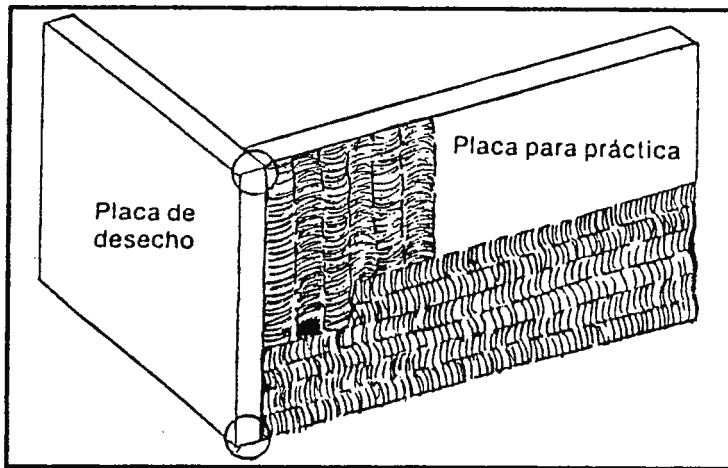


Fig. B



## **SOLDADURA DE PASO MULTIPLE EN POSICION HORIZONTAL**

**Material:** Platinas de acero suave 2 x 6 x 1/2" electrodos E6011 de 5/32".

**OBJETIVO:** Realizar soldadura en planchas pesadas donde se requiere resistencia adicional.

### **PROCEDIMIENTO:**

- 1.- Recuerde las normas de seguridad antes de empezar a trabajar.
- 2.- Realice la conexión del equipo, a la fuente.
- 3.- Prepare las piezas a soldar y colóquelas sobre el banco de trabajo.
- 4.- Ajuste el amperaje entre 10-125 amperios.
- 5.- Inicie el primer cordón como se muestra en la fig. A.
- 6.- Limpie de escoria la pieza.
- 7.- Realice el segundo y tercer cordón como se muestra en la fig. B y C.
- 8.- Apague el equipo, limpie la pieza de escoria, inspeccione la soldadura y discuta con el instructor sobre la realización de este tipo de soldadura.

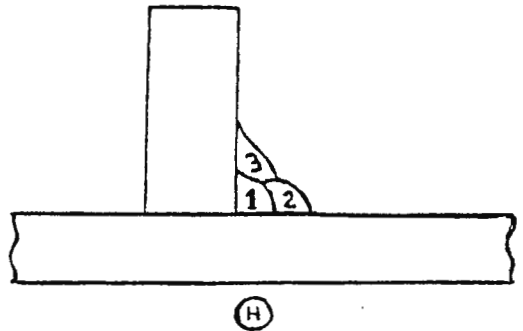
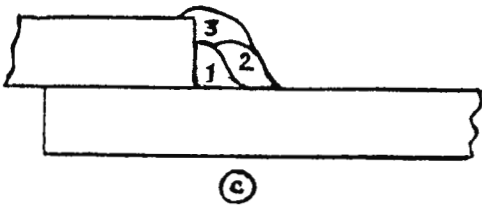
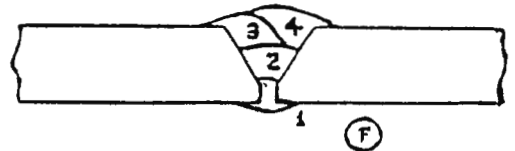
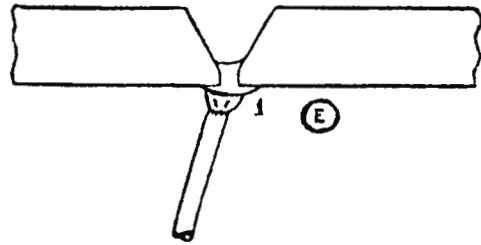
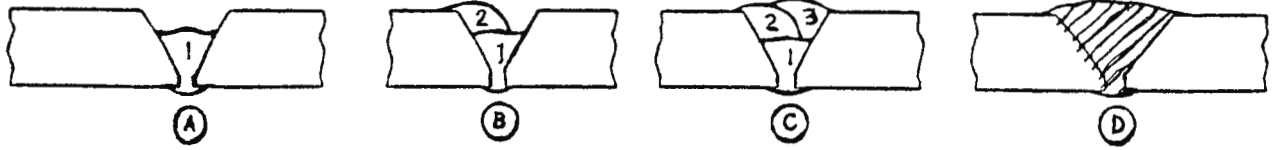
## **SOLDADURA DE TEJIDO EN POSICION HORIZONTAL DE UNA JUNTA EN "T"**

**Material:** Platina de acero suave de 3 x 6 x 1/2" electrodos E6011 de 5/32".

**OBJETIVO:** Aprender a realizar soldadura de tejido para aumentar anchura y volumen del depósito de la soldadura.

### **PROCEDIMIENTO:**

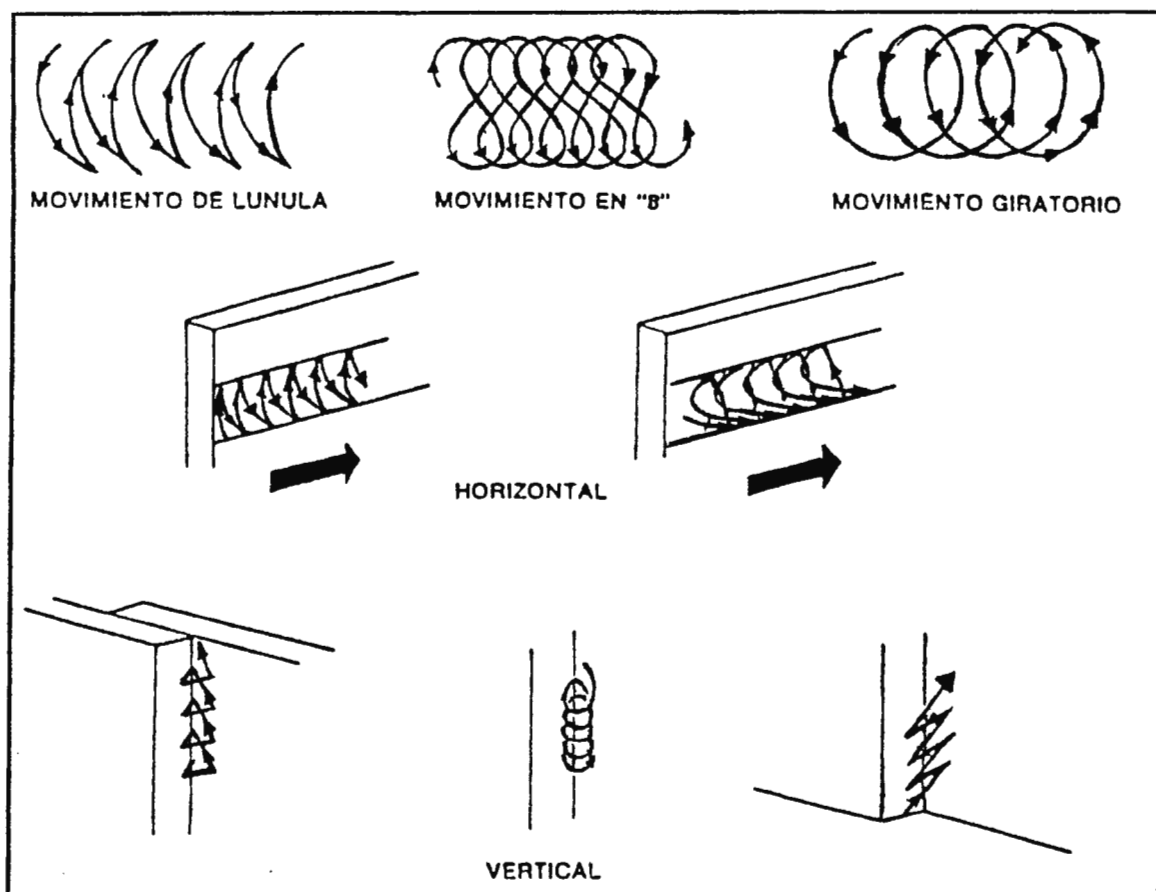
- 1.- Recuerde las normas de seguridad aprendidas: careta, guantes, delantal de cuero.
- 2.- Realice conexiones del equipo.
- 3.- Seleccione amperaje (120-140 amperios)
- 4.- Coloque en el banco las piezas de trabajo.
- 5.- Puntee las platinas para formar una junta en "T".
- 6.- Realice los cordones como se muestra en la figura, recuerde siempre limpiar la escoria de los cordones.
- 7.- Realice el cordón sobre los tres anteriores de cualquiera de las tres formas indicadas para aumentar la anchura del cordón.
- 8.- Revise la soldadura, líbrela de toda escoria y discuta con el instructor.



- A. El primer paso o paso de fondo en una junta de tope.
- B. El segundo paso.
- C. El tercer paso.
- D. La soldadura terminada.

- E y F. Una junta de tope donde el primer paso está soldado desde el lado de penetración de la junta.
- G. Una junta a solapa, soldada en tres pasos.
- H. Una unión-T, soldada en tres pasos.

Juntas soldadas por Arco las cuales fueron soldadas en pasos Múltiples.



Patrones de tejido para soldadura por arco (Para aumentar anchura y volumen del depósito de soldadura)

### CUESTIONARIO

1. ¿ Cómo se determina la medida de un electrodo ?
2. Describa un método para encontrar el amperaje para cierta medida de electrodo.
3. Enumere dos ventajas de la adición de polvo de hierro a un electrodo.
4. ¿ Porqué se pueden usar los electrodos de hierro en polvo con mayor amperaje.
5. ¿Cuál es el propósito principal del núcleo de alambre ?
6. ¿ Qué se entiende por gas inerte ?
7. ¿Cuál es el propósito del recubrimiento ? Enumere 4 funciones.
8. ¿ Cuáles son los métodos usados para identificar electrodos ?
9. ¿ Cómo se determina el tamaño de un electrodo ?
10. Describa un método para encontrar el amperaje para cierta medida de electrodo.
11. ¿ Qué se entiende por arco protegido ?
12. ¿Cuál sería el amperaje aproximado para los siguientes electrodos usando el equivalente decimal ?

a) 3/16"      b) 5/32"      c) 1/16"

13. ¿ Qué características se pueden distinguir en una soldadura realizada con un electrodo E6013 ?

14. ¿ Cómo difiere la soldadura en cuanto al aspecto físico que presenta cuando es efectuada utilizando electrodos:

E6013

E6011 para C.A.

E6010 para C.D.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

CORTE POR ARCO ELECTRICO  
Y PROBLEMAS Y DEFECTOS COMUNES EN  
SOLDADURA AL ARCO

## I FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA LABORATORIO Nº 7

### OBJETIVOS:

- Conocer un método para poder realizar un corte por arco eléctrico.
- Saber realizar un corte en diferentes tipos de materiales.
- Conocer la perforación por arco eléctrico.
- Identificar en forma visual los defectos de soldadura
- Tomar en cuenta las recomendaciones proporcionadas para mejorar la técnica de soldadura empleada por el operario.
- Poder remediar dificultades cuando se está soldando, atendiendo los síntomas e identificando las causas del problema.
- Realizar soldaduras en metales no ferrosos como aluminio, bronce, hierro fundido.

### PRIMERA PARTE

#### 1. CORTE POR ARCO METALICO

Los electrodos revestidos de acero suave, tales como E6010 ó E6011, a veces son utilizados para cortar. Hay disponibles también electrodos especiales para cortar.

El diámetro del electrodo dependerá del grosor del metal por cortar y la capacidad en amperios de la máquina. Para la mayor parte de la cortadura en general, los electrodos con diámetro de 2.4 mm son satisfactorios para cortar metales con grosor hasta de 3.2 mm y electrodos de 4 mm para materiales con grosor excediendo a 6.4 mm. El cortar con arco es posible debido a la temperatura alta producida por el arco. El calor del arco varía de 3600 a 5540° C mientras que una temperatura de 1430°C derretirá el acero.

La limitación de la cortadura por arco es la de que ésta deja un borde muy aspero y escabroso. Sin embargo, es efectiva para cortar hierro fundido y aceros para fines de salvamento y en áreas difíciles de alcanzar.

La tabla 1 indica el ajuste aproximado de amperios para cortar.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

## AJUSTE SUGERIDO DE AMPERAJE PARA CORTAR POR ARCO

GROSOR DEL METAL mm	DIAMETRO DEL ELECTRODO	LIMITES DE AMPERAJE AMPERIOS.
3.2	2.4	75-100
3.2	3.2	125-140
6.4	4.0	140-150

En una operación de cortar, el metal está colocado en una posición plana y el corte comenzado en el borde interior de la plancha.

Cuando el diámetro del electrodo sea más grande que el grosor de la plancha que se corta, el electrodo simplemente es movido en un línea recta. Fig. 1

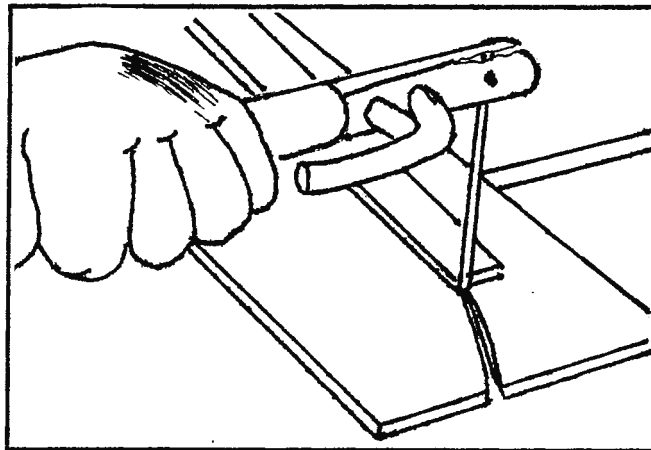


Fig. 1 Para cortar plancha delgada con arco metálico

Cuando el material por cortar sea más pesado que el electrodo, un movimiento de tejer es utilizado para efectuar el corte. El electrodo se mueve hacia arriba con un movimiento rápido y luego se empuja hacia abajo, como se ilustra en la figura 2. Plancha plana con grosor de más s de 3.2 mm muchas veces es más fácil de cortar si se coloca en una posición vertical. El corte se hace desde arriba hacia abajo, como se ilustra en la figura 3.

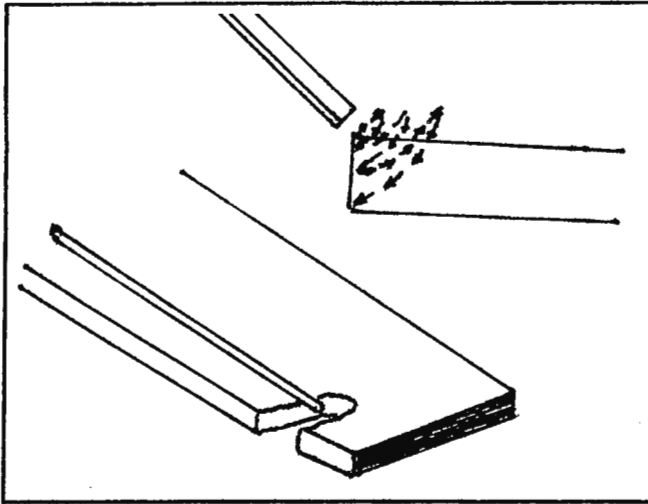


Fig. 2

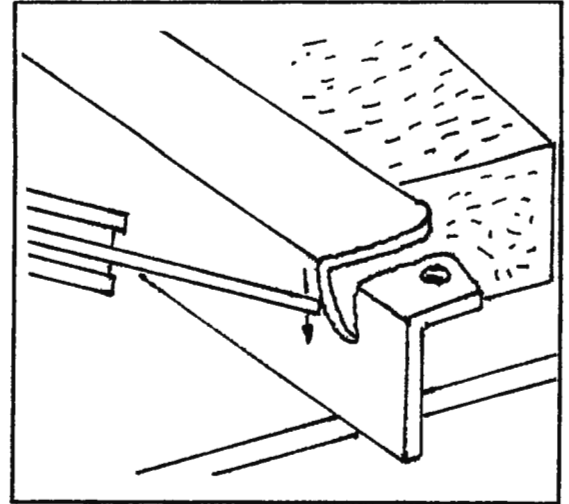


Fig. 3 Cortando por arco en plancha pesada, en posición vertical

### 1.1 PERFORACION POR ARCO METALICO

Se pueden perforar agujeros manteniendo el arco arriba del área hasta que la plancha comience a sudar. El arco entonces está bajado a la mezcla de metales fundidos y el electrodo se mueve con un movimiento circular Fig. 4

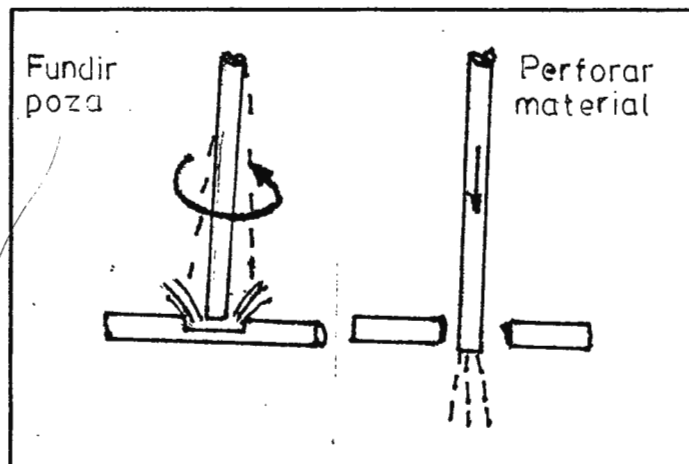


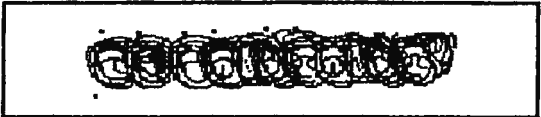

Fig. 4 Perforación por arco

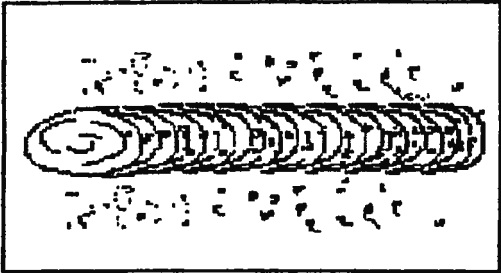
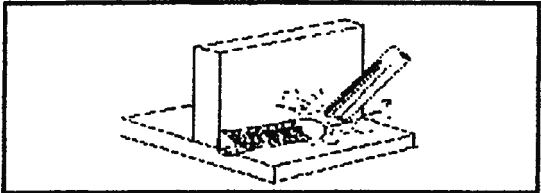
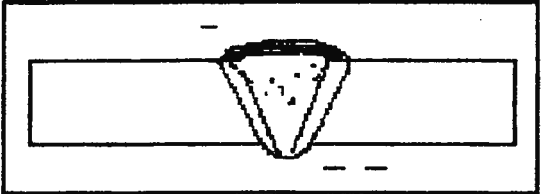
La perforación de agujeros en metales mayores que 6.4 mm puede hacerse mejor con plancha en una posición vertical. Esto permite que el metal se derrame del agujero.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

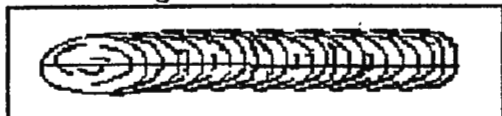
Se presenta a continuación una lista de los defectos mas frecuentes en la soldadura eléctrica seguidas de las causas que pueden producir:

TABLA II

DEFECTO	CAUSAS Y SOLUCIONES
<p data-bbox="125 617 325 646"><b>Mal aspecto</b></p> 	<p data-bbox="749 617 1056 646"><b>Causas probables:</b></p> <ol data-bbox="749 651 1256 808" style="list-style-type: none"><li>1. Conexiones defectuosas.</li><li>2. Recalentamiento.</li><li>3. Electrodo inadecuado.</li><li>4. Longitud de arco y amperaje inadecuado.</li></ol> <p data-bbox="749 814 1042 844"><b>Recomendaciones:</b></p> <ol data-bbox="749 848 1328 1102" style="list-style-type: none"><li>1. Usara la longitud de arco, el ángulo (posición) del electrodo y la velocidad de avance adecuados.</li><li>2. Evitar el recalentamiento.</li><li>3. Usar un vaivén uniforme.</li><li>4. Evitar usar corriente demasiado elevada.</li></ol>
<p data-bbox="125 1129 478 1159"><b>Penetración excesiva</b></p> 	<p data-bbox="749 1129 1056 1159"><b>Causas probables:</b></p> <ol data-bbox="749 1163 1185 1249" style="list-style-type: none"><li>1. Corriente muy elevada.</li><li>2. Posición inadecuada del electrodo.</li></ol> <p data-bbox="749 1255 1028 1285"><b>Recomendaciones</b></p> <ol data-bbox="749 1289 1320 1449" style="list-style-type: none"><li>1. Disminuir la intensidad de la corriente.</li><li>2. Mantener el electrodo a un ángulo que facilite el llenado de bisel.</li></ol>

<p><b>Salpicadura excesiva</b></p> 	<p><b>Causas probables</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corriente muy elevada</li> <li>2. Arco muy largo.</li> <li>3. Sopro magnético excesivo.</li> </ol> <p><b>Recomendaciones</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminuir la intensidad de la corriente.</li> <li>2. Acortar el arco.</li> <li>3. Ver lo indicado para "Arco desviado o soplado".</li> </ol>
<p><b>Arco Desviado</b></p> 	<p><b>Causas Probables</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El campo magnético formado por la C.C, que produce las desviación del arco (sopro magnético)</li> </ol> <p><b>Recomendaciones</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usar C.A.</li> <li>2. Contrarrestar la desviación del arco con la posición del electrodo, manteniéndolo a un ángulo apropiado.</li> <li>3. Cambiar de lugar la grapa de tierra.</li> <li>4. Usar un banco de trabajo no magnético.</li> <li>5. Usar barras de bronce o cobre para separar la pieza del banco.</li> </ol>
<p><b>Soldadura Porosa</b></p> 	<p><b>Causas Probables</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arco corto.</li> <li>2. Corriente inadecuada</li> <li>3. Electrodo defectuoso</li> </ol> <p><b>Recomendaciones</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Averiguar si hay impurezas en el metal base</li> <li>2. Usar corriente adecuada</li> <li>3. Utilizar en vaivén para evitar sopladuras.</li> <li>4. Usar un electrodo adecuado para el trabajo</li> <li>5. Mantener el arco más largo</li> <li>6. Usar electrodos de bajo contenido de Hidrógeno.</li> </ol>

**Soldadura Agrietada**



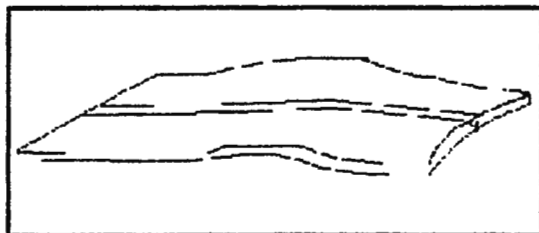
**Causas Probables**

1. Electrodo inadecuado
2. Falta de relación entre el tamaño de la soldadura y las piezas que se unen.
3. Soldaduras defectuosas
4. Mala preparación de la pieza
5. Unión muy rígida.

**Recomendaciones**

1. Eliminar la rigidez de la unión con un buen proyecto
2. Precalentar las piezas
3. Evitar las soldaduras con primeras pasadas
4. Soldar desde el centro hacia los extremos o bordes
5. Seleccionar un electrodo adecuado
6. Adaptar el tamaño de la soldadura al de las piezas
7. Dejar en las uniones una separación adecuada y uniforme.

**Combadura**

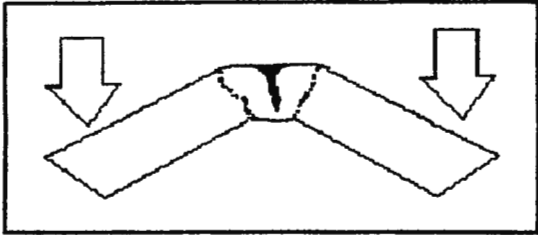
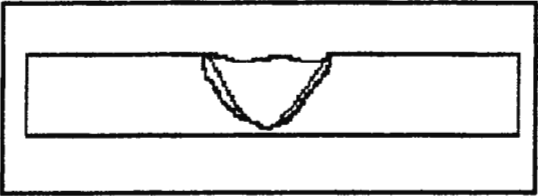
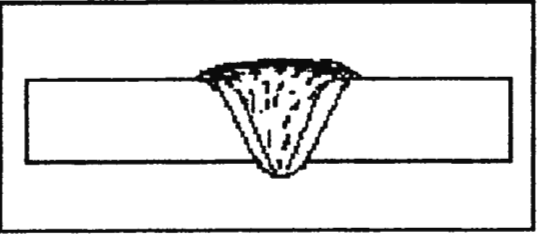


**Causas probables**

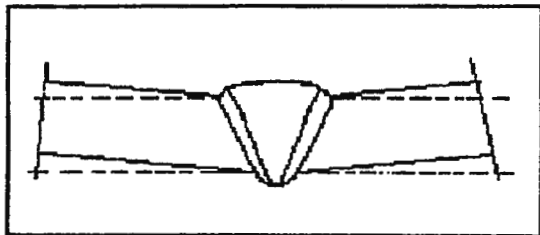
1. Diseño inadecuado
2. Contracción del metal de aporte
3. Sujeción defectuosa de las piezas
4. Preparación deficiente.
5. Recalentamiento en la unión

**Recomendaciones**

1. Corregir el diseño
2. Martillas (con martillo de peña) los bordes de la unión antes de soldar.
3. Aumentar la velocidad de trabajo (avance)
4. Evitar la separación excesiva entre piezas.
5. Fijar las piezas adecuadamente
6. Usar un respaldo enfriador
7. Adoptar una secuencia de trabajo
8. Usar electrodos de alta velocidad y moderada penetración

<p><b>Soldadura Quebradiza</b></p> 	<p><b>Causas probables</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electrodo inadecuado</li> <li>2. Tratamiento térmico deficiente</li> <li>3. Soldadura endurecida al aire</li> <li>4. Enfriamiento brusco</li> </ol> <p><b>Recomendaciones</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usar un electrodo con bajo contenido de hidrógeno</li> <li>2. Calentar antes o después de soldar en ambos casos.</li> <li>3. Procurar poca penetración dirigiendo el arco hacia el cráter.</li> <li>4. Asegurar un enfriamiento lento</li> </ol>
<p><b>Penetración incompleta</b></p> 	<p><b>Causas Probables</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Velocidad excesiva</li> <li>2. Electrodo de <math>\phi</math> excesivo</li> <li>3. Corriente muy baja</li> <li>4. Preparación deficiente</li> <li>5. Electrodo de <math>\phi</math> pequeño</li> </ol> <p><b>Recomendaciones</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usar la corriente adecuada. Soldar con lentitud necesaria para lograr buena penetración de raíz.</li> <li>2. Velocidad adecuada</li> <li>3. Calcular correctamente la penetración del electrodo</li> <li>4. Elegir un electrodo de acuerdo con el tamaño del bisel.</li> <li>5. Dejar suficiente separación en el fondo del bisel.</li> </ol>
<p><b>Fusión deficiente</b></p> 	<p><b>Causas probables</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Velocidad inadecuada</li> <li>2. Corriente mal graduada</li> <li>3. Preparación deficiente</li> <li>4. Tamaño del electrodo inadecuado</li> </ol> <p><b>Recomendaciones</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adaptar el <math>\phi</math> del electrodo al ancho del bisel.</li> <li>2. La oscilación debe ser lo suficientemente amplia como para fundir los costados de la unión.</li> <li>3. Graduar la corriente para lograr aporte y penetración adecuados.</li> <li>4. Detenerse levemente en los bordes, para lograr una buena fusión.</li> </ol>

**Distorsión (deformación)**



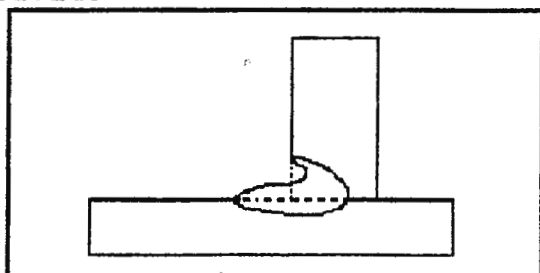
**Causas probables**

1. Calentamiento desigual o irregular
2. Orden (secuencia) inadecuado de operación
3. Contracción del metal de aporte

**Recomendaciones**

1. Puntear la unión o sujetar las piezas con prensas
2. Conformar las piezas antes de soldarlas
3. Eliminar las tensiones resultantes de la laminación o conformación antes de soldar.
4. Distribuir la soldadura para que el calentamiento sea uniforme.
5. Inspeccionar la estructura y disponer una secuencia (orden) lógica de trabajo.

**Socavado**



**Causas probables**

1. Manejo defectuoso del electrodo.
2. Selección inadecuada del tipo de electrodo
3. Corriente muy elevada.

**Recomendaciones**

1. Usar vaivén uniforme en las soldaduras de tope.
2. Usar electrodo adecuado
3. Evitar un vaivén exagerado
4. Usar corriente moderada y soldar lentamente
5. Sostener el electrodo a una distancia prudente del plano vertical al soldar filetes horizontales.

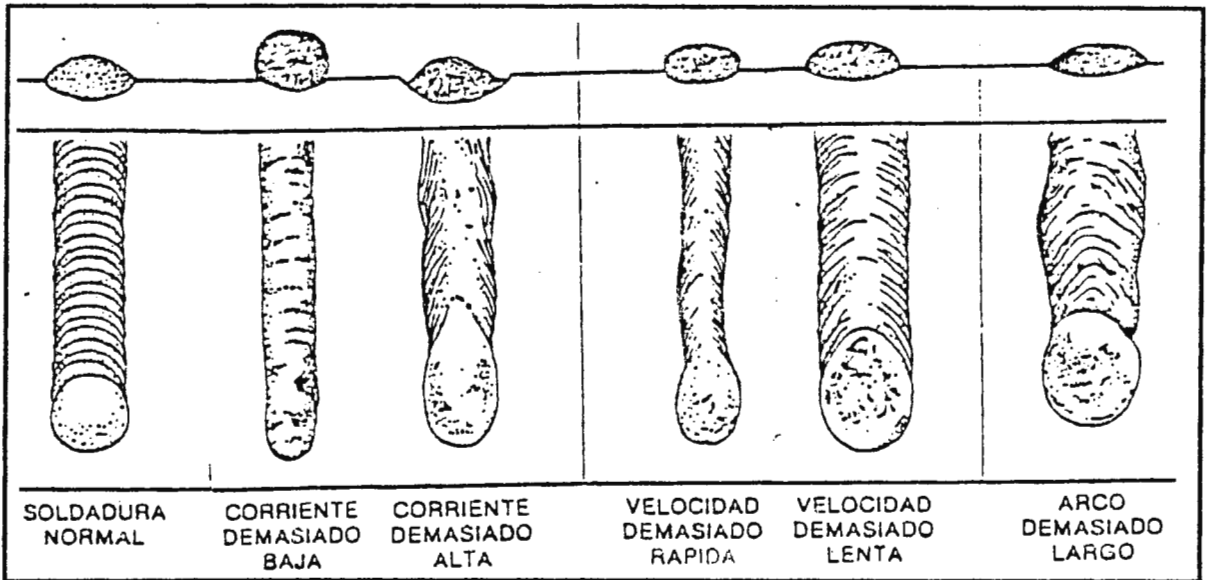
**TABLAIII Dificultades en la soldadura por arco**

Síntomas	Causas	Remedios
1. Arco inestable, se mueve, el arco se apaga. Salpicadura distribuida por el trabajo.	1. Arco demasiado largo	1. Acorte el arco para penetración correcta.
2. La soldadura no penetra. El arco se apaga con frecuencia.	2. Insuficiente corriente para el tamaño del electrodo	2. Aumentar corriente. Use electrodo más pequeño.
3. Sonido fuerte de disparo del arco. El fundente se derrite demasiado rápido. Cordón ancho y delgado. Salpicadura en gotas grandes	3. Demasiada corriente para tamaño del electrodo. También podría haber humedad en revestimiento del electrodo.	3. Reducir corriente. Use electrodo más grande.
4. La soldadura se queda en bolas. Soldadura pobre.	4. Electrodo incorrecto para el trabajo.	4. Use el electrodo correcto para el material a soldar.
5. Es difícil establecer el arco. Penetración, dando una soldadura inadecuada.	5. Polaridad incorrecta en portaelectrodo. Metal no limpiado. Corriente insuficiente.	5. Cambie polaridad o use corriente C.A. en vez de C.D. O, aumente la corriente.
6. Soldadura débil. Es difícil hacer el arco. El arco se rompe mucho.	6. El metal para soldar no está limpio	6. Limpie el metal por soldar. Quite toda escoria de soldadura previa.
7. Arco intermitente. Puede que cause arcos en grapa para puesta a tierra	7. Puesta a tierra inadecuada	7. Corrija la puesta a tierra. Mueva el electrodo más lentamente.

## SOLDADURAS BUENAS Y MALAS

Esto dependerá de la pericia del trabajador en:

- Ajustar la corriente adecuada
- La velocidad a soldar
- Mantener el arco adecuado.



## SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER : CORTADURA POR ARCO METALICO

**MATERIAL** : Platina de acero suave 4 x 12 x 1/4, ángulo de cualquier medida, electrodos E6010 ó E6011 metálicos o de carbón.

**OBJETIVO** : Cortar con electrodos material delgado y abrir agujeros en platinas de acero suave .

**PROCEDIMIENTO** :

- 1.- Revise prácticas de seguridad.

- 2.- Prepare el material a cortar ( puede ser material utilizado en prácticas anteriores ).
- 3.- Realice conexión a tierra, seleccione el amperaje de acuerdo al espesor del material y del electrodo a utilizar. Tabla 1
- 4.- Inicie perforando el material y luego corte como en las figuras 1, 2, 3 de acuerdo al espesor del material.
- 5.- Desconecte el equipo, revise corte y discuta con el instructor acerca del procedimiento utilizado y si existen ventajas o desventajas con otros procedimientos.

TERCERA PARTE

CUESTIONARIO.

- 1.- ¿ Cómo se produce el corte por arco metálico ?
- 2.- ¿ A qué temperatura varía el calor del arco producido por el corte por arco eléctrico ?
- 3.- ¿ Cómo se realiza un corte cuando el material por cortar es más pesado que el electrodo ?
- 4.- ¿ Qué diferencia existe entre la realización del corte y la perforación ?
- 5.- ¿ Porqué se realiza primero la perforación en un material antes de realizar la operación del corte ?

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

SIMBOLOGIA UTILIZADA  
EN SOLDADURA

## I FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA LABORATORIO Nº 8

### OBJETIVOS:

- Conocer la simbología utilizada en soldadura por arco eléctrico.
- Saber interpretar los diferentes símbolos de soldadura.
- Conocer las partes de símbolo de soldadura.

### PRIMERA PARTE

#### 1.- SIMBOLOS DE SOLDADURA

Los símbolos de soldadura se usan en la industria para representar detalles de diseño que ocuparían demasiado espacio si se escribieran completos.

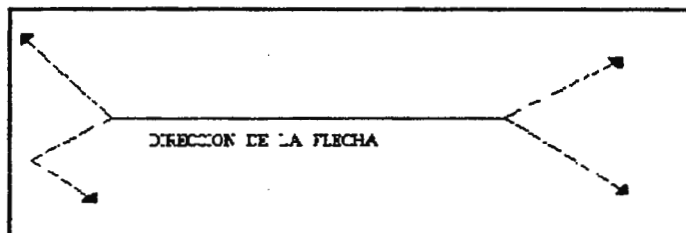
#### 1.2.- PARTES DEL SIMBOLO DE SOLDADURA

1.2.1 La línea de referencia será siempre la misma en todos los símbolos. Sin embargo, si el símbolo de soldar, está abajo de la línea de referencia, la soldadura debe hacerse del mismo lado de la unión en que está la flecha. Si el símbolo de soldar está sobre la línea de referencia, la soldadura se va a realizar del otro lado de la unión, opuesto al lado en que está la flecha

---

Línea de referencia

1.2.2 La flecha puede apuntar en diferente direcciones y en algunas ocasiones puede ser quebrada.



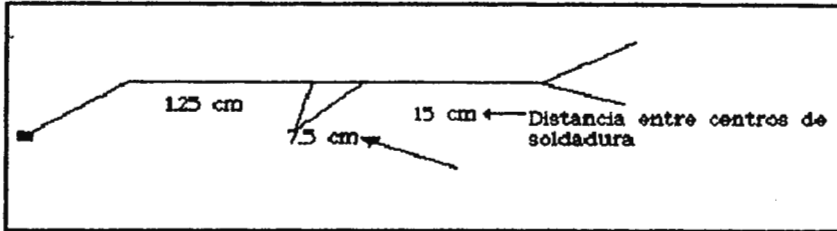
---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

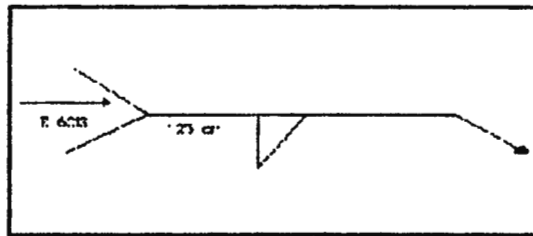
1.2.3 Hay muchos símbolos de soldar, correspondiendo a cada uno a una soldadura en particular.

1.2.4 Se agregan las dimensiones adicionales a la derecha del símbolo, si la unión se va a puntear como el caso de la soldadura de filete.

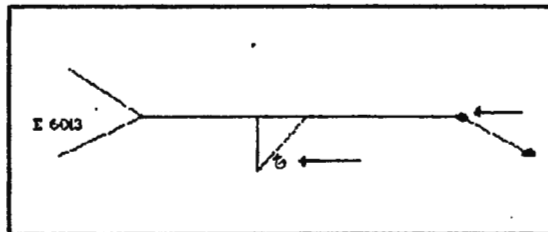


1.2.5 La cola puede que no contenga información y en ocasiones puede omitirse.

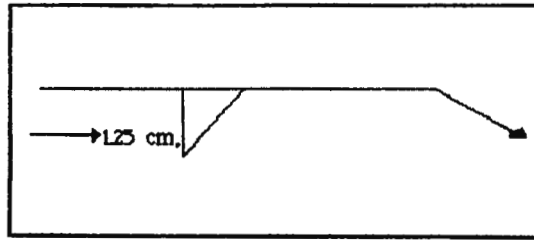
1.2.6 Hay una variedad de símbolos complementarios con significado cada uno diferente.



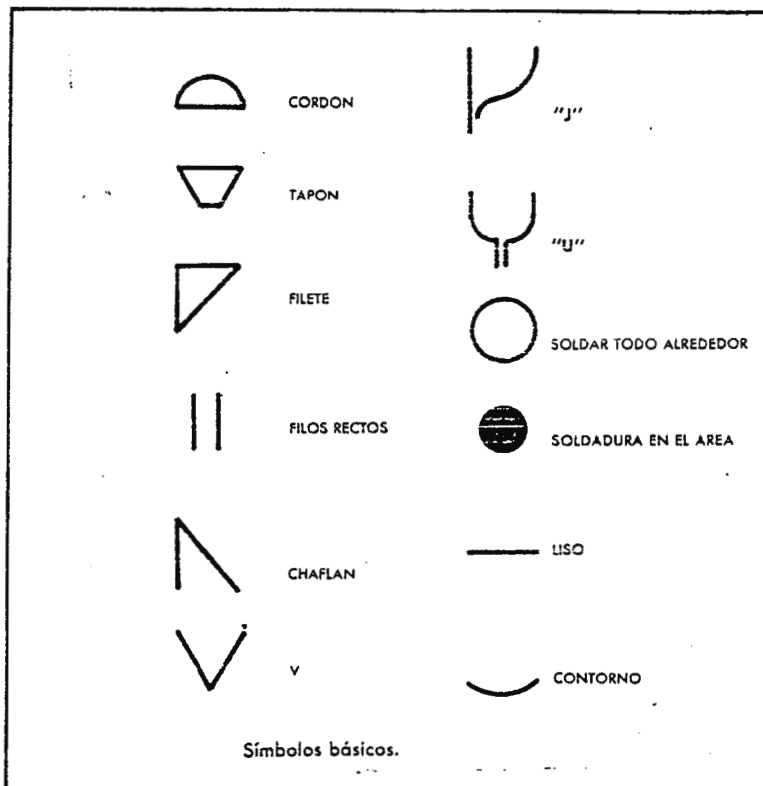
La cola lleva detalles de información o instrucciones especiales.



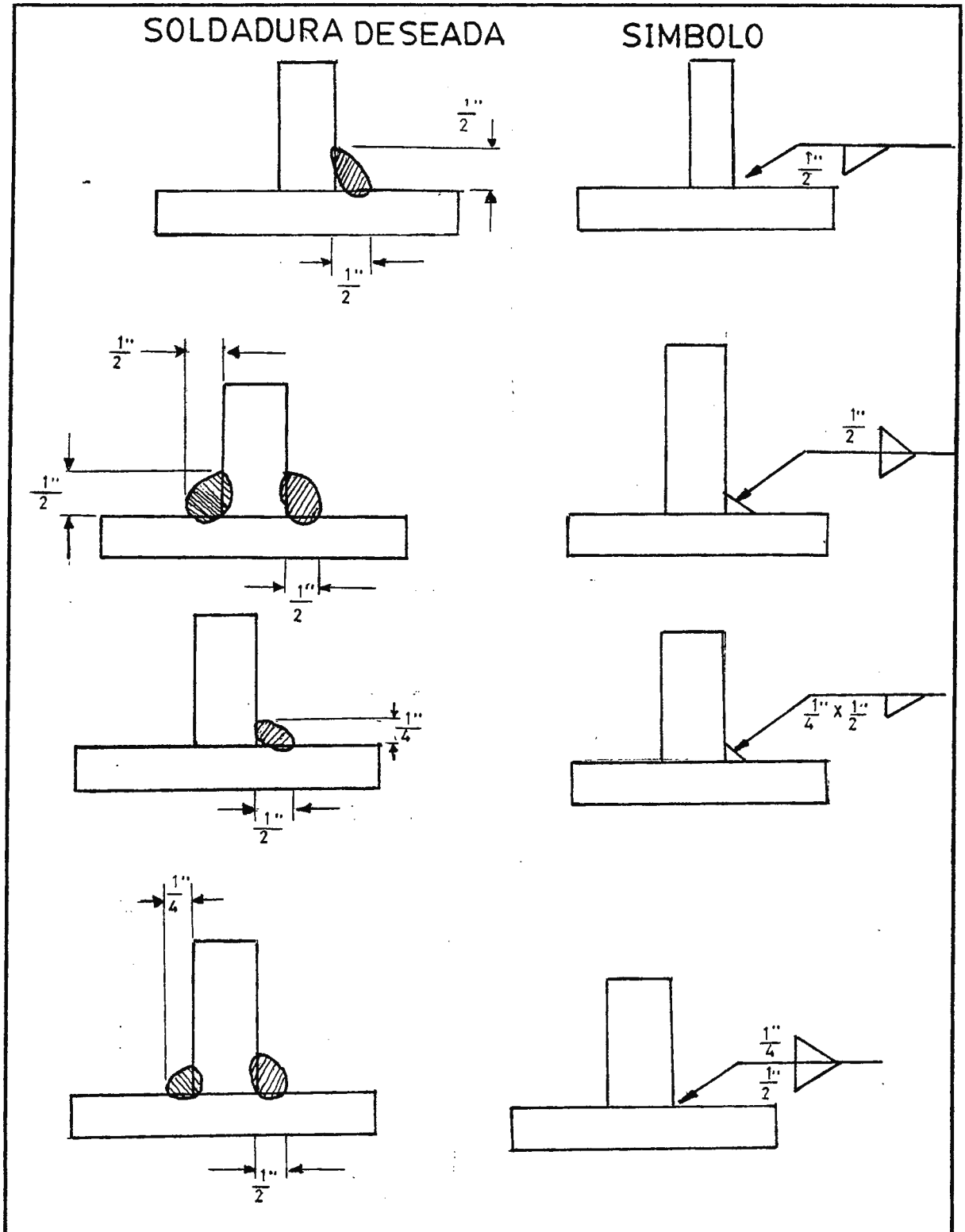
Los símbolos suplementarios llevan a dar la información extra necesaria para terminar el trabajo.



La dimensión de la soldadura en particular se ponen a la izquierda del símbolo de soldar.

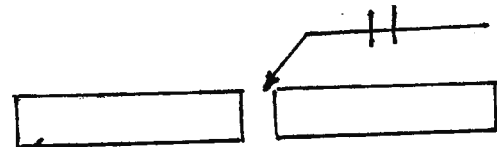
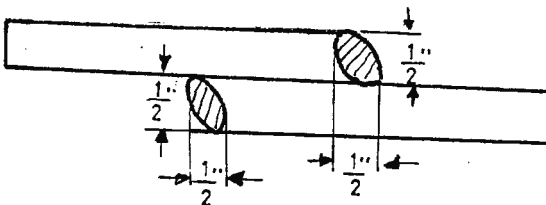
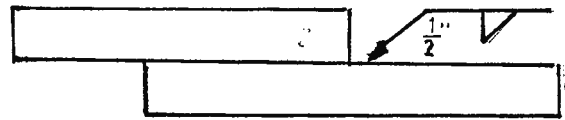
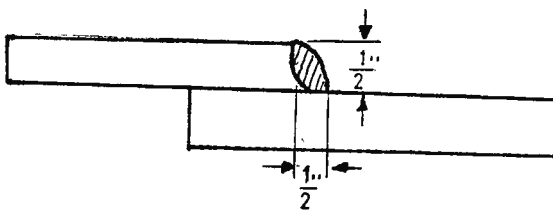
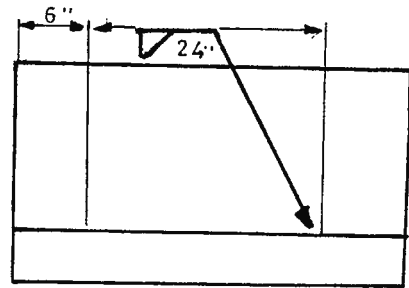
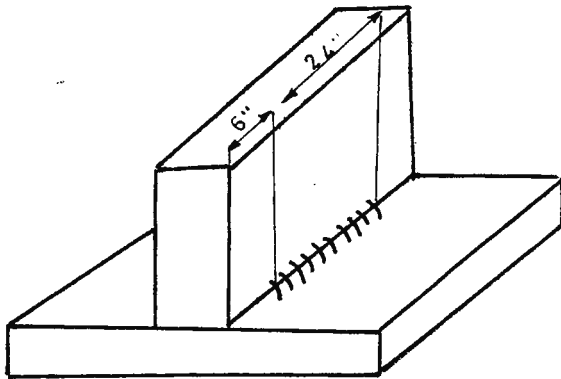


NOTA : Símbologia dada según norma A.W.S .



SOLDADURA DESEADA

SIMBOLO



# UNIVERSIDAD DON BOSCO

## SEGUNDA PARTE

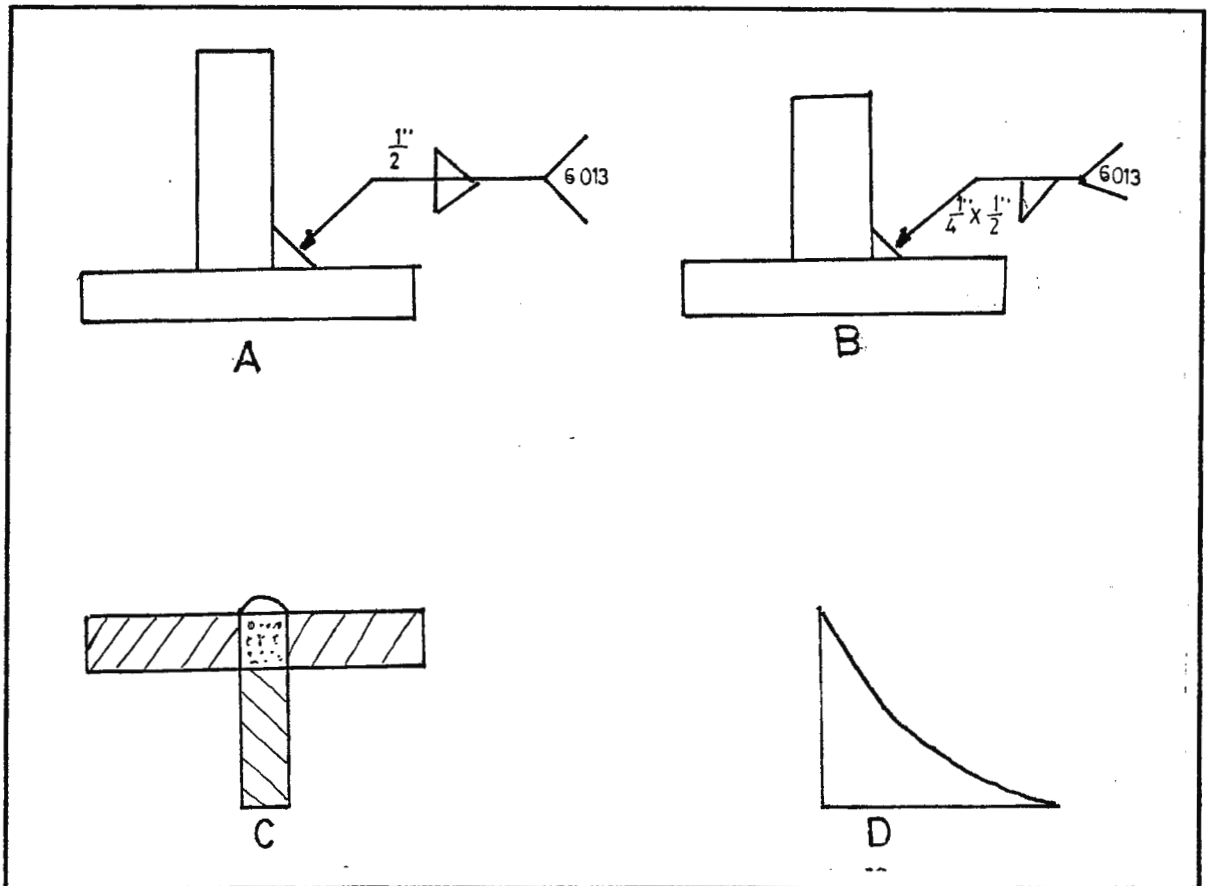
### PRACTICA DE TALLER : USO DE SIMBOLOGIA

MATERIAL : Platinas de acero suave 5 x 20 x 70 mm.

OBJETIVO : Utilizar y analizar la simbología de soldar.

PROCEDIMIENTO :

- 1.- Revise prácticas de seguridad
- 2.- Prepare material a soldar
- 3.- Realice conexión a tierra, seleccione amperaje de acuerdo al electrodo a utilizar.
- 4.- Interprete la simbología de las figuras A, B, C y D. Realice la soldadura.
- 5.- Desconecte el equipo.



**TERCERA PARTE**

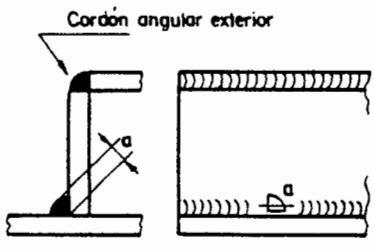
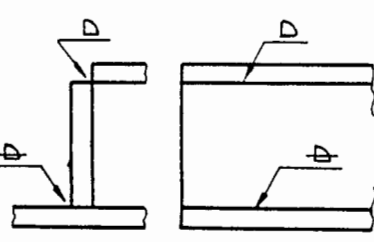
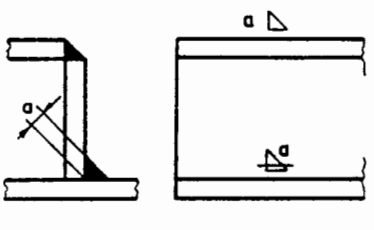
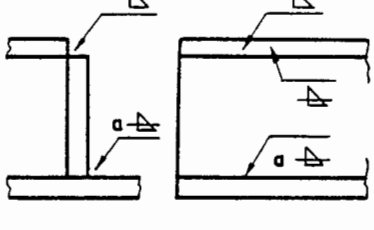
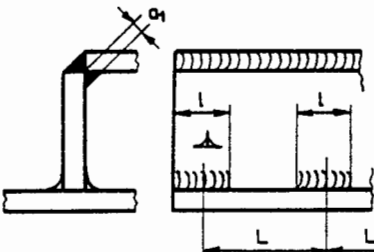
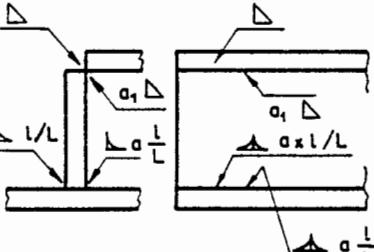
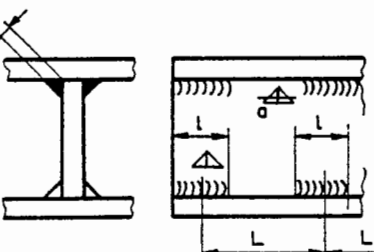
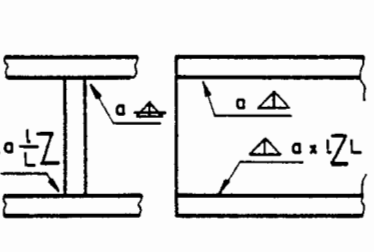
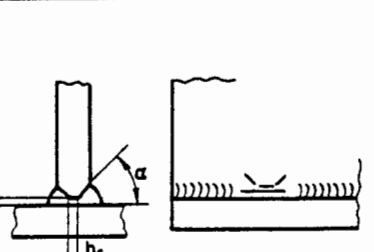
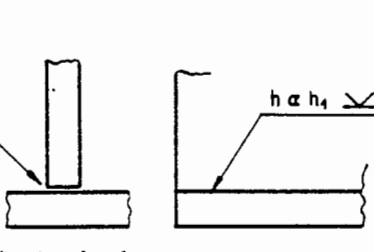
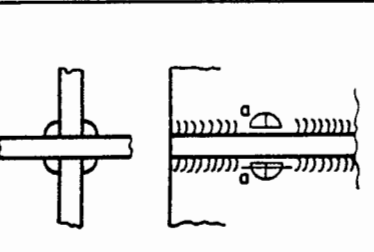
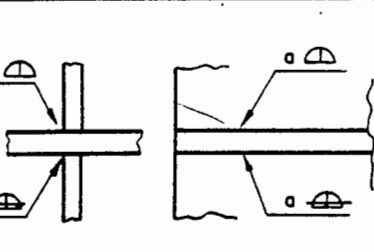
**CUESTIONARIO**

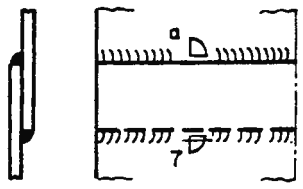
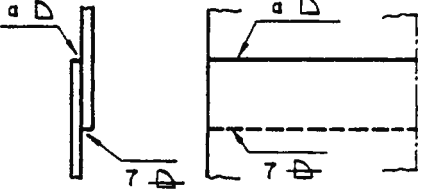
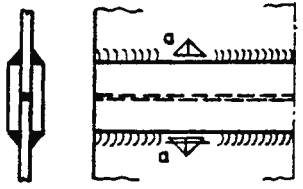
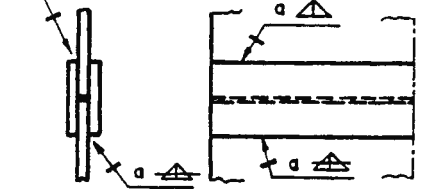
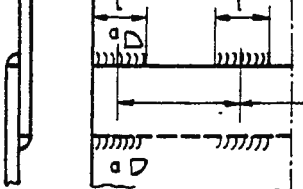
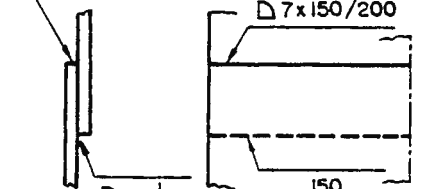
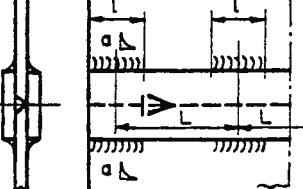
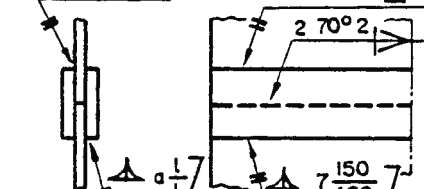
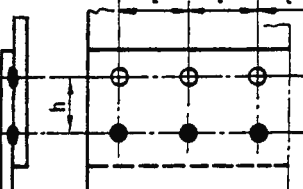
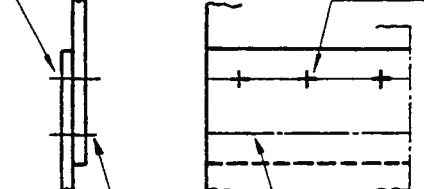
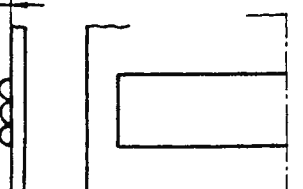
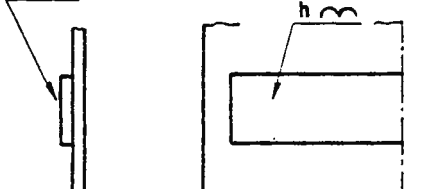
- 3.1 ¿Cuál es la diferencia entre un símbolo de soldar y un símbolo de soldadura ?
- 3.2 ¿Cuál es el propósito de los símbolos de soldadura ?
- 3.3 ¿Cuál es el propósito de la línea de referencia ?
- 3.4 Si el símbolo de soldar está abajo de la línea de referencia ¿ En qué lado de la unión debe hacerse la soldadura ?
- 3.5 ¿ Dónde se ponen normalmente las dimensiones en el símbolo de soldadura ?
- 3.6 ¿ Qué indican las dimensiones si se ponen a la derecha del símbolo de la soldadura ?
- 3.7 ¿ Porqué se usan en la industria lo símbolos de soldadura ?

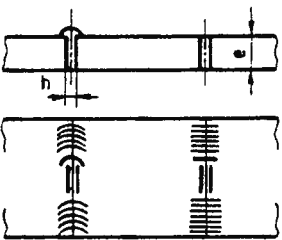


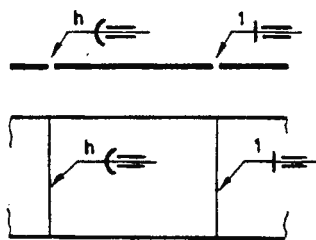
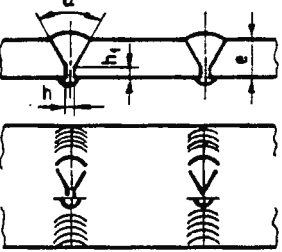


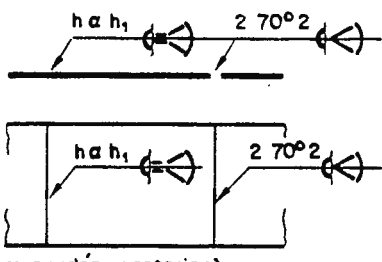
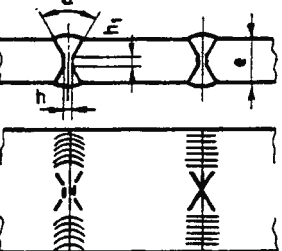


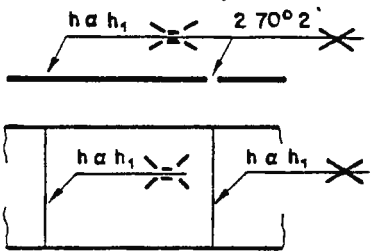
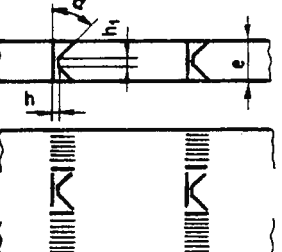


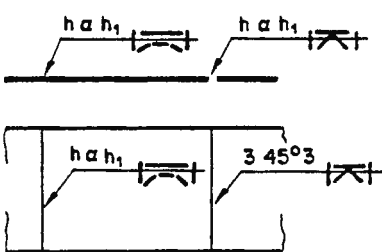
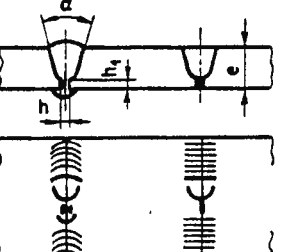


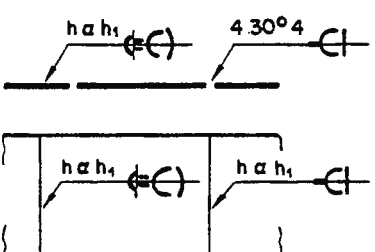
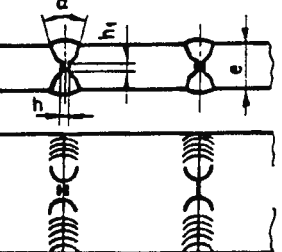


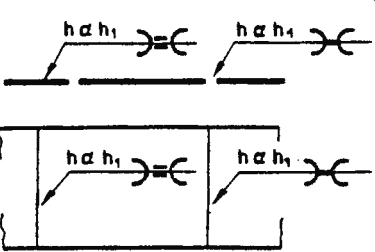
Símbolo gráfico

REPRESENTACIÓN NORMAL Y CONVENCIONAL DE LA SOLDADURA

TABLA

REPRESENTACION NORMAL	SIMBOLOS	REPRESENTACION CONVENCIONAL	APLICACIONES
<p>Cordón angular exterior</p> 	<p><math>a \nabla</math> (según norma)</p> <p><math>a \nabla</math> (Admitido)</p>		<p>Uniones mediante cordón angular, exterior e interior, ambos continuos reforzados y visibles.</p>
	<p><math>a \nabla</math> (s/n.)</p> <p><math>a \nabla</math> (Admitido)</p>		<p>Uniones mediante cordón angular, exterior e interior, ambos continuos y planos, pero no visibles.</p>
	<p><math>a \nabla \text{---} \nabla</math> (s/n.)</p> <p><math>a \nabla \text{---} \nabla</math> (Admitido)</p>		<p>Uniones mediante cordón angular exterior e interior (de canto) lisos y cordones angulares dobles discontinuos.</p>
	<p><math>a \nabla \text{---} \nabla</math> (s/n.)</p> <p><math>a \nabla \text{---} \nabla</math> (Admitido)</p> <p><math>a \nabla \text{---} \nabla</math> (s/n.)</p> <p><math>a \nabla \text{---} \nabla</math> (Admitido)</p>		<p>Uniones mediante cordones angulares dobles continuos y cordones angulares discontinuos y alternos.</p>
	<p><math>\nabla \text{---} \nabla</math> (s/n.)</p> <p><math>\nabla \text{---} \nabla</math> (Admitido)</p>		<p>Unión angular mediante doble chaflán; cordones continuos.</p>
	<p><math>a \nabla</math> (s/n.)</p> <p><math>a \nabla</math> (Admitido)</p>		<p>Unión angular en cruz, con cordones iguales y continuos.</p>

REPRESENTACION NORMAL	SIMBOLOS	REPRESENTACION CONVENCIONAL	APLICACIONES
	$a \nabla$ (según norma)  $a \nabla$ (Admitido)		Enlace solapado simple, con cordones continuos reforzados.
	$a \nabla$ (s/n.)  $a \nabla$ (Admitido)		Enlace solapado compuesto (cubrejunta), con cordones continuos lisos.
	$D axl/L$ (s/n.)  $D a \frac{L}{L}$ (Admitido)		Enlace solapado simple, con cordones discontinuos reforzados.
	$axl \nabla L$ (s/n.)  $a \frac{L}{L} \nabla$ (Admitido)		Enlace solapado compuesto (cubrejunta), con cordones discontinuos aligerados e intercalados; lleva junta interior plana en V.
	$d \circ l/h$ (s/n.)  $d \bullet nxl/h$ (Admitido)		Enlace solapado simple, con cordón de n puntos, en dos hileras.
	$h \nabla$ (s/n.)		Recargue de gran superficie mediante cordones de soldadura.

REPRESENTACION NORMAL	SIMBOLOS	REPRESENTACION CONVENCIONAL	APLICACION Y VALORES
	<p>Reforzado</p>  <p>Piano</p> 		<p>Soldaduras sin chafión para espesores de la 4mm; no precisa preparación para el cordón.</p> <p><math>a = e</math></p>
 <p>(Soldadura reforzada)</p>	<p>s/norma</p>  <p>Admitido</p> 	 <p>y cordón posterior)</p>	<p>Soldaduras en V, para espesores de 5 a 30mm. <math>\alpha</math>, de 60° a 80° h y h<sub>1</sub>, de la 3 mm.</p> <p><math>a = e</math></p>
 <p>(Soldaduras normales)</p>	<p>s/norma</p>  <p>Admitido</p> 		<p>Soldaduras en X (doble V), para espesores de 15 a 40 mm. <math>\alpha = 60^\circ</math> a <math>80^\circ</math> h y h<sub>1</sub>, de la 3 mm.</p> <p><math>a = e</math></p>
 <p>(Soldaduras planas)</p>	<p>s/norma</p>  <p>Admitido</p> 		<p>Soldaduras en K, para espesores de 25 a 50mm. <math>\alpha</math>, de 30° a 50° h y h<sub>1</sub>, de la 3 mm.</p> <p><math>a = e</math></p>
 <p>(Soldadura reforzada)</p>	<p>s/norma</p>  <p>Admitido</p> 	 <p>y plana)</p>	<p>Soldaduras en U, para espesores de 35 a 70mm. <math>\alpha</math>, de 30° a 50° h y h<sub>1</sub>, de la 4 mm.</p> <p><math>a = e</math></p>
 <p>(Soldaduras normales)</p>	<p>s/norma</p>  <p>Admitido</p> 		<p>Soldaduras en doble U, para espesores mayores de 50 mm. <math>\alpha</math>, de 30° a 50° h y h<sub>1</sub>, de la 4 mm.</p> <p><math>a = e</math></p>

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

NORMAS DE SEGURIDAD  
GASES Y EQUIPO PARA  
SOLDADURA OXIACETILENICA

## PROCESOS DE SOLDADURA I

### LABORATORIO Nº 1

#### OBJETIVOS:

- Conocer los distintos gases utilizados en la soldadura oxiacetilénica.
- Conocer los métodos de obtención de oxígeno y acetileno.
- Conocer el equipo a utilizar para la soldadura oxiacetilénica.
- Tener en cuenta las normas de seguridad que deben tener tanto con los gases y el equipo a utilizar para soldar.

#### PRIMERA PARTE

#### 1.0 LA LLAMA DE OXI-ACETILENO

Esta llama es indispensable en la industria moderna. Se usan dos gases, Oxígeno y Acetileno, para formar la llama de oxiacetileno. La combustión del oxígeno con el acetileno, produce la llama con temperatura más alta producida por combinaciones gas oxígeno. La temperatura de la llama de oxi-acetileno es aproximadamente de 6000 °F (3300 °C). Esta temperatura funde a la mayoría de los metales usados en la industria actual y por esa razón es ampliamente usada en la industria de la soldadura.

TABLA I. TEMPERATURA DE LAS LLAMAS.

Oxi-acetileno	5612 °F - 6332 °F	(3100 °C - 3500 °C)
Aire-acetileno	4172 °F - 4532 °F	(2300 °C - 2500 °C)
Oxi-hidrógeno	4140 °F - 4320 °F	(2285 °C - 2382 °C)
Oxi-gas de carbón	3600 °F - 3960 °F	(1960 °C - 2155 °C)

#### 2.0 OXIGENO

El oxígeno se encuentra en la atmósfera. La atmósfera o aire, es la cubierta de gases que rodea la tierra. Los dos ingredientes principales

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

encontrados en el aire son oxígeno y nitrógeno. También hay pequeñas cantidades de otros gases, tales como helio, argón, neón y otros gases inertes. El oxígeno libre representa el 21% de la atmósfera terrestre.

El químico inglés Joseph Priestly, descubrió el oxígeno en 1774. Inicialmente lo obtuvo calentando óxido de mercurio. Sus experimentos fueron continuados por otros, hasta que en 1884 se inventó el proceso de aire líquido. Este método permitió al hombre obtener oxígeno del aire en grandes cantidades y a un costo razonable.

## 2.1 EL PROCESO DEL AIRE LIQUIDO.

Pueden obtenerse del aire los diferentes gases que lo componen, ya que es un simple mezcla. El aire se licua cuando se somete a grandes presiones y bajas temperaturas. Los gases que componen el aire también pueden ser licuados, cuando ya se han licuado se pueden separar los distintos gases usando diferentes temperaturas por un proceso llamado destilación. Se almacenan en estado líquido en tanques especiales o se evaporan (convierten en gas) y comprimen en cilindros.

El oxígeno en estado líquido es el propulsor de los cohetes y proyectiles con que el hombre inició la exploración espacial. El oxígeno comprimido en cilindros se usa en los hospitales, vuelos a gran altura y en las operaciones de soldadura y corte.

Otro método para obtener oxígeno es el proceso electrolítico. En este proceso se separan el oxígeno y el hidrógeno del agua por medio de una corriente eléctrica. Sin embargo es muy costoso y sólo es costoso si se va a usar el hidrógeno. La mayor parte del oxígeno comercial se obtiene por el método de aire líquido.

El oxígeno puede obtenerse en tres estados diferentes: Gaseoso, líquido y sólido. En estado líquido o sólido, el oxígeno es de color azul pálido y es paramagnético (atraído por un imán). Se licua a 183 °C bajo cero y se solidifica a -218 °C. Sin embargo, es generalmente considerado sin color, sin olor, sin sabor e inofensivo.

**NORMA DE SEGURIDAD.** El oxígeno no debe usarse nunca para limpiar la ropa, ni debe ponerse en contacto con una herida abierta. La ropa saturada con oxígeno se vuelve altamente inflamable y si el oxígeno entra en la corriente sanguínea puede ser fatal.

Cuando el oxígeno se combina químicamente con otro elemento, a la reacción entre ellos se le llama oxidación. Si la oxidación es muy rápida, produce calor y luz, y se llama combustión. un clavo herrumbroso es un ejemplo de oxidación. Sin embargo, el calor que se produce al formarse el herrumbre escapa fácilmente, porque es un proceso muy lento. Por otro lado si un metal, especialmente si está caliente, se pone en contacto con aire u oxígeno puro, la rapidez de la oxidación es mayor. Esta es el principio que se aplica en el corte con oxi-acetileno.

El valor principal del oxígeno en la soldadura es que acelera grandemente la combustión aunque él mismo no arde. Cuando un fuego lento es expuesto al oxígeno puro se convierte en un fuego intenso.

1. Aspirado y compresión del aire atmosférico.
2. Eliminación del CO .
3. Secado .
4. Licuado del aire .
5. Oxígeno líquido.
6. Compresor de oxígeno.
7. Llenado de botellas a presión de 150 atmosféricas .

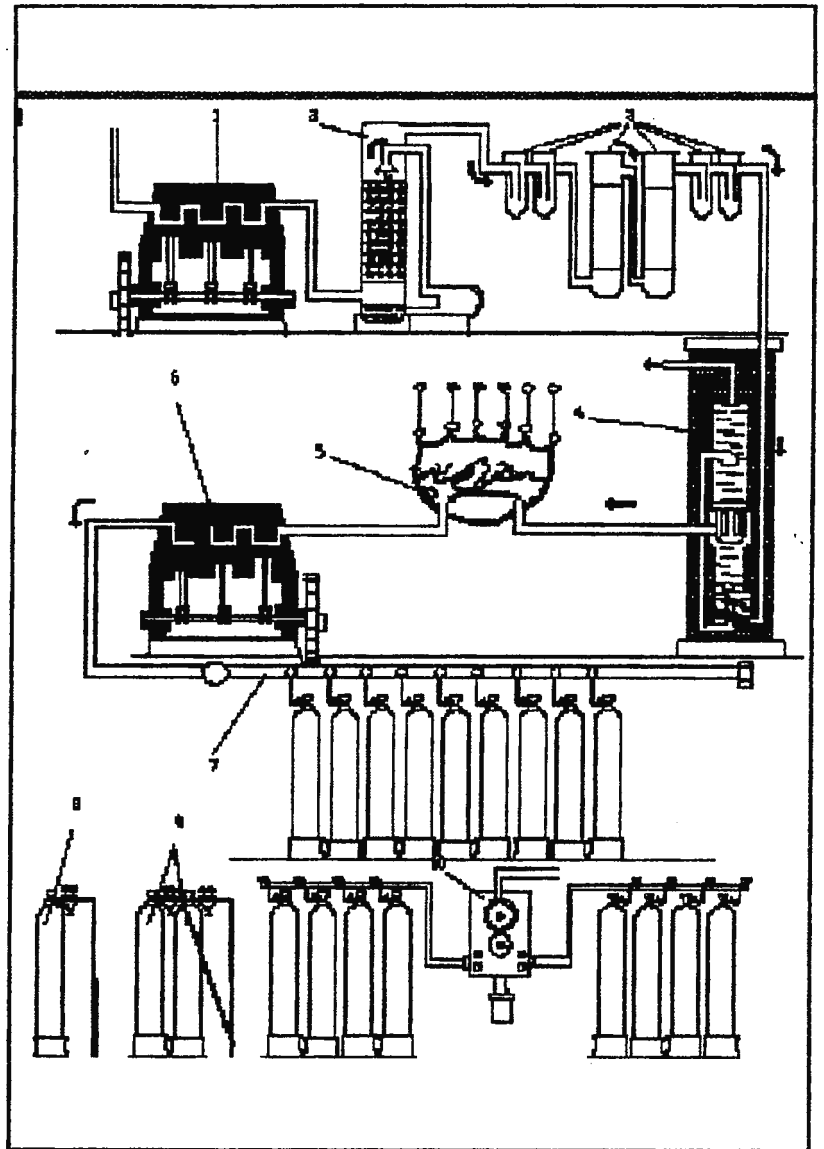


Fig. 1 Obtención de oxígeno

## 2.2 EL CILINDRO DE OXIGENO (Color Verde).

El oxígeno en forma gaseosa, generalmente se entrega al consumidor en cilindros de acero.

Las industrias grandes pueden necesitar cerro-tanques o inmensos cilindros con oxígeno líquido y convertirlo en gas, conforme lo van necesitando.

Los cilindros de acero para uso normal se fabrican en varios tamaños, y el gas que contienen se comprime a 2200psi (libras por pulgada cuadrada) ó 154,5 Kg/cm<sup>2</sup>(Kilogramos por centimetro cuadrado) a 70 °F (21.6 °C) que es la temperatura ambiente normal.

Los cilindros son corazas huecas, contruidas especialmente para soportar las terribles presiones del gas que contrienen y además roscas derechas.

**NORMAS DE SEGURIDAD.** Debido a la alta presión que hay en un cilindro lleno, nunca se pare directamente frente a la descarga cuando este abriendo la válvula del cilindro.

## 2.2.1 LA VALVULA DEL CILINDRO DE OXIGENO

La figura 2 muestra una válvula típica de un cilindro de oxígeno. Esta válvula debe abrirse totalmente cuando el cilindro esté en uso para que permita el flujo sin restricciones y actúe como un sello y retén. Hay un dispositivo de seguridad que esta localizado en la válvula por el lado opuesto a la conexión del regulador o descarga del cilindro.

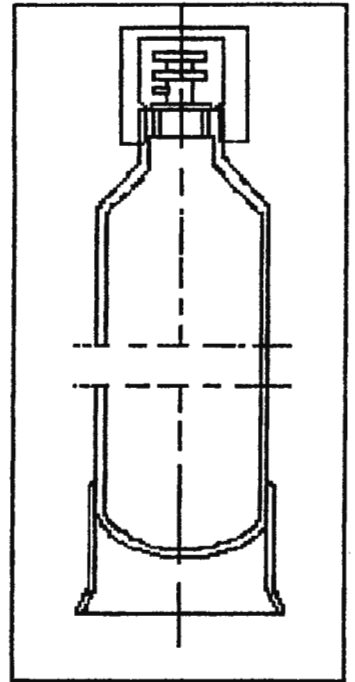


Fig. 2 Cilindro de Oxígeno

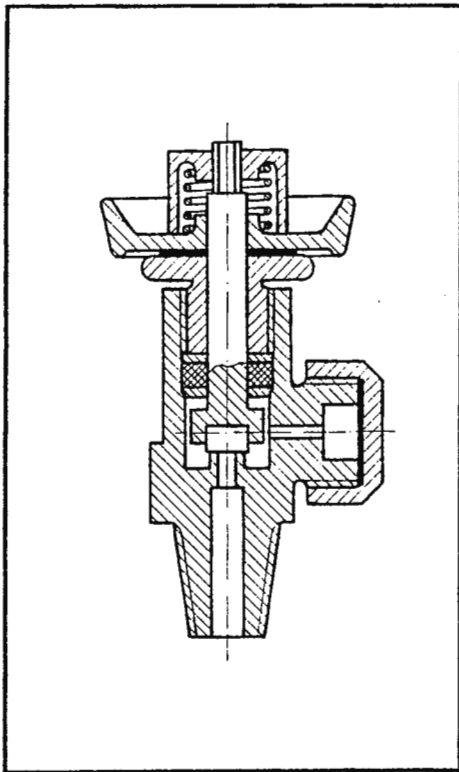


Fig. 3 Válvula del cilindro de Oxígeno

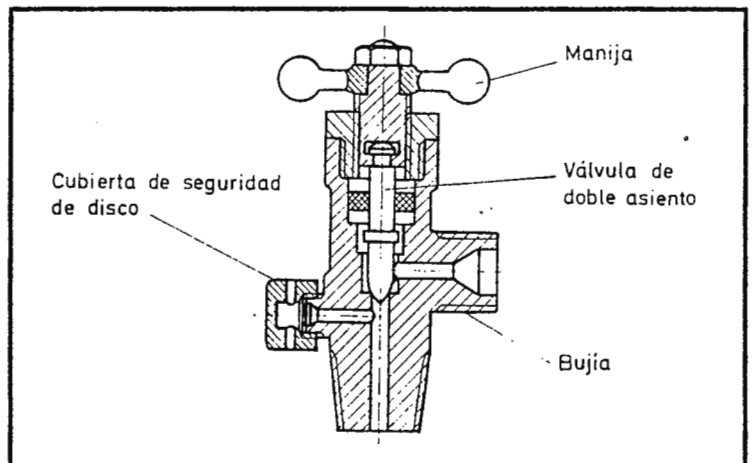


Fig. 4 Válvula del cilindro de oxígeno

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

El dispositivo de seguridad tiene forma de una tuerca hexagonal con pequeños agujeros. Detrás de esta tuerca hay un disco de un material especial que se revierte si la presión interior aumenta demasiado, permitiendo el gas escapar por los agujeros de la tuerca. Si un cilindro de oxígeno por accidente, es calentado, el gas interior se expande aumentando la presión que sufre el cilindro. Para evitar un accidente de este tipo, se debe insertar el dispositivo de seguridad.

**NORMAS DE SEGURIDAD.** Debe tenerse cuidado con los cilindros. No deben exponerse a calor extremado. No deben usarse como yunques, es decir, es decir no se debe martillar sobre ellos. No deben dejarse en posición vertical a menos que se aseguren a un objeto estacionario.

## 3.0 ACETILENO

El gas acetileno es la combinación química de dos elementos: Carbono e Hidrógeno. Edmund Davey descubrió en 1835 el acetileno, pero su método para fabricarlo era muy lento y costoso. En 1892 Thomas L. Willson, inventor canadiense experimentaba en su taller calentando piedra caliza y coque (carbón suave) en un horno eléctrico. Su experimento fue un fracaso, pero del desperdicio que tiraba en una pequeña barranca detrás de su taller se desprendía un gas. Este gas era acetileno. Accidentalmente había descubierto un método económico para fabricar acetileno.

## 3.1 PRODUCCION DE ACETILENO

Al calentar coque y piedra caliza en un horno eléctrico, estas se funden produciendo una nueva sustancia. Esta sustancia se llama carburo de calcio. Cuando el carburo de calcio se pone en contacto con agua, produce gas acetileno. Hay dos elementos para fabricar gas acetileno: agregar el carburo al agua, o agregar el agua al carburo.(fig. 5). Cualquiera de estos dos métodos produce lo que se llama acetileno generado. Después que el gas se genera, se seca, se purifica y se almacena en cilindros de acero. Así es llamado acetileno disuelto.

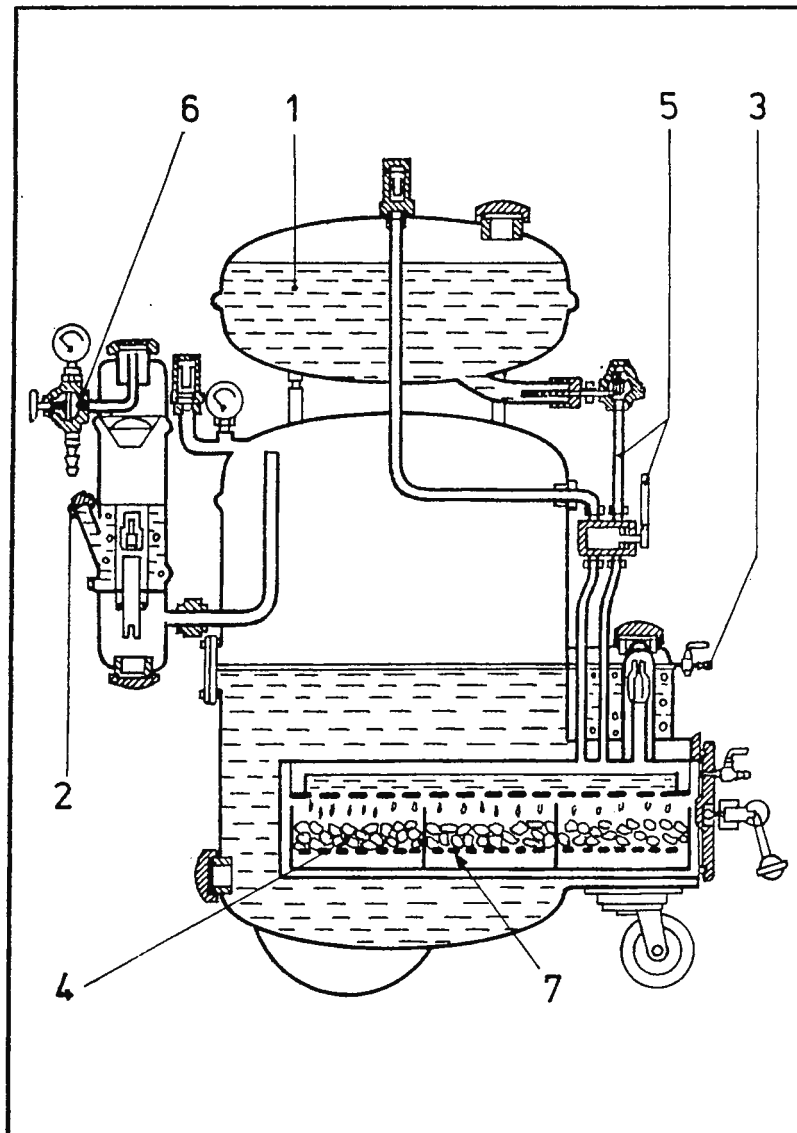


Fig. 5 Generación de Acetileno

### 3.2 CILINDRO DE ACETILENO (Color Rojo).

El cilindro de acetileno es generalmente mas corto y mas ancho que el de oxígeno (fig. 6 ). Se hace en varias secciones, mientras el de oxígeno es de una sola pieza. No es como el cilindro de oxígeno que es una coraza hueca. El de acetileno lleva además roscas izquierdas.

De acuerdo con la ley no debe usarse a mas de 15psi (gas acetileno) 1.06 kg/cm. Si esta presión se sobrepasa existe el riesgo de una explosión. El gas acetileno puede disolverse en un liquido. Para evitar el riesgo de explosión y permitir el almacenamiento de grandes cantidades, el cilindro de acetileno se llena con un mezcla de asbesto desmenuzado, cemento y carbón, o alguna

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

otra mezcla similar, en la forma de pasta. Las mitades del cilindro son soldadas y se hornea todo junto hasta secar la pasta de relleno.

Al secar la mezcla queda en forma de panal. Se presiona un liquido acetona dentro de los componentes de este panal. La acetona absorbe o disuelve el acetileno hasta veinticinco veces su propio volumen. El arrégllo de panal tiene la ventaja de se extienda cualquier descomposición que se inicie si se dirige a una llama accidentalmente hacia la superficie del cilindro.

**NORMAS DE SEGURIDAD.** Los cilindros que contienen acetona liquida deben conservarse siempre en posición vertical. Si se acuestan, la acetona fluirá y puede salir sobre el área que se suelda. Esto es perjudicial para la soldadura.

El gas acetileno es inflamable y altamente explosivo. Debe tenerse mucho cuidado con el manejo del gas y de los cilindros que lo contienen. Este gas es ligeramente venenoso y puede causar dolor de cabeza y náusea si se inhala por largo periodo.

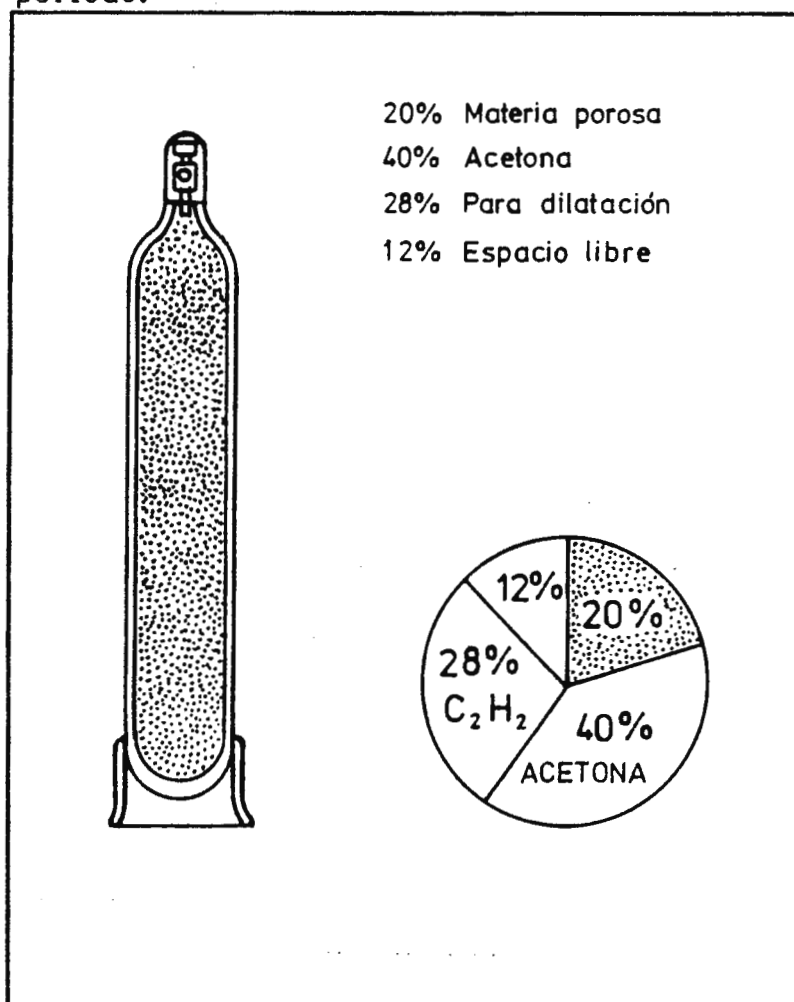


Fig. 4 Botellas de Acetileno

## 3.3, TAPONES DE SEGURIDAD

Al igual que el cilindro de oxígeno, y el de acetileno tienen un dispositivo de seguridad. Este dispositivo consiste de pequeños pernos insertados en la placa del cilindro. El número de localización de estos pernos varia, pero por lo menos hay cuatro: Dos en la parte superior y dos en la inferior de cada cilindro. Los pernos se fijan en su lugar con un tipo especial de plomo que se funde a 220 °F (104 °C). Si el plomo se funde el gas forsaré hacia afuera a los pernos.

El plomo se funde a 290 °F (104 °C), y la temperatura de la llama de oxi-acetileno es de aproximadamente 6000 °F (3320 °C). Por tanto es muy importante mantener la llama retirada de los cilindros.

## 4.0 REGULADORES

Los reguladores tienen mucho usos. Por ejemplo, los usan los buses en su equipo. El propósito o función principal de un regulador es reducir una presión alta a una presión de trabajo baja y segura, y dar un flujo de gas continuo y uniforme.

**NORMAS DE SEGURIDAD.** Los reguladores deben estar libres de aceite o grasa. Las manos, los guantes y las herramientas deben estar libres de aceite o grasa. Cuando estas sustancias se ponen en contacto con el oxígeno a alta presión, se descomponen, formando bióxido de carbono y vapor de agua. Esta combinación es explosiva.

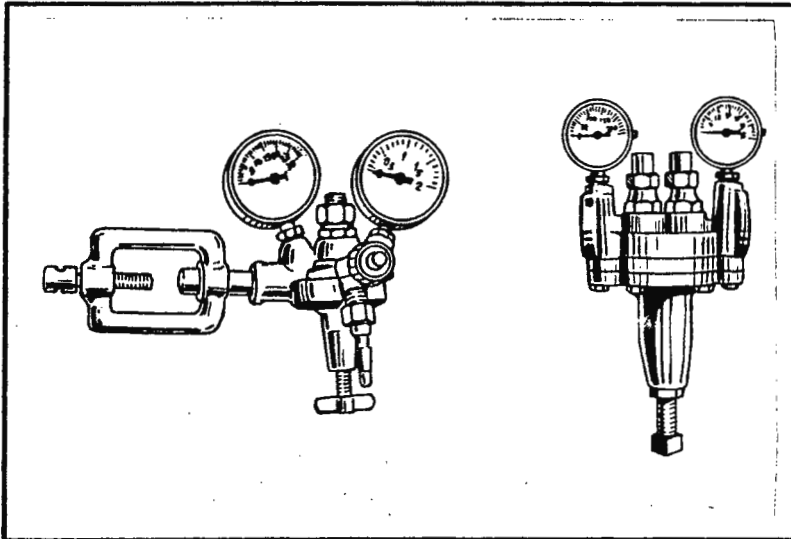


Fig. Reductores de Acetileno

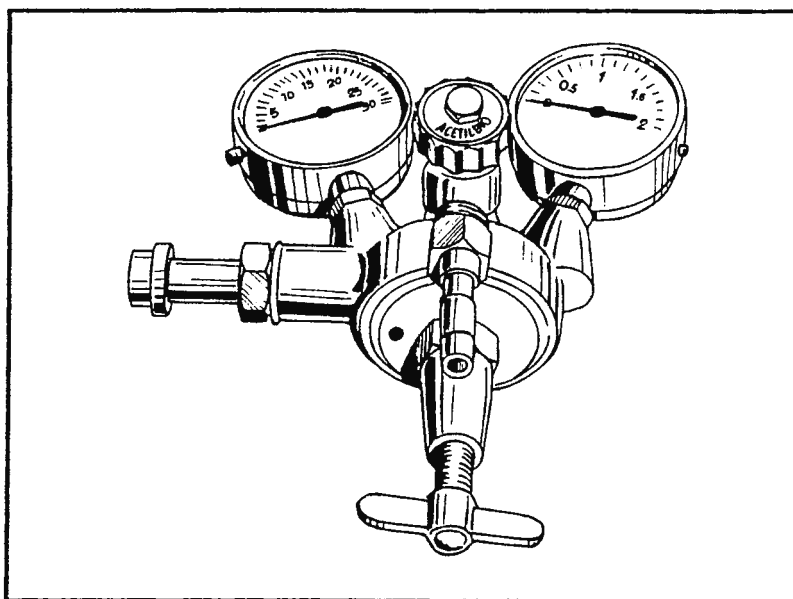


Fig. 1 Reductores de Oxígeno

#### 4.1 OPERACION DEL REGULADOR

En la figura 9 se muestra el trabajo que se efectúa dentro de un regulador. El gas procedente del cilindro entra al regulador saliendo hacia la manguera que está conectada con el soplete.

El gas a alta presión entra al cuerpo del regulador a través una tobera pequeña controlada por una válvula y se introduce a la cámara del regulador. La presión en la cámara se eleva hasta vencer la tensión del resorte. Cuando esto sucede, el diafragma es flexionado hacia la derecha y la válvula que está unida a él, se cierra evitando que entre más gas a la cámara.

A medida que el gas escapa de la cámara por la abertura de las válvulas en el soplete, la presión disminuye bajando a cierto valor. La tensión del resorte flexiona al diafragma hacia la izquierda reabriendo la válvula. Cuando se equilibran la tensión del resorte y la presión del gas en la cámara se obtendrá un flujo de gas constante en el soplete. La posición del diafragma se controla balanceando las fuerzas de un resorte en compresión por un lado y la presión del gas por el otro.

Si se incorpora un tornillo ajustado de presión en un extremo del resorte para variar su tensión, se puede obtener la presión que se desee en la descarga. Si el tornillo ajustador de presión está roscado hacia adentro, y se abre la válvula del cilindro, la fuerza total instantánea contra un diafragma estándar de 7 pulgadas cuadradas (45cm) es de 15.400 libras o más de 7 toneladas. Este impacto produce muy frecuentemente daños al regulador. Algunos fabricantes han instalado dispositivos que eviten este tipo de daños.

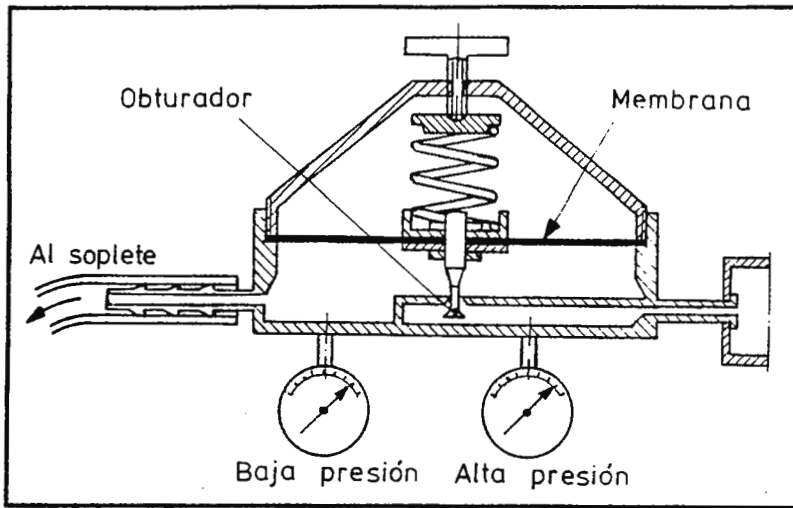


Fig. 2 Operación del Regulador

**NORMAS DE SEGURIDAD.** Es muy importante que el tornillo ajustador de presión este totalmente fuera antes de abrir la válvula del cilindro.

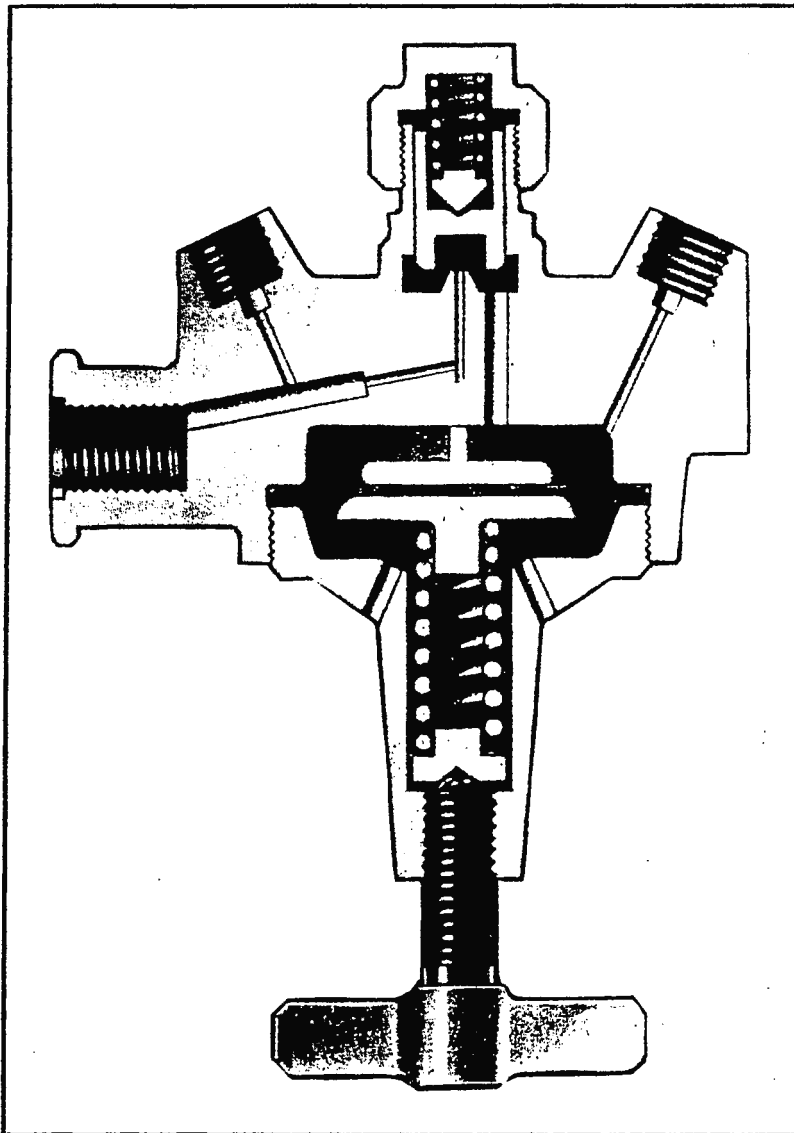


Fig. 10 Operación del Regulador

#### 4.1.2 REGULADOR DE DOBLE ETAPA

En el regulador de doble etapa, la presión se reduce en dos pasos. El primero, la presión del resorte se ajusta por el fabricante de modo que la presión será una cantidad fija. Después, el gas pasa a una segunda cámara reductora que tiene su tornillo de ajuste y permite obtener la presión deseada en la salida del soplete (dentro de la escala del regulador). Habrá menos variaciones en el flujo del gas con un regulador de doble etapa que con otro de una.

## 5.0 MANOMETROS

Los reguladores para oxígeno y acetileno están equipados normalmente con dos manómetros. Uno que indica la presión interior del cilindro y otro que indica la presión con que llega el gas al soplete (fig.11). Otro tipo de regulador en el mercado es un regulador que no tiene manómetros y las presiones de trabajo vienen calibradas por un lado.

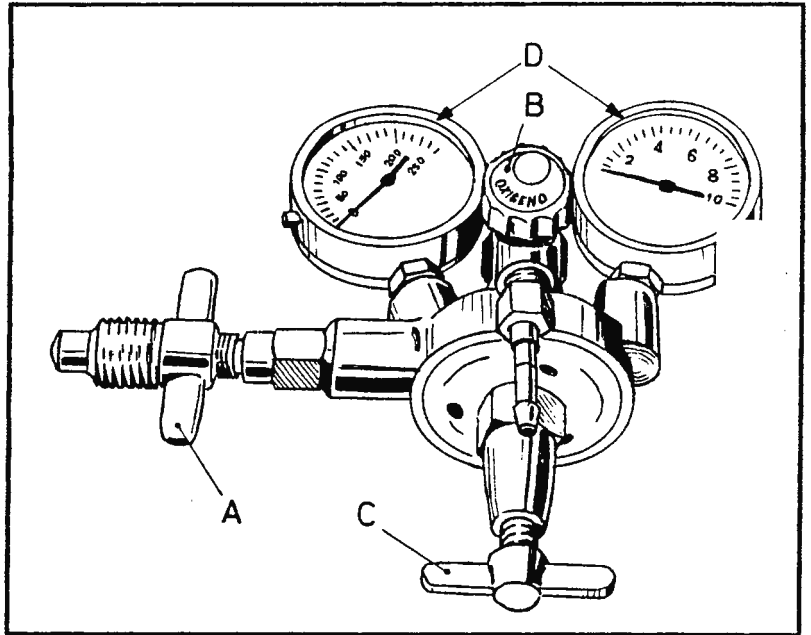


Fig. 11 Manómetros

## 6.0 MANGUERAS

Los sopletes de soldadura se conectan a las descargas de gas con mangueras de buena calidad. La manguera para acetileno es roja y para oxígeno es verde. Las conexiones tienen roscas diferentes. La tuerca de conexión del acetileno tiene una rosca izquierda, mientras que la del oxígeno tiene una rosca derecha. Como precaución adicional para evitar un intercambio accidental y poder identificarlas fácilmente, se hace una ranura por el centro alrededor de la tuerca de conexión del acetileno.

### NORMA DE SEGURIDAD

1. Nunca intercambie las mangueras o sus conexiones.
2. Detecte las fugas en las mangueras probándolas periódicamente, al sumergir las en agua con la presión normal de trabajo.
3. No permita que el aceite o la grasa hagan contacto con las mangueras.
4. Nunca use alambre o cinta para reparar una manguera. El alambre la cortará y la cinta no sustituye una buena reparación.
5. Proteja las mangueras contra las chispas y objetos cortantes.

## 7.0 SOPLETES DE SOLDADURA.

A los sopletes se les llama también antorchas.  
Un soplete tiene:

1. Dos tomas para surtirse de oxígeno y acetileno.
2. Dos válvulas de aguja para controlar el flujo de los gases y hacer ajustes a la llama.
3. Un cuerpo al que se conectan las dos tomas y las válvulas. Este cuerpo es la parte de donde lo coge el soldador.
4. Una cabeza mezcladora para mezclar los gases en cantidades adecuadas.
5. Una boquilla para soldar, para concentrar y dirigir la llama. Las boquillas para soldar vienen en muchas medidas, permitiendo al soldador tener diferentes tamaños de llama usando el mismo mango de soplete.

Estos sopletes son herramientas de precisión, diseñados y contruidos después de estudios cuidadosos, y deben ser tratados como tales. Hay muchos tipos y diseños de sopletes. Sin embargo, todos caen dentro de dos categorías básicas: Tipos inyector y tipo a presión media.

En el soplete tipo inyector, los gases se mezclan por medio de una tobera de inyección. El oxígeno es ajustado a presión mucho más alta que el acetileno. Cuando el oxígeno a alta presión pasa por la tobera, toma la cantidad correcta de acetileno para producir una llama correcta.

En el soplete de presión media, los gases son mezclados en un mezclador de gases. El soplete más común en este grupo es el de presiones iguales o balanceadas, en el cuál el oxígeno y el acetileno son suministrados a la misma presión y entran juntos al mezclador en las cantidades adecuadas. Cuando se cambia la boquilla, es necesario cambiar el mezclador en el soplete tipo inyector. En el soplete de presiones iguales, un mezclador sirve para todas las boquillas o para una amplia variedad de boquillas.

Cuando se ajustan las presiones para usar estos sopletes se sigue un procedimiento estándar, a saber:

Tipo de inyector. Se ajusta la presión de acetileno a 1 libra (0.075 kg/cm) o menos. La presión de oxígeno viene marcada sobre el mezclador que le corresponde a cada boquilla.

Tipo de presiones iguales. La presión de oxígeno y del acetileno se ajustan de acuerdo a la medida de la boquilla. Por ejemplo, la boquilla número uno requiere 1 libra (0.075 kg/cm) de oxígeno y 1 libra de acetileno. En las figuras 12 a 14, se muestran algunos de los tipos y diseños de los sopletes existentes actualmente en el mercado.

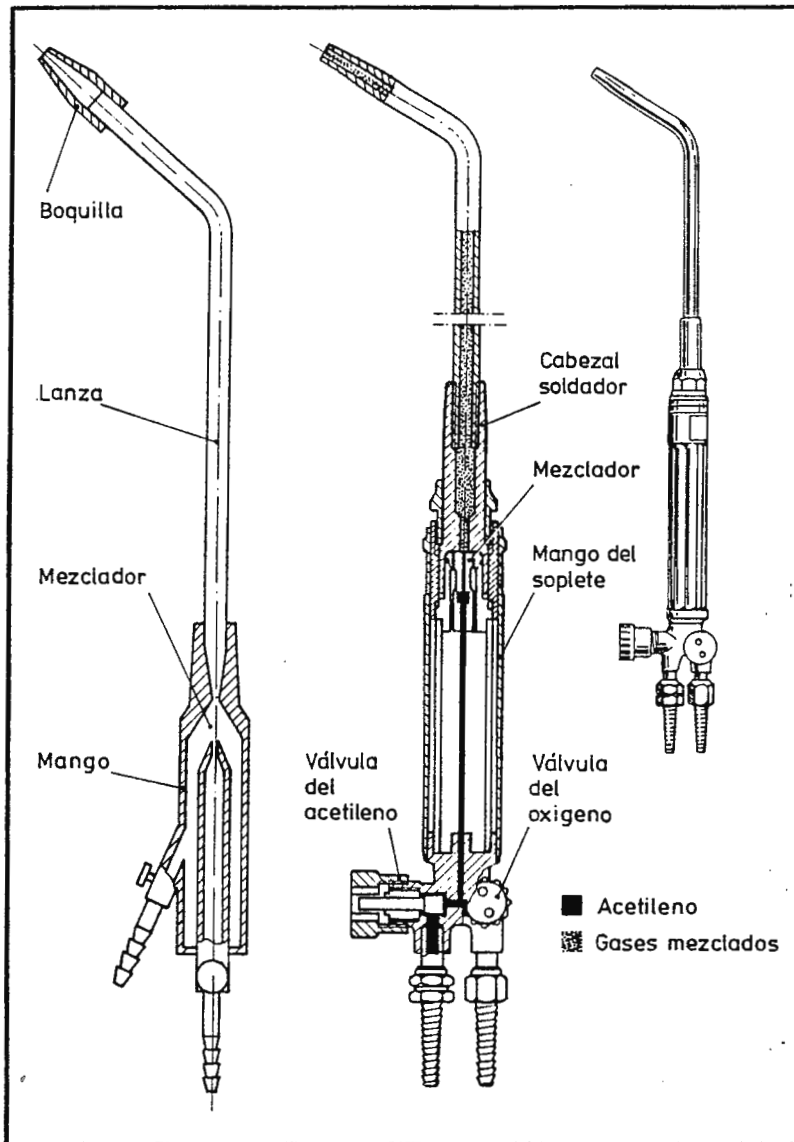


Fig. 12 Soportes de Soldadura

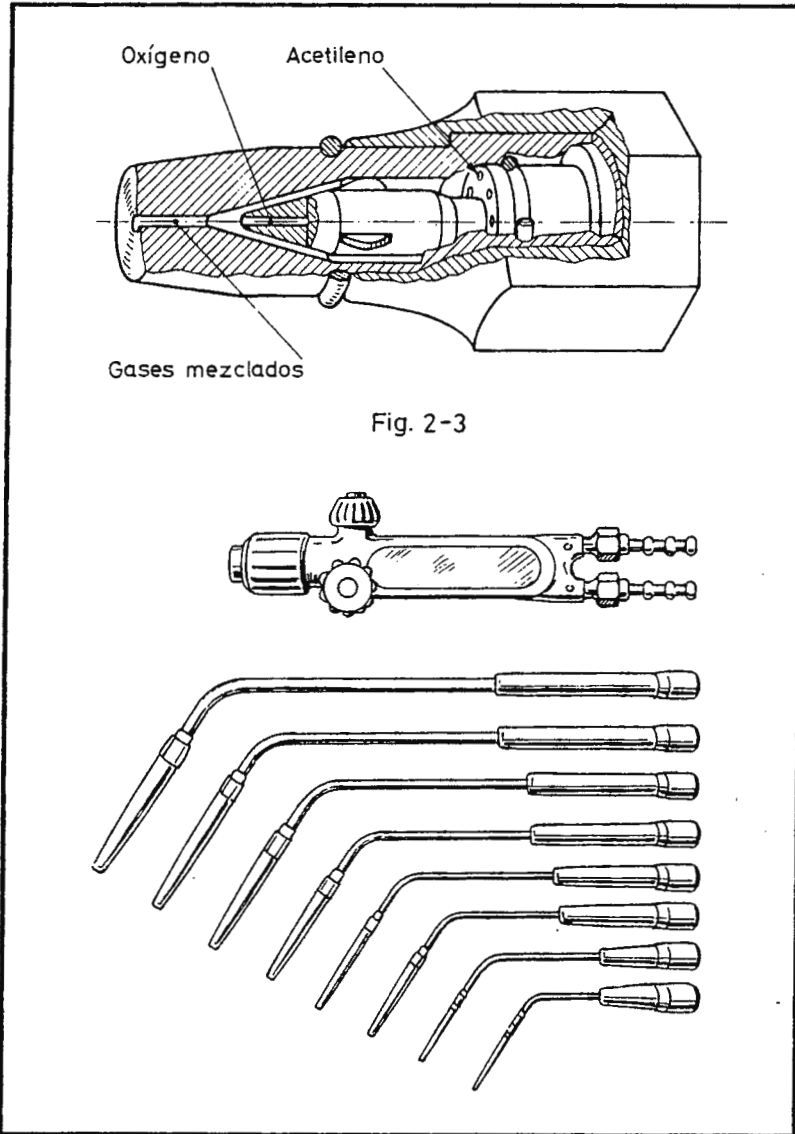


Fig. 13 Soplete de Alta Presión

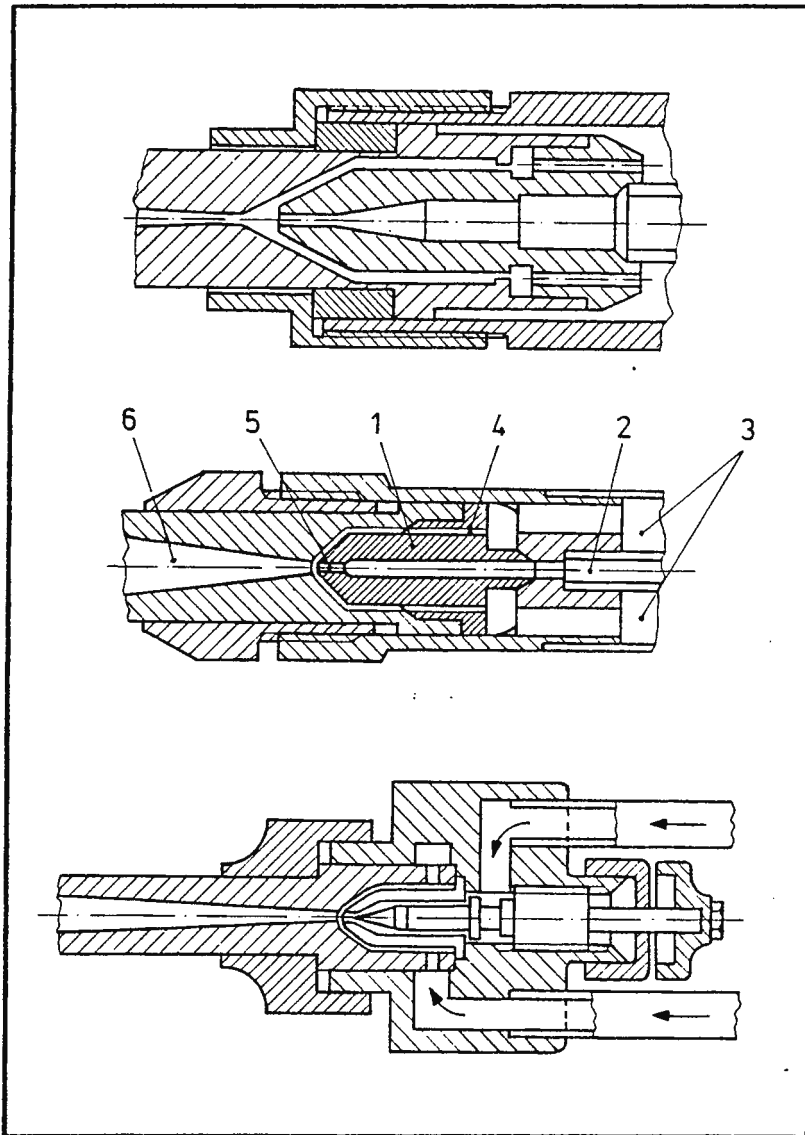


Fig. 16 Soplete de baja Presión

## 7.1 BOQUILLAS PARA SOLDAR.

Las boquillas para soldar son generalmente hechas de cobre y vienen en diferentes medidas. La medida de una boquilla la determina el diámetro del agujero en su extremo (fig. 13). Para conservar limpio el agujero, se deben usar limpiadores de boquillas. Debe tenerse cuidado al limpiarse una boquilla.

Aunque una tobera grande libere más gas de lo normal, la intensidad de la llama será siempre la misma; esto es, la llama para soldar tendrá 6000 °F (3320 °C) aproximadamente, no importa el tamaño de la boquilla que se use. Para entender esto vea la figura . Ambas teteras contienen la misma cantidad de agua y son de las misma marca y tamaño. La temperatura de las dos llamas es la misma, pero A tiene una mayor llama que B ¿Cuál de las dos teteras hervirá primero ? A es la respuesta correcta. De modo que cuando las boquillas una es más grande que la otra, la más grande calentará el agua más rápido, pero no lo calentará a más temperatura.

**NORMAS DE SEGURIDAD.** Antes de conectar una boquilla al soplete, deben examinarse cuidadosamente las roscas. Una rosca dañada puede causar una fuga de gas que resulte un incendio o una explosión. También es posible que dañe el cuerpo del soplete. Es muy importante evitar que se trasrosque la conexión. La rosca puede lubricarse con grafito o cera de abejas, pero nunca con aceite. Deben de comprobarse las conexiones cada vez que vaya a usarse un soplete. La mayoría de las conexiones necesitan ajustarse sólo con la mano.

## 7.2 SELECCION DE LA BOQUILLA

Es muy importante la selección correcta del tamaño de la boquilla, el cual es determinado por el espesor del metal que va a soldarse. Use la boquilla del tamaño adecuado para obtener los mejores resultados. Si la boquilla es muy grande para el espesor del metal, habrá sobrecalentamiento y el metal se perforará.

Si esto sucede, no baje la presión porque esto hace que la llama se apague o tenga interrupciones repetidas. También puede dañarse la boquilla. Si el tamaño de la boquilla es demasiado pequeño para el espesor del metal, éste tarda mucho tiempo para fundirse (si llega a fundirse). No aumente la presión: esto solo produce una llama ruidosa y aspera que se aleja de la punta de la boquilla.

## 8.0 GAFAS PARA SOLDAR

Las gafas protegen los ojos del intenso brillo de la llama, de las chispas que saltan, y del metal caliente. Las gafas se hacen de material resistente al calor y son ventiladas y ligeras.

Las gafas para soldar contienen lentes ópticos, hechos de diferentes tonos (generalmente verdes) para disminuir el reflejo de la llama. Como estos lentes son muy caros, se les protege con lentes claros de vidrio o plástico. Las gafas están equipadas con una banda que se ajusta a la cabeza.

TABLA II. SELECCIONES DE EQUIPO DE PROTECCION VISUAL

TAREA	PELIGROS	PROTECTORES RECOMENDADOS
Calentamiento con acetileno	Chispas, rayos nocivos	7
Corte con acetileno	Metal fundido	8 ó 9
Soldadura con acetileno	Particulas desprendidas	8 ó 9

**SEGUNDA PARTE**

**9.0 PRACTICA DE TALLER : Armado de equipo de soldadura**

**9.1 PASOS PARA ARMAR EL EQUIPO DE OXI-ACETILENO**

Se necesita comprender el método correcto de armar y desarmar el equipo de oxi-acetileno. Hay una rutina que se debe seguir: Esta rutina se estableció paso por paso para su protección y para evitarle daños al equipo.

- 1) Amarre el cilindro con una cadena a un objeto estacionario conservandolos en posición vertical. (Fig. 15)
- 2) Quite las tapas que protegen las válvulas. (Fig. 16)
- 3) Sopletee el polvo de la conexión del regulador, abriendo y cerrando la válvula rápidamente.(Fig. 17)  
  
Asegúrese de que no se apunte a nadie con el cilindro, mantengalo retirado de cualquier llama. Parese por un lado mientras sopletea el polvo.
- 4) Compruebe que no estan dañadas las roscas del cilindro y del regulador. Acople el regulador de oxígeno al cilindro de oxígeno y el regulador de acetileno al cilindro de acetileno. (Fig. 18)
- 5) Compruebe que ha sacado el tornillo ajustador de presión. Sopletee el polvo que puede haber en el regulador. Esto se hace abriendo lentamente la válvula, y luego metiendo el tornillo de ajuste de presión hasta que empieza a fluir el gas por la abertura donde se va a conectar la manguera. Cierre la válvula del cilindro y regrese al tornillo ajustador de presión. Siga esta rutina con los dos reguladores. (Fig. 19)

Tenga cuidado hacia donde deja salir el gas acetileno.

- 6) Acople la manguera de oxígeno al regulador de oxígeno y la manguera de acetileno al regulador de acetileno. Antes compruebe que las roscas no estén dañadas. (Fig. 20)
- 7) Acople el otro extremo de la manguera de oxígeno a la admisión de oxígeno del soplete, y la manguera de acetileno a la admisión de acetileno en el soplete. Nuevamente compruebe desde antes que las roscas no estén dañadas.

Recuerde que la manguera de oxígeno es verde y tiene roscas derechas; que la manguera de acetileno es roja y tiene :  
izquierdas.

- 8) Acople la boquilla de soldar al soplete.
- 9) Abra lentamente las válvulas de los cilindros de oxígeno y de acetileno. Recuerde que debe abrir totalmente la de oxígeno y  $1 \frac{1}{2}$  vueltas la de acetileno.
- 10) Asegúrese de que las válvulas de aguja del soplete estén cerradas. Introduzca uno por uno, los tornillos ajustadores de presión, hasta obtener la presión deseada en los manómetros. El equipo se encuentra armado y listo para revisarlo buscando fugas.

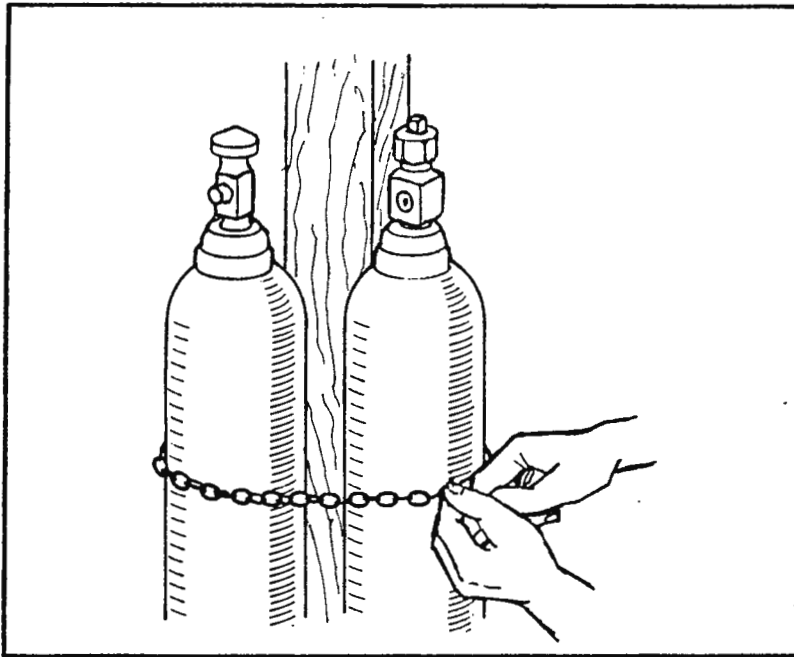


Fig.13 Sujación de los Cilindros

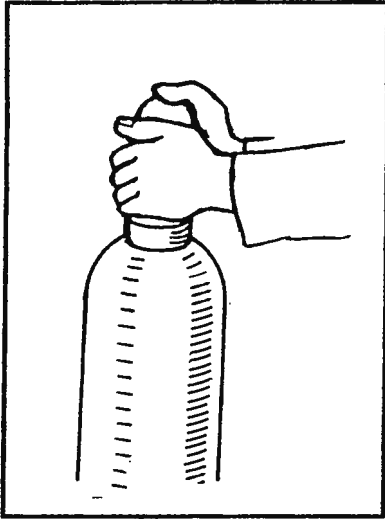


Fig. 16 Tapones de Seguridad

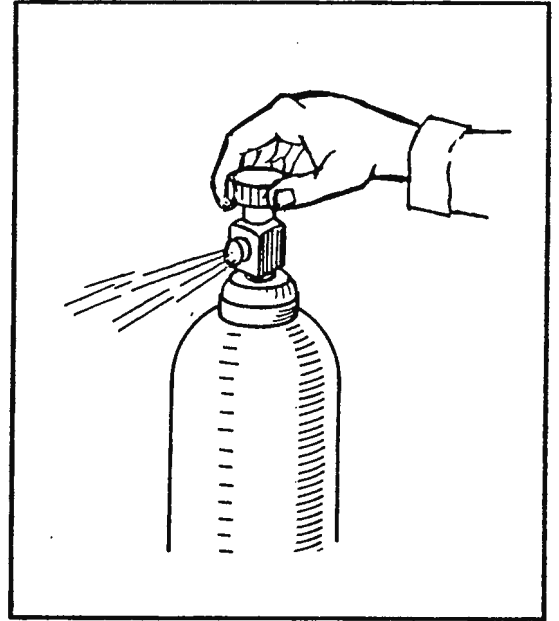


Fig. 17 Soplete de la Válvula

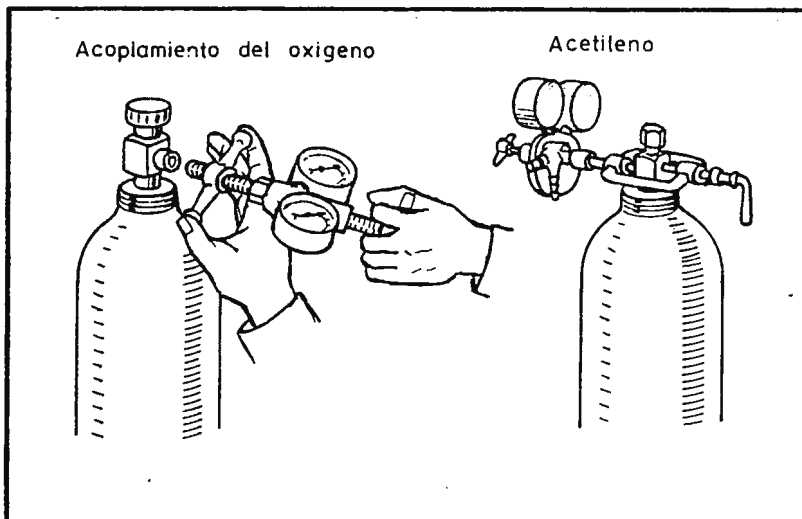


Fig. 18 Acoplamiento de Reductores

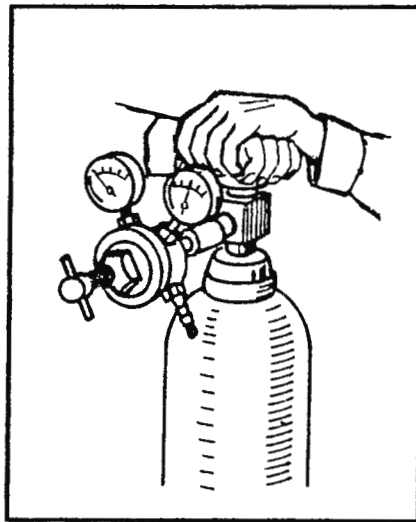


Fig. 19 Soplete del Regulador

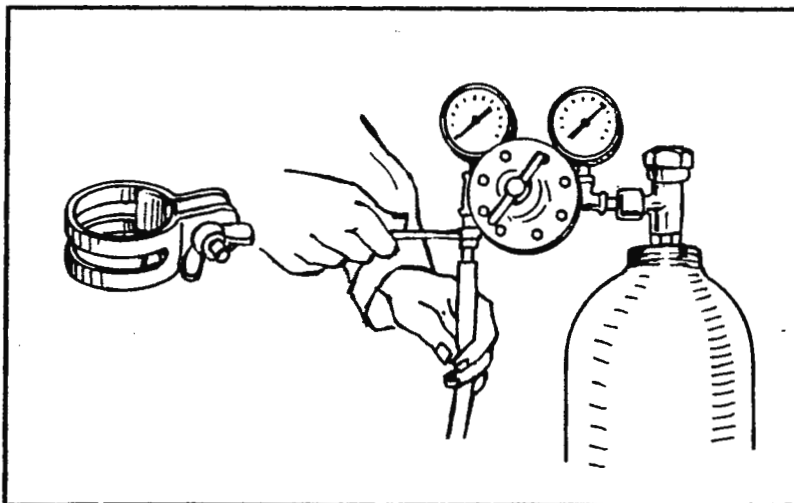


Fig. 20 Acople de las Mangueras

## BUSCANDO FUGAS

Después que el equipo ha sido armado, deben buscarse las posibles fugas.

- a) Válvula del cilindro de oxígeno.
- b) Válvula del cilindro de acetileno.
- c) Conexión del regulador de oxígeno.
- d) Conexión del regulador de acetileno.
- e) Conexiones de las mangueras de oxígeno y acetileno.
- f) Válvulas de aguja de oxígeno y acetileno en el soplete.

## 9.2 PASOS PARA DESCONECTAR Y GUARDAR EL EQUIPO.

- 1) Cierre la válvula del cilindro de acetileno.
- 2) Cierre la válvula del cilindro de oxígeno.
- 3) Abra la válvula de acetileno del soplete para purgar el gas de la manguera y del regulador.
- 4) Cierre la válvula de acetileno del soplete.
- 5) Afloje el tornillo ajustador de presión. Hágalo girar en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.
- 6) Abra la válvula de oxígeno del soplete para purgar el gas de la manguera y del regulador.
  
- 7) Cierre la válvula de oxígeno del soplete.
- 8) Afloje el tornillo ajustador de presión (como en el paso 5)
- 9) Desconecte los reguladores, las mangueras, el soplete y las boquillas.
- 10) Coloque de nuevo los protectores de las válvulas de los cilindros.
- 11) Almacene el equipo en un lugar adecuado.

Asegúrese de tener libres de aceite o grasa las manos y los guantes. Compruebe el buen estado de las roscas antes de hacer las conexiones. Use solamente la llave de tuercas aprobada. Tenga cuidado del lugar hacia donde deja escapar los gases. No aplique demasiada fuerza con la llave de tuercas. No abra la válvula del cilindro de acetileno más de  $1\frac{1}{2}$  vueltas. Compruebe que no haya fuga en las conexiones.

## TERCERA PARTE

### 10.0 CUESTIONARIO.

- Nombrar los dos gases usados para formar la llama de oxiacetileno.
- ¿Cuál es la temperatura aproximada de llama de oxiacetileno ?.
- ¿Cuál es el valor principal del oxígeno en la industria de la soldadura ?.
- ¿ De dónde obtenemos el oxígeno que usamos ?.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

- ¿Cuál es el proceso más económico para obtener oxígeno ?.
- ¿Cuál otro proceso se puede usar para obtener oxígeno ?.
- ¿Cómo se obtuvo primero el oxígeno ?.
- ¿Cuáles son los dos elementos que se combinan para formar acetileno ?.
- ¿Cuál es el método más usual para transportar oxígeno ?.
- ¿Cuál es la presión en un cilindro de oxígeno lleno ?.
- Describir el dispositivo de seguridad que tienen los cilindros de oxígeno.
- ¿Cuál es el propósito del dispositivo de seguridad ?.
- ¿Dónde se encuentra localizado el dispositivo de seguridad ?.
- ¿Cómo fue descubierto el método económico para producir acetileno ?.
- ¿Porqué es necesario tener mucho cuidado al manejar los cilindros ?.
- ¿Qué termino describe el acetileno después que es almacenado en cilindros?.
- Describir la diferencia entre los cilindros de oxígeno y acetileno.
- ¿Cuál es la presión máxima a que debe usarse el acetileno ?
- ¿Qué líquido se usa en el cilindro de acetileno ?.
- ¿Cuánto acetileno puede disolverse en acetona ?.
- Describir el dispositivo de seguridad del cilindro de acetileno.
- ¿Porqué debe conservarse la llama retirada de los tapones de seguridad ?.
- ¿Porqué se almacenan parados los cilindros de acetileno ?.
- Describir la construcción de un cilindro de acetileno.
- ¿Cuál es el principal objetivo del regulador ?.
- ¿Porqué nunca debe usarse aceite o grasa en un regulador o cerca de él ?.
- Dé un ejemplo del uso del regulador aparte del que tiene en soldadura.
- Describir el propósito de los manómetros en los reguladores.
- ¿Qué comprobación debe hacerse antes de abrir la válvula del cilindros ?.
- Nombrar las dos categorías básicas de los sopletes.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

- √ - ¿Cuál es el otro nombre de un soplete ?.
- √ - Describir el método para mezclar los gases en cada tipo de soplete.
- √ - ¿Cuál tipo requiere únicamente el cambio de boquilla ?.
- √ - ¿Porqué debe tratarse con cuidado un soplete ?.
- √ - Describir los efectos que se producen al usar una boquilla demasiado grande.
- Describir los efectos que se producen al usar una boquilla demasiado pequeña.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

ENCENDIDO DEL SOPLETE  
AJUSTES DE LAS LLAMAS Y  
SOLDADURA CON O SIN  
MATERIAL DE APORTE

## PROCESOS DE SOLDADURA I LABORATORIO Nº 2.0

### PRIMERA PARTE

#### OBJETIVOS :

- Conocer los métodos o formas de encender el soplete.
- Conocer los distintos tipos de llamas y el ajuste de las mismas.
- Identificar los distintos tipos de material de aporte.
- Conocer el proceso para soldar con o sin varilla (material de aporte).

#### 1.0 ENCENDIDO DEL SOPLETE Y AJUSTE DE LA LLAMA.

Es la operación ejecutada más frecuentemente por el soldador. Es esencial aprender a hacerlo con seguridad, rapidez y eficiencia. Se describen dos métodos para el encendido y ajuste del soplete con seguridad y eficiencia. (ver practica).

#### 1.1 TIPOS DE LLAMAS DE OXIACETILENO.

Hay dos métodos que usan los soldadores para saber si tienen la llama correcta.

##### 1.1.1 APARIENCIA.

El acetileno quemandose en el produce una llama larga y amarilla, que libera grandes cantidades de carbón. fig. 1a

La llama con exceso de acetileno consta de tres partes distintas: El cono exterior, el cono interior, y la pluma. fig. 1b.

La llama neutra costa de dos partes: El cono exterior y el cono interior, claro y redondeado. fig. 1c.

La llama oxidante tambien tambien cosnta de dos parte: El cono exterior y el cono interior punteagudo. El cono exterior es de color púrputa y con sus extremos desiguales. Hay también un silvido en la boquilla. Este silvido produce un sonido áspero muy diferente del sonido suave de la lla neutra. fig. 1d.

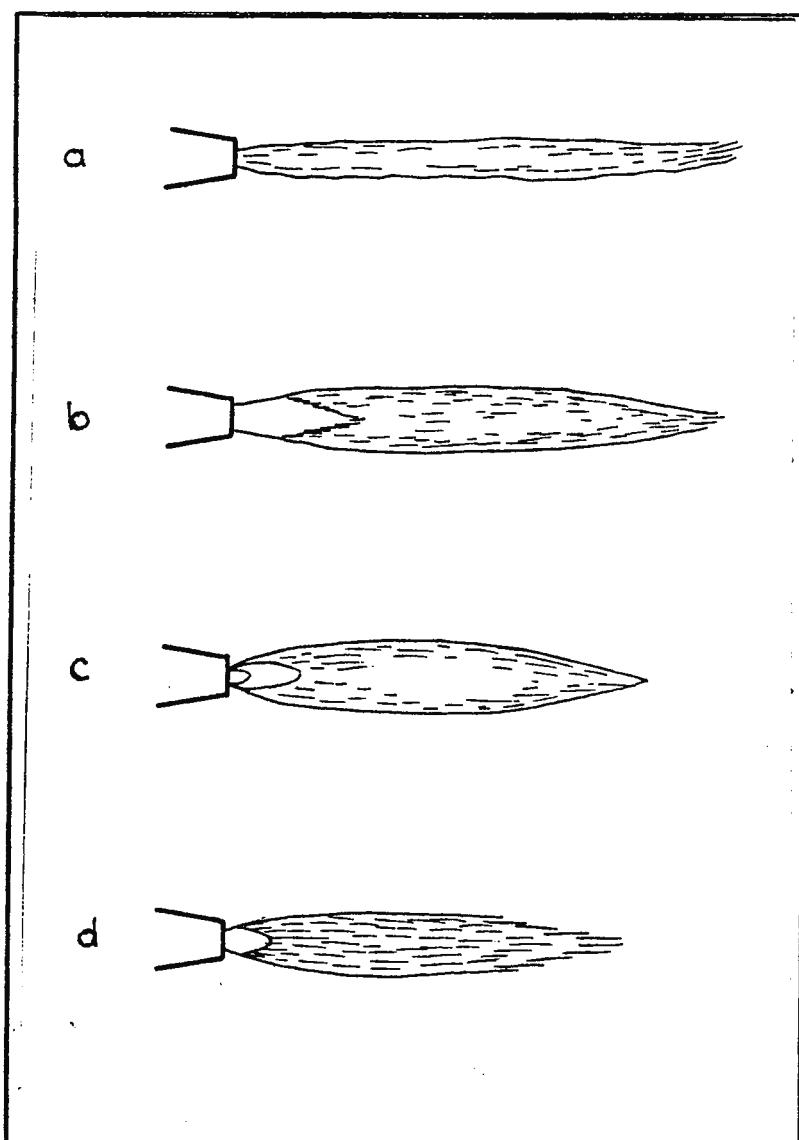


Fig. 1 Regulación de la llama

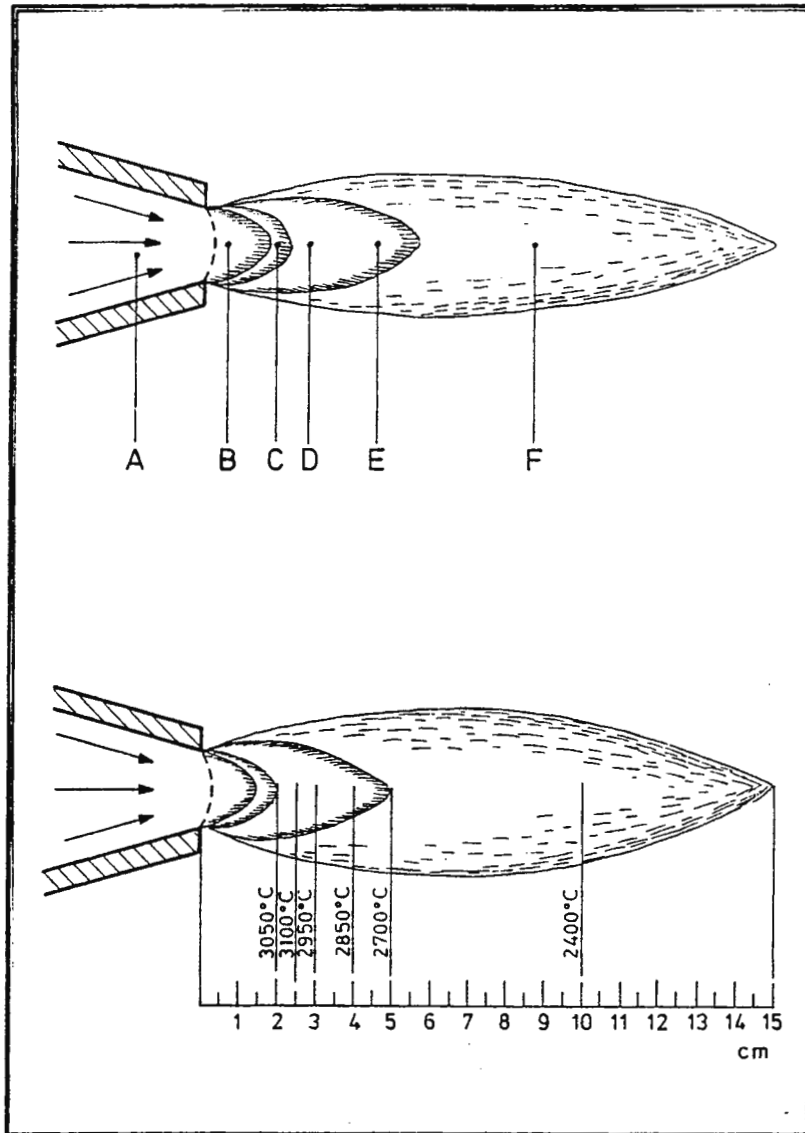


Fig.2 Partes de la llama neutra

- A. Dardo
- B. Zona reductora
- C. Penacho
- D. Cono interior
- E. Zona de combustión
- F. Pluma .

## 1.1.2 EFECTOS EN EL ACERO

El acetileno quemándose en el aire. Esta es la primera llama que se ve al encender el soplete. Esta llama es de poco valor para el soldador, y cuando se aplica al acero, lo calienta muy lentamente recubriendo todo con carbón.

La llama carbonizante o con exceso de acetileno. Esta es la segunda llama que se verá. Se agrego el oxígeno al acetileno, pero la pluma nos indica que aun hay acetileno en exceso. Cuando esta llama se aplica al acero, lo calienta mas rápido, pero produce carburos que hacen dura y frágil a la soldadura.

La llama neutra. Esta es la tercera llama y la correcta para soldar acero. Se ha agregado la cantidad exacta de oxígeno al acetileno. Cuando esta llama se aplica al acero, se calienta muy rápido, pero no afecta a la soldadura de ningún modo.

La llama oxidante. Esta llama final significa que se agrego oxígeno en exceso. Aunque es la llama mas caliente, cuando se aplica al acero producen óxidos que hacen a la soldadura demasiado frágil.

La llama neutra es la llama correcta para usarse en la mayoría de las soldaduras de acero. La llama carbonizante y la oxidante se usan únicamente en casos especiales. La llama de acetileno quemándose en el aire, definitivamente no se usa en soldadura.

## 1.2 LLAMAS EN CONTRAEXPLOSION Y LLAMAS EN RETROCESO

Hay una diferencia muy clara entre llamas en retroceso y contra explosión. Esta diferencia debe ser comprendida por todos aquellos que usan el equipo oxi-acetileno. De las dos la mas peligrosa es la llama en retroceso.

Algunas veces alguien esta soldando, la llama del soplete desaparece con un fuerte estallido en la boquilla. Esto es contraexplosión. Generalmente el soplete vuelve a encender si se acerca accidentalmente al metal caliente.

Si ocurre una contraexplosión. Cierre las válvulas de soplete inmediatamente y revise los puntos siguientes.

- 1) ¿Se dejó que la boquilla tocara el metal?. Esta es la causa mas frecuente en los principiantes.
- 2) ¿Hay algún pedazo de metal tapando el orificio de la boquilla?
- 3) ¿Esta floja la boquilla?
- 4) ¿Esta sobrecalentada la boquilla? ¿Ha estado demasiado cerca del metal? Después de revisar, enfrié la boquilla en agua con el oxígeno fluyendo por ella.

Si se produce una llama en retroceso, cierre las válvulas del soplete (primero la de oxígeno) y la válvula de los cilindros. Pida al instructor que compruebe el equipo antes de hacer cualquier otra cosa.

Con una llama en retroceso, la llama sigue encendida dentro de la boquilla. Si se deja la llama podría continuar su camino hasta los cilindros o

tuberías de gas y provocar una violenta explosión. El oxígeno mantendrá la llama. Por esta razón las válvulas de oxígeno se cierran primero.

Todo equipo de oxi-acetileno debe tener instalado un dispositivo para detener la llama. Si no lo tiene instalado puede comprarse al fabricante. Algunos sopletes se construyen teniendo esto presente.

Las causas más frecuentes de una llama en retroceso son:

- 1) Presiones incorrectas de oxígeno y de acetileno. Esta es la causa más frecuente con los principiantes.
- 2) Tocar el metal con la boquilla.
- 3) El uso de métodos impropios para encender el soplete.
- 4) Obstrucción de la boquilla.

## 2.0 SOLDADURA DE METALES

El proceso de soldadura oxigás en la figura , consiste en una llama dirigida por un soplete, que se obtiene por medio de la combustión de los gases oxígeno-acetileno. El intenso color de la llama funde el metal base para formar una zona fundida. Con este proceso se puede soldar con o sin material de aporte. El metal de aporte es agregado para cubrir biseles y orificios.

A medida que la llama se mueve a lo largo de la unión, el metal base y el metal de aporte se solidifican para producir el cordón.

Al soldar cualquier metal de aporte adecuado, que normalmente posee elementos desoxidantes para producir soldaduras de buena calidad.

En algunos casos se requiere del uso de fundente para soldar ciertos tipos de materiales.

### 2.1 VENTAJAS Y APLICACIONES DEL PROCESO

El proceso oxigás posee las siguientes ventajas: El equipo es portátil, económico y puede ser utilizado en toda posición.

El proceso oxigás es normalmente usado para soldar metales de hasta  $\frac{1}{4}$ " de espesor. Se pueden utilizar también para soldar metales de mayor espesor, pero ello no es recomendable.

Su mayor aplicación en la industria se encuentra en el campo de mantención, reparación, soldadura de cañerías de diámetros pequeño y manufacturas livianas. También puede ser usada como fuente de energía calorífica, para calentar, doblar, forjar, endurecer, etc.

### 3.0 DEPOSITOS DE CORDONES RECTOS DE SOLDADURA SIN MATERIAL DE APORTE

Cuando se sueldan metales, algunas uniones se ensamblan de modo que el metal base haga las funciones de la varilla de soldadura. En otras se requiere añadir metal de relleno o de aporte. Mediante un varilla de soldadura. El primer ejercicio de soldadura de acetileno se llevará a cabo sin varilla de

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

soldadura. Es un movimiento básico en todas las soldaduras oxacatilénicas y se debe practicar hasta lograr la máxima habilidad. (ver práctica).

En la industria, el soldador no siempre podrá voltear el metal, ni todas las soldaduras son siempre líneas de fusión rectas (cordones). El soldador debe manipular el charco en direcciones diferentes. (ver práctica).

## 4.0 VARILLAS DE SOLDADURA Y ESPESOR DEL METAL

### 4.1 VARILLAS DE SOLDADURA

Una varilla de soldadura es el metal de relleno (aporte) utilizado con el soplete. A fin de poder producir soldaduras con las mismas cualidades de los metales que se van a soldar, las varillas de soldadura deben fabricarse en tantas variedades y tipos como los metales existentes.

Casi todas las varillas de soldadura son cilíndricas y su medida se determina midiéndoles el diámetro. Como regla general, use varillas de diámetro pequeño para metales de espesor pequeño, y varillas de diámetro más grande a medida que aumente el espesor del metal.

ESPESOR DEL METAL	MEDIDA DE LA VARILLA DE SOLDADURA
1/16" (0.16 cm) o menos	1/16" (0.16 cm)
1/8" (0.32 cm)	1/8" (0.32 cm)
3/32" (0.24 cm)	3/32" (0.24 cm)
3/16" (0.48 cm)	3/16" (0.48 cm)
más de 3/16" (0.48 cm)	1/4" (0.63 cm)

### 4.2 PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR CON VARILLAS DE SOLDADURA OXIGAS

Debe limpiarse muy bien las piezas, aplicándoles la llama sobre la superficie hasta que alcance un color rojo cereza. Ambas piezas deben estar a la misma temperatura, porque en caso contrario, la varilla fluirá hacia la pieza más caliente (fenómeno de capilaridad). Caliente la varilla con la llama e introduzcala luego en el depósito de fundente.

Note que el calor hace que el fundente se adhiera a la varilla (si se utiliza una varilla ya revestida con fundente, este paso debe eliminarse). Una vez que la varilla esté impregnada con fundente y las piezas han alcanzado la temperatura adecuada, acerque la varilla hacia la unión y coloque la llama encima, fundiéndola. La varilla entonces se funde y fluye hacia el área calentada, uniéndose fuertemente las piezas. Debe utilizarse bastante

fundente. Si la cantidad de fundente es insuficiente, la varilla no unirá los metales.

## 4.3 VARILLAS DE BRONCE

La soldadura de bronce permite obtener depósitos con características mecánicas sobresalientes en resistencia y ductilidad, además de ser muy homogénea.

### 4.3.1 APLICACIONES

Su principal campo de aplicación es: soldadura de hierro fundido, acero dulce y cobre y sus aleaciones.

La principal característica de estas soldaduras es la poca cantidad de gases que se genera en el cráter de metal fundido y su bajo punto de fusión que permite una mejor y mayor fluidez del metal fundido.

Como técnica operatoria, se recomienda precalentar el metal base hasta una temperatura cercana al punto de fusión del metal de aporte, luego fundir una gota de soldadura y aplicar calor adicional para obtener una fluidez adecuada en el depósito. Se recomienda el uso de fundente cobre, a fin de obtener depósitos más limpios y de mejor apariencia.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

AWS	COMPOSICION	APLICACIONES
A5.8 -7 6	QUIMICA	
RCuZn-C	Cu: 56-60% Sn: 0,8-1,1% Zn: Resto	Recomendada para aplicaciones en aceros, reparaciones de hierro fundido, cobre y sus aleaciones, relleno de superficies desgastadas. Se recomienda el uso del fundente para bronce.
RCuZn-C	Cu: 56-60% Sn: 0,8-1,1% Zn: Resto	Esta varilla posee fundente extruido como revestimiento. Es recomendada para aplicaciones de relleno, reparaciones Fe fundido, acero cobre y sus aleaciones.
RBCuZn-D	Cu: 46-50% Ni: 9-11% Zn: Resto	La varilla níquel plata posee fundente extruido como revestimiento. Es recomendada para uniones fuertes, resistente a la temperatura y de excelente conductividad térmica. Reconstrucción de dientes de engranajes, ejes, descansos, contactos eléctricos, etc.

## VARILLAS X Kg. (Aprox.)

Clasificación AWS	3/32" 2,4mm	1/8" 3,2mm	5/32" 4mm	3/16" 4,8mm	1/4" 6,4mm
RCuZn-C	31	17	11	8	4
RCuZn-C	26	15	10	7	-
RBCuZn-D	26	15	10	7	-

## 4.4 VARILLAS DE ALUMINIO Y MAGNESIO

Las varillas de aluminio y magnesio son soldaduras para uso oxiacetilénico, y permiten tener depósitos homogéneos y de buena apariencia.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

CLASIFICACION AWS	COMPOSICION QUIMICA	APLICACIONES GENERALES
ALUMINIO ER-1100	Cu: 0,05-0,20% Mn: 0,05% Si-Fe: 0,8% Zn: 0,10% Al: 99,0%	Esta varilla es una soldadura de aluminio comercialmente puro para uso oxiacetilénico, especialmente diseñada para soldar planchas y piezas fundidas de aluminio de espesores mayores. - Industria de alimentos, lácteos y refrigeración. - Para soldar Al, calidad 1060-1350-3003-1100. Se recomienda el uso de fundente.
ER-4043	Cu: 0,05% Mg: 0,05% Mn: 0,05% Si: 4,5-6% Fe: 0,08% Zn: 0,10% Ti: 0,20% Otros:0,015% Reso: Al	Esta varilla para uso oxiacetilénico, ha sido desarrollada para soldar aleaciones de Al del tipo 2014-3003-6061-4043. También se le emplea en todas las aleaciones de Al fundido. Debido a la composición química típica de este metal de aporte se consigue un punto de fusión de 580 °C. Otras aplicaciones: - Blocks y cárter de Al - Envases y coladores químicos. Recomendada para trabajos en los cuales desconoce la composición química del metal base. Se recomienda el uso de fundente para aluminio.
ER-5356	Cu: 0,10% Mg: 4,5-5% Mn: 0,05-0,02% Si-Fe:0,5% Cr: 0,05-0,02% Zn: 0,10% Ti: 0,06-0,02% Be: 0,0008% Otros:0,15% Resto:Al	La varilla 5356, para uso oxacetilénico, ha sido desarrollada para aleaciones de tipo Al tipo 5083-5086-5486-5454-5356. Su alta resistencia mecánica lo hace apto para la fabricación y reparación de estanques. Se recomienda el uso de fundente para aluminio.
MAGNESIO AZ61A	Si: 0,05% Fe: 0,005% Cu: 0,05% Mn: 0,15% min Ni: 0,0055% Zn: 0,4-1,5% Al: 5,8-7: Otros:0,30% Resto:Mg	La varilla AZ61A es una soldadura de magnesio para uso oxacetilénico, especialmente diseñada para soldar tubos, láminas y fundiciones de similar composición química. Se recomienda el uso de fundente para Al.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

## VARILLAS X Kg. (APROX.)

Clasificación AWS	1/16" 1,6mm	3/32" 2,4mm	1/8" 3,2mm	5/32" 4mm	3/16" 4,8mm	1/4" 6,4mm
ER-1100	-	90	49	32	23	13
ER-4043	-	92	50	33	23	13
ER-5356	-	92	50	33	23	13
AZ61A	306	138	80	-	-	-

### 4.5 VARILLAS DE ACERO. (Clasificación AWS RG-45).

Esta varilla para uso oxacetilénico, está especialmente diseñada para trabajos en planchas delgadas y gruesas, tuberías y trabajo en general. Esta varilla es de acero y de bajo contenido de carbono, revestida por una capa delgada de cobre, que deposita con facilidad en cordones homogéneos.

Al soldar aceros se recomienda una llama neutra o ligeramente carburante. El metal depositado tiene las siguientes características:

#### 4.5.1 CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Pruebas de atracción con probetas de metal según normas AWS A5.2-80 dan los siguientes resultados:

Resistencia a la tracción: 52000 lbs/pulg.2 (37,2 kgs/mm<sup>2</sup>) mínimo.  
Alargamiento en 2". 23% mínimo.

Diámetro en pulgadas	Diámetro en mm	Longitud en pulgadas	Longitud en mm	Varilla x kg. aprox
3/32"	2,4	36"	914	32,0
1/8"	3,2	36"	914	17,0
5/32"	4,0	36"	914	11,0
3/16"	4,8	36"	914	8,0
1/4"	6,4	36"	914	4,5

## 4.6 VARILLAS DE HIERRO FUNDIDO. (Clasificación AWS RCI).

### 4.6.1 SOLDADURA DE FUNDICION GRIS DE ALTA CALIDAD LIBRE DE INCLUSIONES Y ARENAS.

Esta varilla de hierro fundido permite obtener depósitos fáciles de trabajar con máquinas herramientas, cuando se usa una técnica apropiada de soldar.

Esta característica se debe a su contenido de silicio, que es superior al que se usa normalmente en la fundición gris. Para controlar la fluidez del metal fundido, la soldadura contiene una apropiada cantidad de fósforo.

### 4.6.2 USOS

Esta varilla se usa especialmente en reparaciones de piezas de piezas de hierro fundido para lo cual el trabajo debe estar sujeto a un pre y post calentamiento apropiado.

Dimensiones en pulgadas	Dimensiones en mm	Longitud en mm	Varilla x kg. aprox.
1/8" x 1/8"	3,2 x 3,2	500	22
3/16" x 3/16"	4,8 x 4,8	500	11
5/16" x 5/16"	7,9 x 7,9	500	5

NOTA: Se recomienda el uso de fundente para bronce.

## SEGUNDA PARTE

PRACTICAS DE TALLER: Encendido del soplete y soldadura de metales con y sin material de aporte.

### 5.0 PASOS PARA EL ENCENDIDO DEL SOPLETE

El encendido de soplete lo podemos efectuar de dos formas con eficiencia y seguridad.

#### Método A

- 1) Compruebe que el equipo está completamente armado y las válvulas del soplete cerradas.

- 2) Después de seguir las reglas indicada antes, abra las válvulas principales, de los cilindros o de las líneas de gas.
- 3) Establezca la presión deseada en los manómetros, metiendo los tornillos ajustadores de presión uno por uno.
- 4) Sostenga en soplete en una mano con las válvulas hacia arriba.
- 5) Sostenga el encendedor con la otra mano
- 6) Abra la válvula de acetileno del soplete 1/4 de vuelta o menos.
- 7) Mantenga el encendedor cerca de la boquilla y encienda el gas.
- 8) Abra completamente la válvula del acetileno (o menos) del soplete.
- 9) Abra despacio la válvula de oxígeno del soplete completamente o menos.

## **Método B**

- 1) Compruebe que el equipo este completamente armado y las válvulas del soplete cerradas.
- 2) Después de seguir las reglas indicadas antes, abra las válvulas principales de los cilindros o de las líneas de gas.
- 3) Tome el soplete y ábrale completamente o menos la válvula de acetileno.
- 4) Introduzca el tornillo ajustador de presión del acetileno lentamente (del regulador) hasta que empiece a fluir un poco de gas en el soplete.
- 5) Sostenga el encendedor en la otra mano y encienda el gas.
- 6) Siga introduciendo el tornillo ajustador de presión del acetileno lentamente, hasta que la llama deja de humear y esta entre 1/8 pulgada y 3/16 pulgada, de separación de la boquilla.
- 7) Regrese la válvula de acetileno del soplete que hasta que la llama toque la boquilla.
- 8) Abra totalmente la válvula de oxígeno del soplete (o menos).
- 9) Introduzca el tornillo ajustador de presión del oxígeno lentamente, observando la llama. Aparecerá un cono interior brillante al cual se le da el nombre de pluma.
- 10) Siga introduciendo el tornillo ajustador de presión hasta que la pluma desaparece. La llama que ahora se ve es conocida como llama neutra. Este tipo de llama se usa en la mayoría de las soldaduras. Aumentando el oxígeno se producirá una llama oxidante.

Debe tenerse cuidado en ambos métodos. Si se abre demasiado rápido el acetileno la llama quedará fuera de control. Si el oxígeno se abre demasiado rápido la llama se apagará.

NOTA: Nunca apunte la llama hacia cualquier persona, cilindro, tubería o material inflamable.

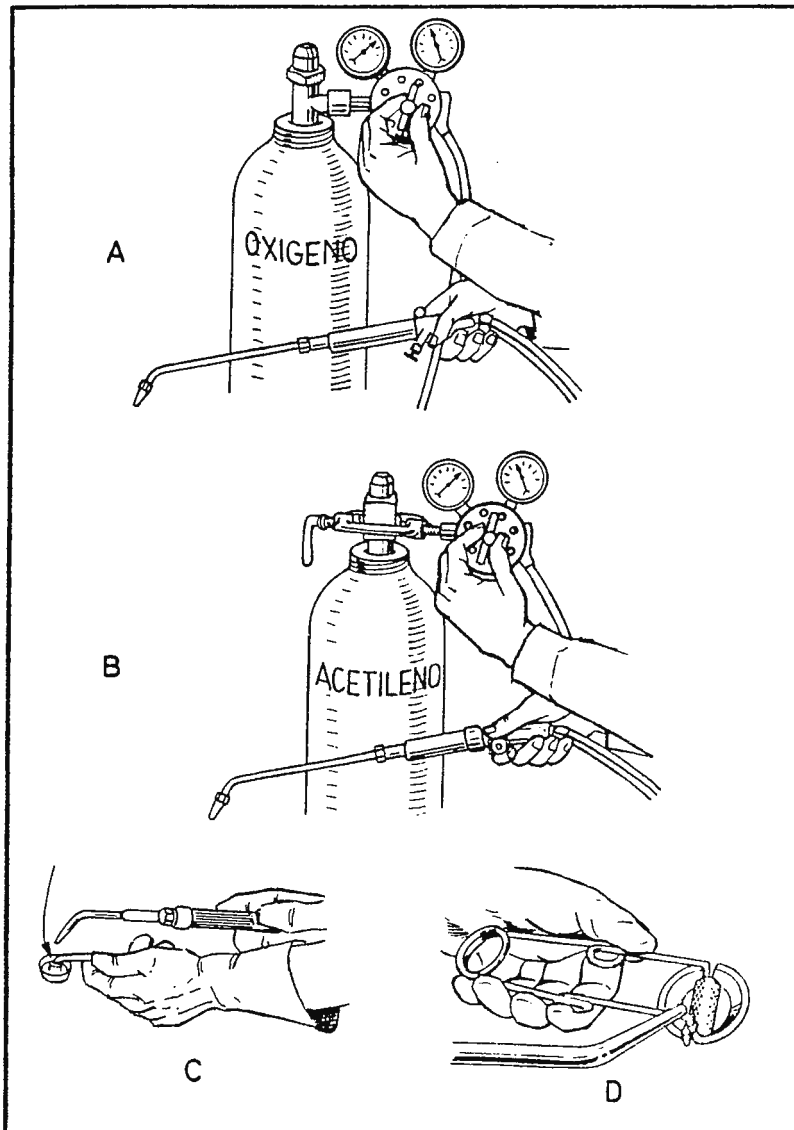


Fig. 3 Encendido del Soplete

### 5.1 PASOS PARA EXTINGUIR LA LLAMA.

- 1) Cierre totalmente la válvula de acetileno del soplete.
- 2) Cierre totalmente la válvula de oxígeno del soplete.
- 3) Debe recordar que para cerrar las válvulas que están hacia arriba se debe girar hacia la derecha.

La válvula de acetileno se cierra primero para evitar depósitos de carbón en la boquilla. Además, si el soplete está muy usado, las válvulas de aguja cierran con dificultad por el desgaste. Si se cierra la válvula de oxígeno primero, y luego la de acetileno, puede quedarse una pequeña llama en la boquilla alimentada por el gas que deja pasar la válvula. Cuando se cierra el acetileno primero, el oxígeno apaga cualquier llama que quede, igual que se apaga una cerilla.

NOTA: Cualquier señal de una válvula de aguja desalineada debe reportarse inmediatamente al instructor.

## 5.2 PASOS PARA CORRER CORDONES SIN MATERIAL DE APORTE.

- 1) Consiga una pieza de acero dulce  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{16}$ "
- 2) Prepare el equipo de soldadura. Acuérdesse de obtener la llama neutra.
- 3) Mantenga la punta del cono interior a  $\frac{1}{8}$ " sobre el metal, apuntando en la dirección en que se va a soldar. El ángulo correcto entre el soplete y el metal debe de ser de 45 grado aproximadamente.
- 4) Mantenga la llama en un lugar hasta obtener un charco de metal fundido de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro.
- 5) Mueva la llama lentamente sobre el metal, conservando siempre la punta del cono interior  $\frac{1}{8}$ " más arriba que el metal. A medida que avanza la llama lentamente, el charco avanza también.
- 6) Observe cuidadosamente el charco. Si el soplete avanza muy rápido el cordón será más delgado, y las ondulaciones serán puntiagudas en lugar de redondas. Por otro lado si el soplete se mueve muy despacio, se producirá un hoyo en el metal.
- 7) Lo más importante es la velocidad correcta. Practique este ejercicio hasta que pueda correr un cordón recto, con ondulaciones redondas sin hoyos, y con anchura constante a todo lo largo.

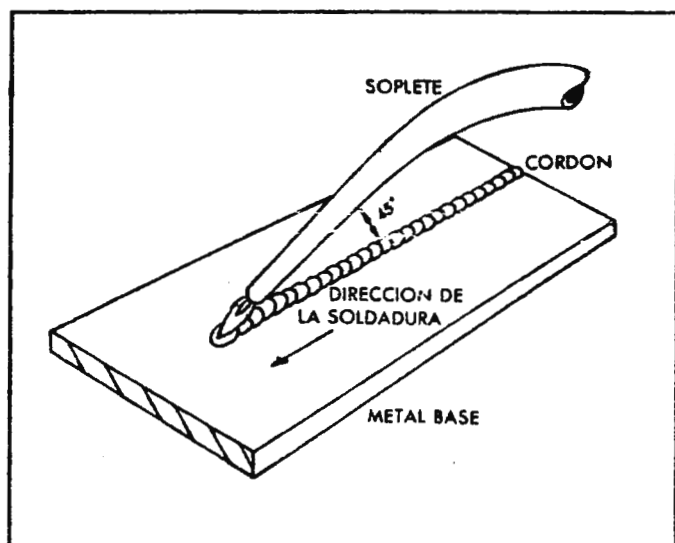


Fig. 6 Procedimiento para correr un cordón sin varilla de soldadura

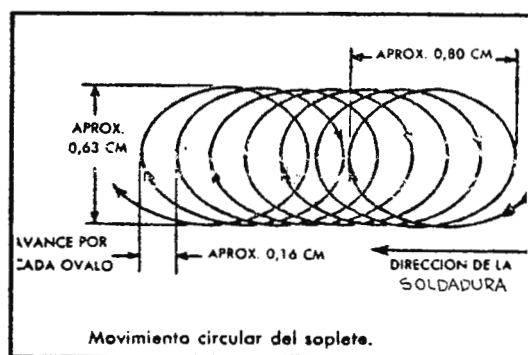


Fig. 5 Movimiento circular del soplete

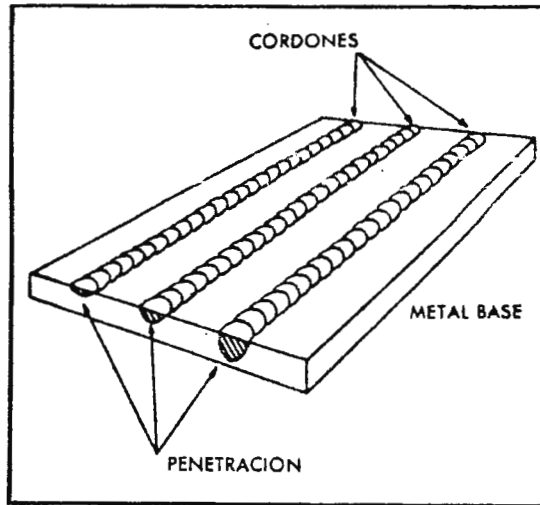


Fig. 6 Penetración de la soldadura

### 5.3 PASOS PARA CORRER UN CORDON CON MATERIAL DE APORTE

- 1) Obtenga una pieza de metal de  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{16}$ "
- 2) Prepare el equipo de soldadura.
- 3) Prosiga como en el ejercicio anterior para hacer un pequeño charco.
- 4) Cuando se establezca el charco de soldadura en el centro del charco de fundición.
- 5) Tenga cuidado. Si se pone la varilla en otro lugar que no sea el centro del charco, se pega al metal.
- 6) Si la varilla de soldadura se pega, no intente despegarla tirando de ella. Simplemente ponga la llama en el punto en que está pegada la varilla, y ésta se desprenderá al fundirse.
- 7) Debe agregarse la misma cantidad de varilla de soldadura cada vez para producir una soldadura uniforme.
- 8) La soldadura debe verse igual a la hecha sin varilla, excepto que esta tiene relieve sobre la superficie del metal.
- 9) No permita que la varilla de soldadura se funda y caiga sobre el charco. La varilla debe ponerse en el centro del charco y dejar que se funda.
- 10) Agregando mucha varilla de soldar se aumenta el relieve de la soldadura. Esto puede hacerse metiendo rápido la varilla en el charco. Agregando lentamente la varilla se logran soldaduras más planas.
- 11) Practique este ejercicio hasta que obtenga soldaduras tersas y limpias. Generalmente  $\frac{1}{16}$ " que sobresalga la soldadura es suficiente; esto se llama refuerzo.

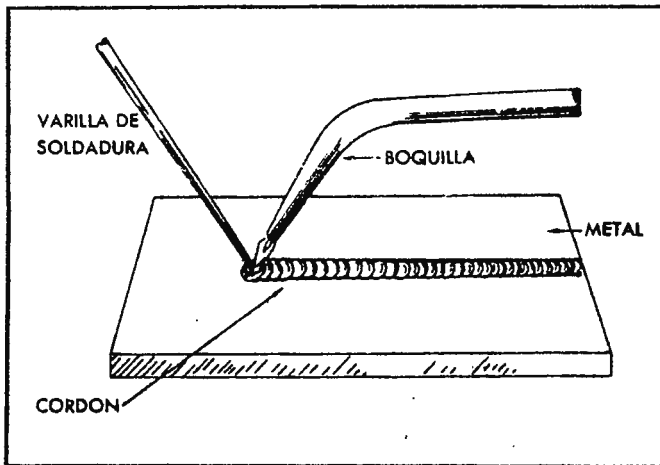


Fig. 7 Corrimiento de un cordón con varilla de soldar

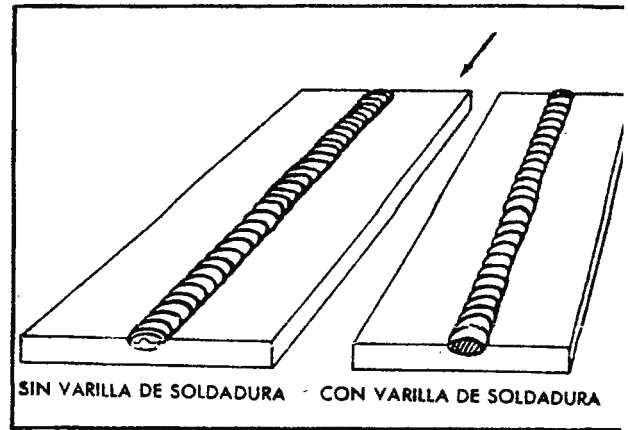


Fig. 8 Comparación de soldaduras hechas con y sin material de aporte

### TERCERA PARTE

#### 6.0 CUESTIONARIO

- Nombrar las tres partes de una llama.
- Nombrar los diferentes tipos de llama.
- ¿Cuál es la llama correcta para la mayoría de las soldaduras ?
- ¿Cuales son los efectos de la llama oxidante en el acero ?
- ¿Cuales con los efectos de la llama carbonizante en el acero ?
- ¿Cual es la diferencia entre una llama oxidante y una neutra ?
- ¿Cuales son los dos metodos seguidos por las soldadores para saber si se está usando la llama corecta ?
- ¿Por qué es mas peligrosa una llama en retroceso que una contraexplosión?
- En caso de una llama en retroceso ¿Por qué se sierra primero la válvula de oxígeno del soplete ?
- Nombrar dos razones por la que se produce una llama en retroceso.
- Cuando se esta corriendo un cordón sin material de aporte. ¿Cuales son los resultados de:
  - a) ¿ Mover el soplete muy rapido ?
  - b) ¿ Mover el soplete muy lento ?
- Describir los resultados producidos cuando se cambia el ángulo del soplete?
- ¿ Con qué objeto se usa la varilla de soldadura ?

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

- ¿Cuál es el resultado de introducir demasiado rápido la varilla de soldadura ?
- Comparar las características de dos buenas soldadura al haberse hecho sin varilla .

**TABLA. SELECCION DEL PICO PARA SOLDAR CON ACETILENO**

Espesor del Metal		Tamaño del *	Tamaño de la Varilla *		Presión del Oxígeno	Presión del Acetileno
Pulg.	mm.	Pico HARRIS	pulg.	mm.	Lb/pulg.2 (P.S.I)	Lb/Pulg.2 (P.S.I.)
3/64"	1.2	2	1/16"	1.6	2	2
1/16"	1.6	3	1/16"	1.6	3	3
3/32"	2.4	4	3/32"	2.4	4	4
1/8"	3.2	5	1/8"	3.2	5	5
3/16"	4.8	6	5/32"	4.0	6	6
1/4-3/8"	6.3-9.5	7-9	3/16-1/4"	4.8-6.3	7-9	7-9

\*Los tamaños del pico y de la varilla soldadora pueden variar de acuerdo con la preferencia del operador. Esta tabla debe servir como guía o referencia

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

UNIONES BASICAS DE  
SOLDADURA

## PROCESOS DE SOLDADURA I LABORATORIO No. 3.0

### OBJETIVOS :

- Conocer las uniones básicas de soldadura.
- Efectuar pruebas a las unidades (destructivas y no destructivas).
- Conocer los métodos para efectuar las uniones con o sin material de aporte.

### PRIMERA PARTE

#### 1.0 UNIONES

Después de aprender a hacer soldaduras con varilla de soldadura y sin ella, el siguiente paso es aprender a ensamblar dos piezas de metal con diferentes uniones y soldar estas unidades con éxito. Algunas uniones pueden soldarse con varilla .

La mayoría de las soldaduras hechas en la industria son uniones de piezas de metal para obtener formas particulares: Un automóvil, un barco, o un tren. Existen solamente cinco tipos básicos de unión pero en estos existen muchas variantes.

#### 1.1 PENETRACION

Los ejercicios anteriores para correa cordones nos muestran que el ángulo del soplete y la velocidad con que se le mueve afectan a la cantidad de penetración. Existe un tercer punto a considerar en las uniones de soldadura. Es el entrehierro o distancia entre las dos piezas de metal . Hay demasiada penetración si:

1. El ángulo del soplete es muy grande.
2. La velocidad del soplete es muy baja.
3. El entrehierro o distancia entre las piezas es muy grande.

Hay poca penetración si:

1. El ángulo del soplete es muy pequeño.
2. La velocidad del soplete es muy alta.
3. El entre hierro o distancia entre las dos piezas es muy pequeño.

#### 1.2 SOLDADURA POR PUNTO

Si dos piezas de metal se colocan según el diseño que se desea, se caeran, moveran o desalinearan mientras que se incia la operación de soldadura. Para evitar esto, se mantienen en su posición por el método que se llama **soldadura por puntos**. Las soldaduras por puntos evitan que los metales se muevan. Estan formadas por pequeñas soldaduras de aproximadamente  $\frac{1}{4}$ " de largo, en diferentes lugares de la unión. Las soldaduras por puntos son hechas generalmente con varilla de soldadura.

## 2.0 LA UNION A ESCUADRA

Cuando se sueldan dos piezas de metal formando una "carpa", la unión es llamada unión de escuadra. Una unión de escuadra puede soldarse con varilla de soldadura o sin ella. Esta unión se usa en la manufactura de artículos tales como cajas, tanques, y guardas de maquinaria. Debido a que esta unión requiere poca preparación, es ampliamente usada en la industria. La soldadura debe penetrar el espesor total de metal. Las partes superior e inferior de la soldadura deben tener ondulaciones suaves. Debe tenerse cuidado cuando se ensambla una unión a escuadra si se quiere una penetración total.

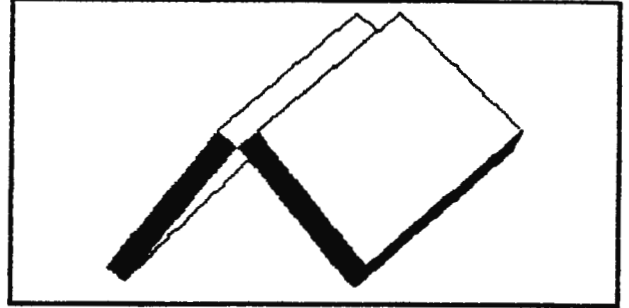


Fig. 1 Unión a escuadra

## 3.0 LA UNION DE CANTO

La unión de canto es algunas veces llamada unión de brida, y es mas usada con metales de calibre ligero. Puede soldarse con varilla de soldadura o sin ella. Sin embargo, se hace generalmente con varilla porque las bridas proveen suficiente material para el relleno de la unión. Cuando se termina, esta unión tiene apariencia cimlar a la unión de tope.

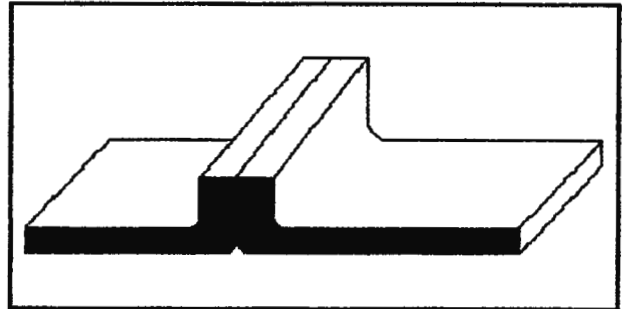


Fig. 2 Unión de canto o brida

## 4.0 LA UNION DE TOPE

La unión de tope es la unión mas usada en la industria por la simplicidad de ensamble. Casi el 70% de todas las uniones usadas en la industria son atope. En esta unión siempre se usa varilla de soldadura.

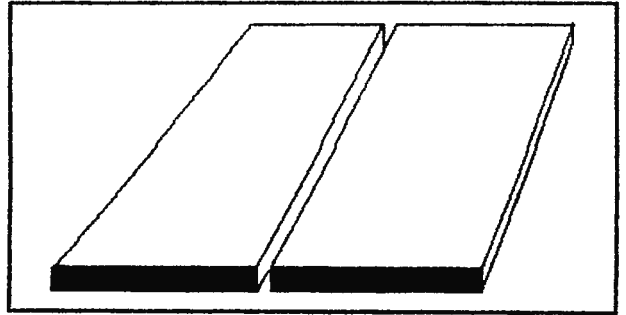


Fig. 3 Unión a tope

## 5.0 LA UNION TRASLAPADA

La unión traslapada es usada en lugar de la unión a tope. En lugar de poner los extremos juntos, se sobreponen. Un buen ejemplo está en los tanques de combustible. La soldaduta usada para unir las piezas de metal se llama **soldadura de filete**. Es necesario usar varilla de soldadura en la unión traslapada. (ver practica).

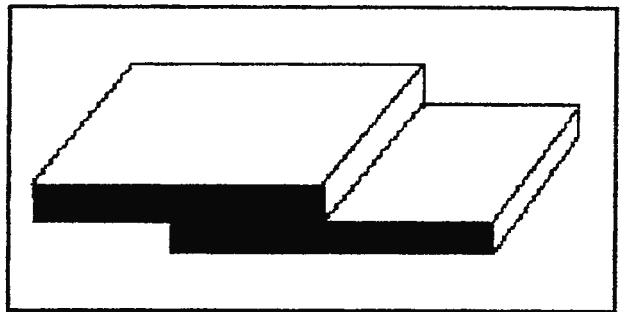


Fig. 4 Unión traslapada

## 6.0 LA UNION T

La unión de T es la última de las cinco uniones básicas mencionadas. Esta unión se usa extensamente en la industria. Aproximadamente el 30% de todas la uniones, son uniones T. Esta unión se asemeja a la letea "T" invertida. Las uniones T se conectan con soldadura de filete y se requiere una varilla de soldadura para esta unión. (ver practica).

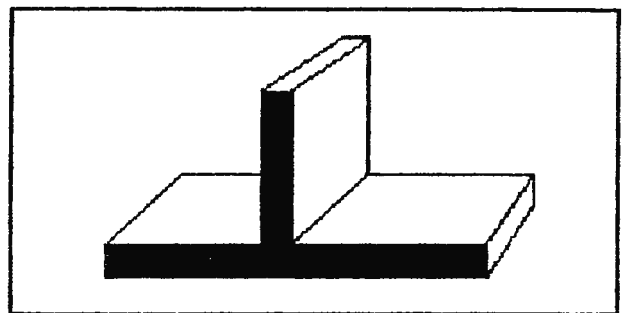


Fig. 5 Unión en T

## 7.0 PRUEBAS DE LAS UNIONES

Todas las uniones soldadas deben ser tan fuertes como los metales que se unieron o mas, si se siguió el procedimiento correcto. En esta guia se discutiран los procesos o pruebas de las uniones, por qué son hechas estas pruebas, algunos terminos que se refieren a las uniones, y los defectos encontrados en éstas.

## 7.1 PROBANDO UNIONES

La primera prueba de cualquier unión es la inspección visual, la cual verifica la apariencia limpia, ondulaciones suaves, sobresalir muy poco, y no tener hoyos. Si la unión pasa de la primera prueba, debe continuar su comprobación para asegurarse de que es una buena soldadura a todo lo largo del metal. Las uniones se prueban con métodos destructivos y no destructivos.

## 7.2 PRUEBAS DESTRUCTIVAS

En una prueba destructiva, la soldadura es doblada, torcida o estirada para verificar que no haya fallas. Estas son pruebas sencillas que pueden llevarse a cabo en cualquier taller de soldadura sin necesidad de equipo costoso. El método más sencillo de probar es el de poner la unión en la parte superior de un yunque con unas pinzas o cogerla en un tornillo de banco. La unión debe cogerse lo más cerca posible de la soldadura. Después de colocarla como se describió, entonces es golpeada varias veces con un martillo.

Las cinco uniones básicas pueden probarse de la siguiente manera:

1. La unión a escuadra debe manifestarse hasta que este plana. (Fig. 6)
2. La unión a tope debe doblarse hasta que forme una "U". (Fig. 7)
3. A la unión T se le debe martillar la pieza vertical hasta que quede horizontal.
4. La unión traslapada debe martillarse hasta que se parezca a una unión T. (Fig.8).
5. La unión de canto debe abrirse y doblarse hasta que se asemeje a una unión de tope.

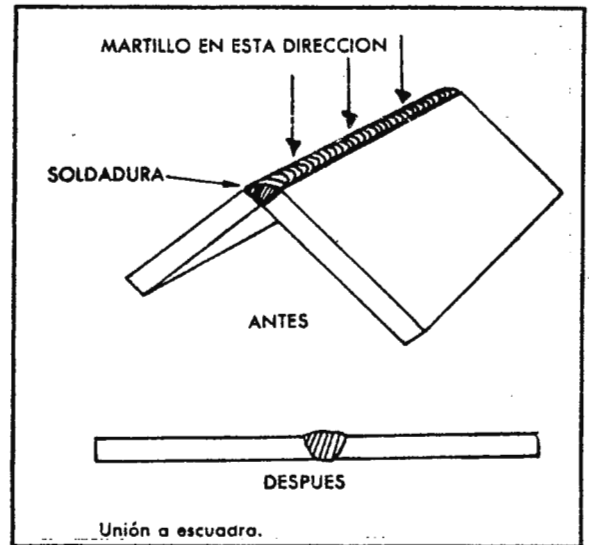


Fig. 6 Prueba de la unión a escuadra

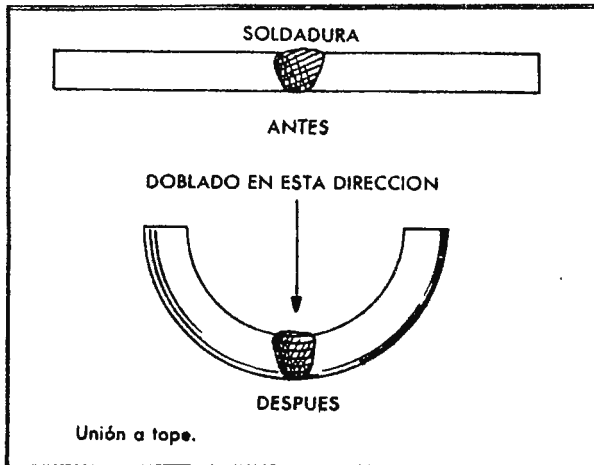


Fig. 7 Prueba de la unión a tope

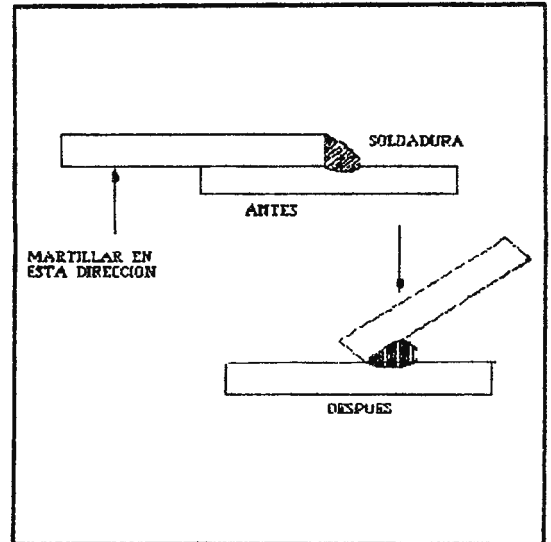


Fig. 8 Prueba de la unión traslapada

### 7.3 PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Todas las pruebas anteriores han sido destructivas. En la industria estas pruebas no son siempre posibles, especialmente si la soldadura es parte de un montaje grande que ya ha sido fabricado. Las siguientes son algunas de las pruebas no destructivas usadas en la industria.

1. Prueba de rayos X o rayos gama. Se toman radiografías de la soldadura. Los defectos se ven en una forma muy similar a las de los huesos rotos en la radiografía de un ser humano. Este método es generalmente usado en las grandes tuberías y calderas.
2. Prueba del estetoscopio o de sonido. El inspector golpea la soldadura con un pequeño martillo y escucha que con el estetoscopio. Por el sonido, él puede decir que soldaduras tienen defecto. Esta prueba es similar a la que hace un médico usando el estetoscopio para escuchar el sonido de un pecho humano. Para efectuar esta prueba con exactitud, se requiere muchos años de experiencia.
3. Pruebas magnéticas. Las pruebas magnéticas son de dos tipos:
  - a) Se cubre la soldadura con hierro pulverizado. Luego se establece una carga magnética a través de la soldadura, y las partículas de hierro se unieran en las fallas o roturas.
  - b) Se mezclan limaduras de hierro con parafina y se pintan con esta mezcla las soldaduras limpias y pulidas. La soldadura es entonces magnetizada por una fuerte corriente eléctrica. Si hay una rotura o falla en la soldadura, las partículas de hierro se pegaran a los fillos de la raya mostrando una marca oscura delgada como un cabello.

## 7.4 LAS CARACTERÍSTICAS QUE SE SUJETAN A PRUEBA

Durante la operación de soldar, pueden producirse ciertas propiedades si se desean. Por ejemplo algunas soldaduras pueden requerir dureza, y algunos pueden adquirir resistencia. Otras pueden necesitar doblarse en algunas formas después de que fueron hechas. Un estudiante debe estar familiarizado con los términos usados para describir estas propiedades. De hecho, él estará probando algunas de estas propiedades en las sencillas pruebas de taller ya descritas.

Una soldadura fuerte que resiste el estirado se dice que tiene alta resistencia a la tensión. Por tanto, resistencia a la tensión es la capacidad de una soldadura para resistir el estiramiento.

Una soldadura que puede doblarse o cambiarse de forma sin que se quiebre, se dice que tiene una buena ductilidad. A la unión a tope se le prueba siempre la ductilidad.

Una soldadura que no puede ser penetrada por otro material, tiene alta calidad de dureza. Por supuesto, esa soldadura, tendrá limitadas aplicaciones en la industria.

## 7.5 TÉRMINOS APLICADOS EN LA SOLDADURA

Se dan ciertos nombres a las diferentes partes de una soldadura para identificarla mejor. Así es más fácil referirse a fallas en el borde o en la raíz, como un medio de señalar las áreas defectuosas.

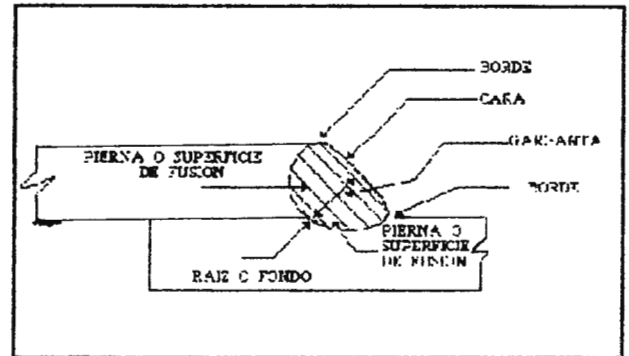


Fig. 9 Términos comunes aplicados a una soldadura

### 7.5.1 DEFECTOS EN LA SOLDADURA

Recuerde que una buena soldadura debe ser tan fuerte como el metal que une o más, si se llevaron a cabo los procedimientos correctos, sino se siguen los procedimientos correctos, ocurrirán fallas o defectos, originando que la soldadura falle en el servicio. Los defectos más comunes se enumeran junto con una causa probable.

En la soldadura de fusión, si el metal de relleno se funde sobre el metal base antes de que este se encuentre listo para recibirlo, resulta una fusión o adhesión pobre. Por supuesto que esto producirá una soldadura débil.

Los ayos con gas en la soldaduras algunas veces son llamados sopladuras o porosidades, (Debe mejorar la distancia de la boquilla con el metal base). La falta de penetración significa que la unión no fue fundida en

todo su espesor. (Verifique la preparación de los filos, use una boquilla mas grande, disminuya la velocidad del soplete o cambie el ángulo del soplete). El socavado es una ranura del metal que se fundió por un lado de la soldadura. La ranura ha sido rellena. (Corrija el ángulo del soplete o use un soplete mas pequeño).

## 7.6 PREPARACION DE LOS BORDES

Los bordes de las piezas a soldar deben limpiarse totalmente de impurezas, pinturas, grasas y oxidaciones.

La limpieza se realiza por piqueteo, con muela o si es excesiva la suciedad con ácidos.

Para piezas cuyo espesor no pasa de 4mm, basta hacer esta limpieza previa como preparación para soldar.

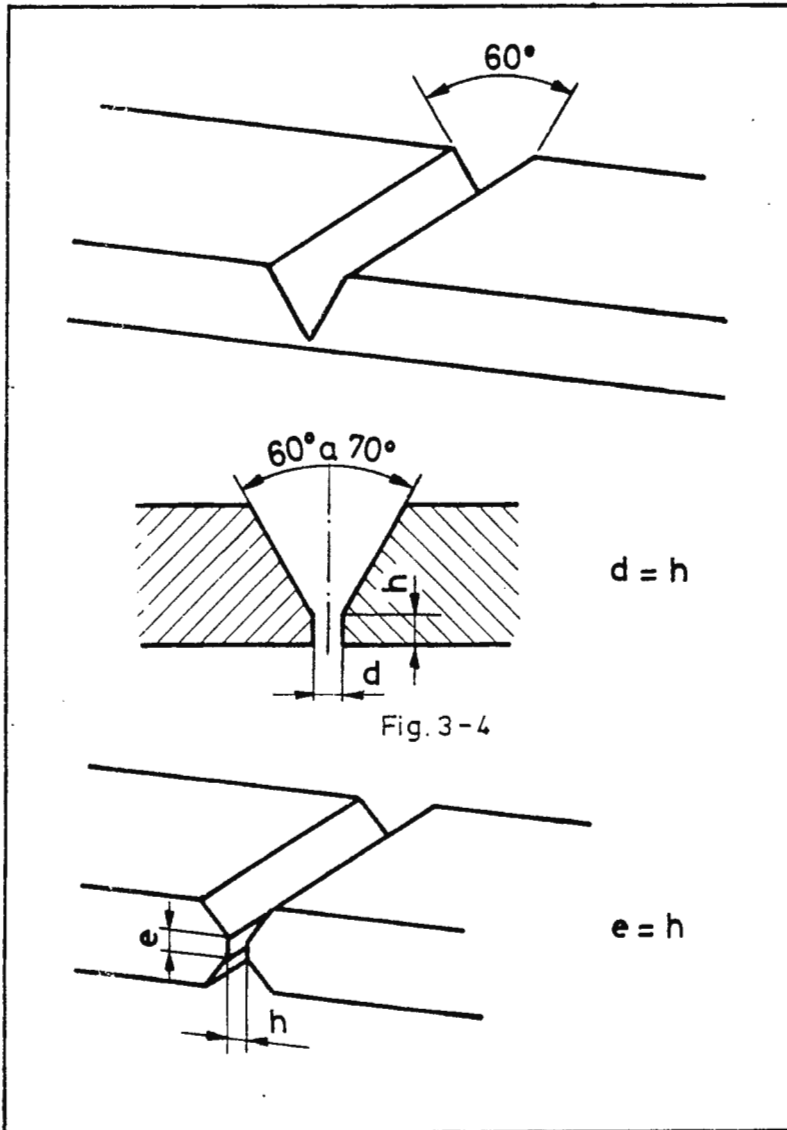
A partir de los espesores se 5mm hay que achaflanar los bordes para conseguir buen calentamiento de la superficie y correcta penetración del metal fundido entre los bordes.

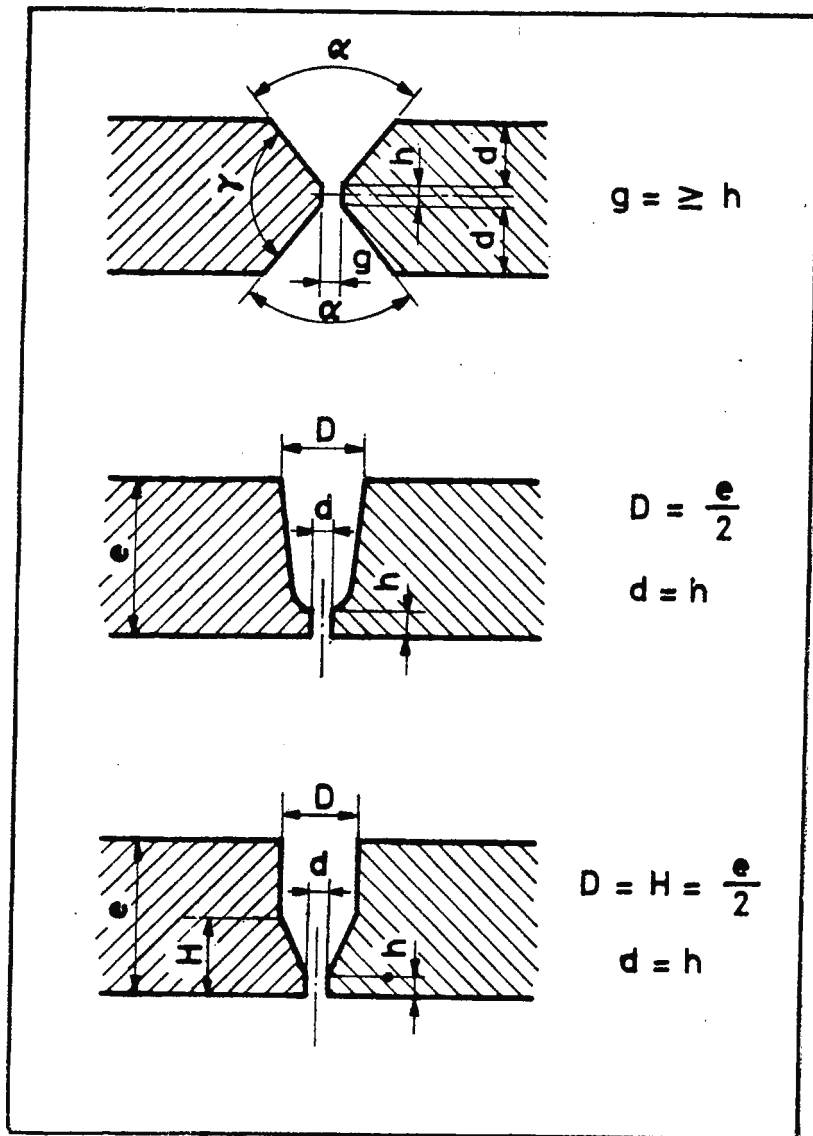
Para espesores de entre 5 y 14 mm, se hace el chaflán en V con ángulo de 60 a 70 grados. Conviene sin embargo, dejar un pequeño plano sin achaflanar, igual a la separación que se deja entre piezas, con lo cual se evita que la fusión resulte demasiado rápido.

En espesores superiores a 15mm, conviene achaflanar en doble V, siempre que sea posible soldar por ambas caras.

También en estos casos conviene dejar un espacio sin achaflanar igual o ligeramente superior a la separación que haya de dejarse entre las piezas.

El ángulo formado por las cara achaflanadas varia entre 60° - 70° .





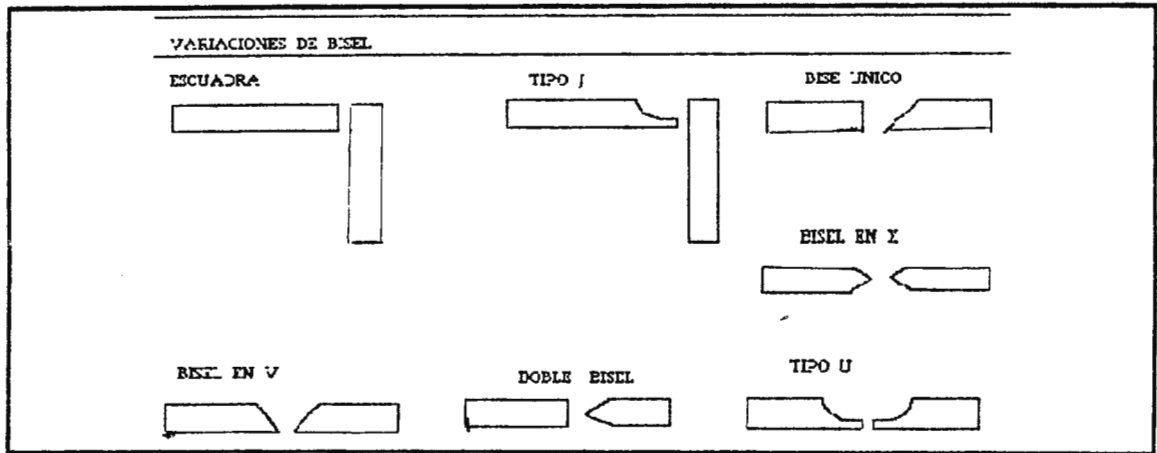


Fig. 12 Otras variaciones de bisel

## SEGUNDA PARTE

PRACTICA DE TALLER: Soldaduras de uniones con o sin material de aporte.

### 8.0 PASOS PARA HACER UNA SOLDADURA POR PUNTOS

- 1) Consiga dos piezas de metal de  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{16}$ " de espesor.
- 2) Prepare el equipo de soldadura y consiga una varilla de soldadura.
- 3) Coloque sobre el banco de soldadura las dos piezas de metal acostadas una al lado de la otra.
- 4) Encienda el soplete y ajústelo para obtener una llama neutra.
- 5) Aplica la llama a uno de los extremos de las piezas de metal.
- 6) Haga movimiento circular de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro con el soplete. Observe el metal cuidadosamente. Un pequeño charco de metal fundido aparecerá en cada pieza.
- 7) Agregue la varilla de soldadura como se hace al correr un cordón de soldadura. El metal de la varilla de soldadura fluirá, uniendo los dos charcos, para formar uno mayor.
- 8) Si los charcos no se unen al principio, muévalos con la varilla de soldadura y se unirán.
- 9) Siga el mismo procedimiento en el otro extremo de la unión y en el centro, efectuando tres soldaduras de punto.

### 8.1 PASOS PARA EL ENSAMBLE DE UNA UNION A ESCUADRA

- 1) Consiga dos piezas de metal de  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{16}$ "

- 2) Prepare el equipo de soldadura.
- 3) Consiga una tira de hierro ángulo.
- 4) Ponga el hierro ángulo en el banco de soldadura . Coloque las dos piezas de metal al lado del ángulo.
- 5) Asegúrese de que las piezas estén alineadas correctamente.
- 6) Efectué la soldadura por puntos en tres lugares. No puntée el metal con el ángulo de hierro.
- 7) Retire la unión del ángulo de hierro y sueldela.

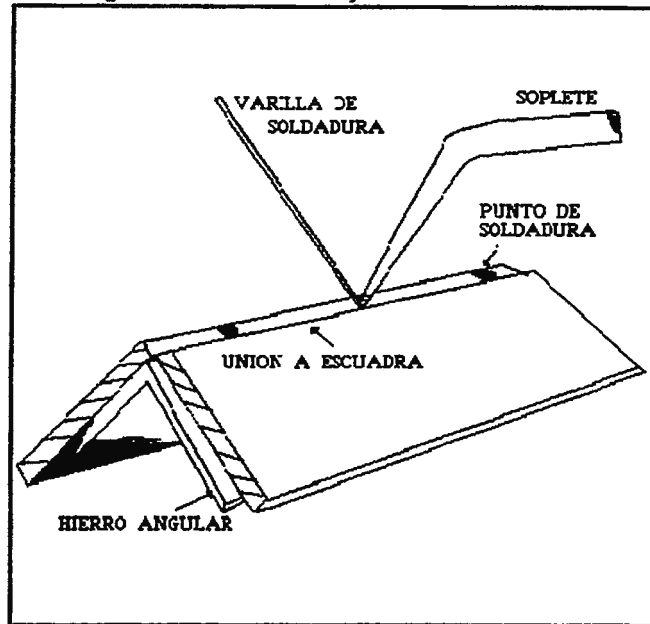


Fig. 13 Ensamble de una unión a escuadra.

## 8.2 PASOS PARA UNA SOLDADURA A ESCUADRA SIN MATERIAL DE APORTE

- 1) Ensamble de dos piezas de unión a escuadra.
- 2) Suelde con puntos la unión.
- 3) Haga un charco de metal fundido en ambas placas. Una los charcos moviendo ligeramente el soplete de un lado a otro.
- 4) Mueva el charco lentamente a lo largo de la unión, para obtener una buena penetración. La penetración puede verificarse volteando la unión después que se terminó la soldadura.

## 8.3 SOLDADURA DE UNA UNION A ESCUADRA CON MATERIAL DE APORTE

- 1) Repita los pasos 1 a 3 el procedimiento anterior.
- 2) Cuando la llama este calentando el material, ponga la varilla de soldadura dentro de la llama y cerca de la unión.
- 3) Cuando la varilla de soldadura esté al rojo, manténgala a esa

temperatura sacándola y metiéndola en la llama. Una vez que se establezca el charco de metal fundido, introduzca y saque la varilla en el charco con un movimiento rítmico. Al agregarle la varilla de soldadura, se hace que la soldadura sobresalga de modo que la parte superior queda convexa en lugar de cóncava.

En esta operación se hacen los mismos movimientos que cuando se corre un cordón con la varilla. La única diferencia es que en este caso se unen dos piezas de metal.

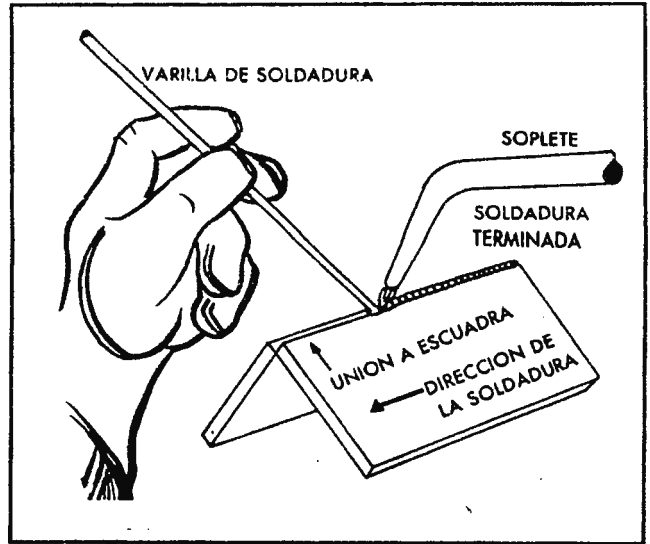


Fig. 14 Soldadura a escuadra con varilla de soldadura

## 8.4 PASOS PARA SOLDAR UNA UNION DE CANTO SIN VARILLA DE SOLDADURA

- 1) Consiga dos piezas de metal de  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{16}$ ."
- 2) Prepare la brida doblando el metal en un tornillo de banco o en una máquina dobladora. Note que la profundidad de la brida es igual al espesor de metal.
- 3) Prepare el equipo de soldadura.
- 4) Ensamble las dos piezas de metal y proceda a puntear la unión.
- 5) Empiece a soldar en un extremo de la unión. Observe el charco con cuidado, hasta que se funda el metal de la brida.
- 6) Prosiga a soldar a todo lo largo de la unión. Acuérdesese de avanzar lentamente. Para obtener una buena penetración.

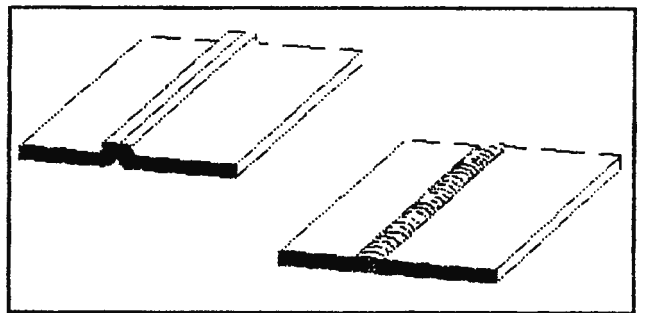


Fig. 15 Soldadura de la unión de canto

Para practicar las bridas ahorrando tiempo, ponga las piezas de metal una al lado de la otra, puntee y proceda a soldar. Los cuatro lados pueden usarse para practicar, volteando el metal.

Una prensa C puede mantener en posición las piezas del metal durante la soldadura.

## 8.5 PASOS PARA SOLDAR CON VARILLA UNA UNION TRASLAPADA

- 1) Consiga tres piezas de metal de  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{16}$ ."
- 2) Consiga una varilla de soldadura y prepare el equipo para soldar.
- 3) Coloque dos piezas de metal acostadas sobre el banco de soldadura como si fuera a hacer un unión a tope. Ponga la tercera pieza. Esto deja un traslape.

4) Puntee con soldadura en ambos extremos, asegurándose de que las piezas estén juntas. Use una prensa C, si es necesario, para asegurarse de que no quede espacio entre ellas. Solamente dos piezas son punteadas juntas. La tercera pieza es usada únicamente para sostener a la pieza de metal de la parte superior y no debe ser punteada con soldadura.

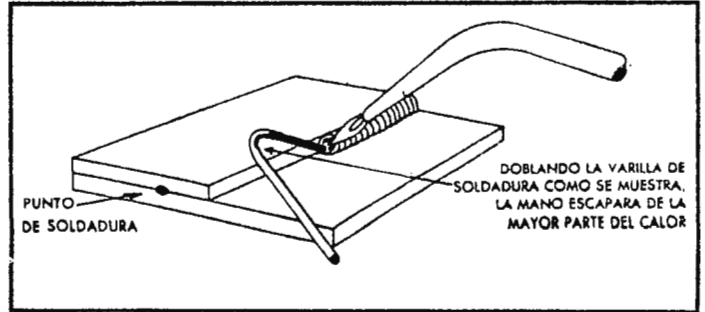


Fig. 16 Soldadura de una unión traslapada

- 5) Aplique la llama en un extremo y cuando ambas piezas empiecen a fundirse, inserte la varilla, y forme el charco de metal fundido.
- 6) Use el mismo procedimiento para los cordones rectos. Sin embargo tenga cuidado de no dejar que el filo superior de la pieza superior se funda demasiado rápido. Esto se llama socavado. Para eliminar esta posibilidad, el soplete debe dirigirse mas hacia la pieza inferior, y la varilla de soldadura debe conservarse en la parte superior del charco. Si hay un entrehierro o hueco entre las dos piezas de metal, la pieza superior se fundirá demasiado rápido.

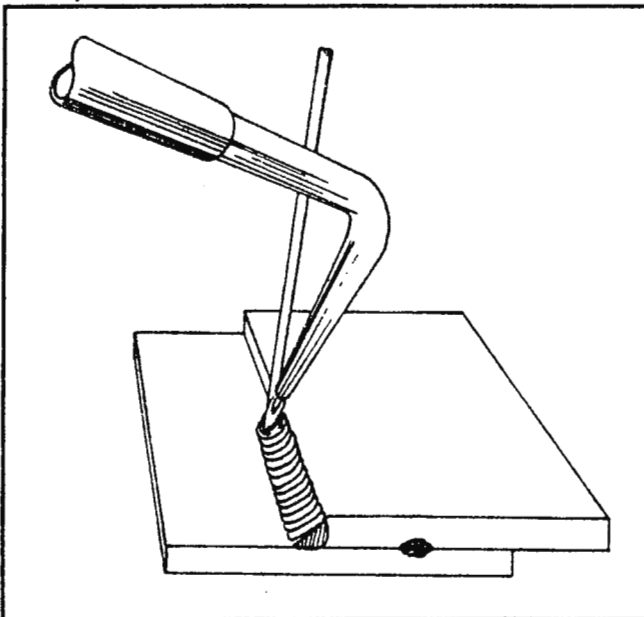


Fig. 17 Procedimiento para evitar socavado

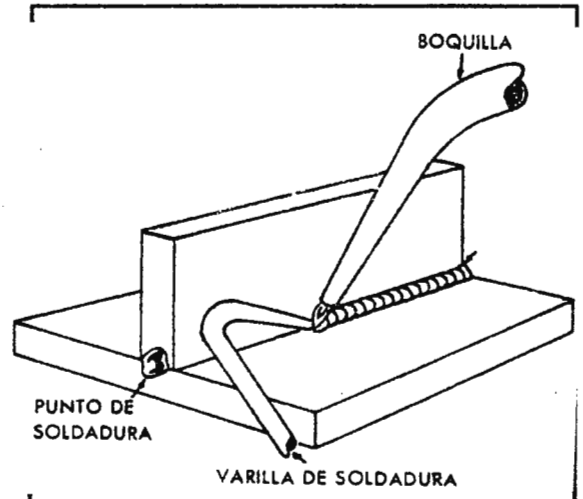


Fig. 18 Soldadura de una unión T

## 8.6 PASOS PARA SOLDAR UNA UNION T CON VARILLA DE SOLDADURA

- 1) Obtenga dos piezas de metal de  $4\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{3}{16}$ ."
- 2) Prepare el equipo de soldadura.
- 3) Ponga una pieza de metal acostada sobre el banco de soldar. Coloque la segunda pieza de canto parada sobre la superficie de la primera.
- 4) Usando una escuadra ordinaria, asegúrese de que la pieza vertical está en posición, formando un ángulo de  $90^\circ$  con la pieza horizontal.

- 5) Mantenga las piezas en posición con una prensa C, de algunas de abertura. Puntee la unión.
- 6) Quite la prensa C, y proceda a soldar la unión
- 7) Empiece en un extremo de la unión. Apunte el soplete a un ángulo de 60 grados con la horizontal.
- 8) Observe con cuidado el metal. Ambas piezas deben fundirse al mismo tiempo, será necesario cambiar el ángulo del soplete ligeramente.
- 9) Cuando se vaya a formar el arco o se haya formado, agregue la varilla de soldadura.
- 10) Mueva el soplete con un movimiento semicircular al rededor del charco. Al mismo tiempo, mueva la varilla de soldadura de la parte superior ligeramente hacia abajo del charco de metal fundido, en un movimiento de zigzag.
- 11) Evite el socavado de la pieza de metal vertical. Para ayudarse a evitar el socavado, mantenga la varilla de soldadura en la parte superior del charco el mayor tiempo posible.

## TERCERA PARTE

### 9.0 CUESTIONARIO

- ¿ Que pasaría si las uniones se forman sin usar las soldaduras por puntos?
- ¿Cuál es el propósito de las soldaduras por puntos ?
- ¿En cuál de las uniones se obtendrá mayor penetración y menor penetración?
- ¿Cuántas uniones básicas hay ?
- ¿Cuál es la función del ángulo de hierro en el ensamble de una unión a escuadra ?
- ¿ Por qué es necesario retirara la unión de hierro ángulo antes de hacer la soldadura ?
- ¿Cuál es el otro nombre de la unión de canto ?
- ¿ Por qué es innecesario el uso de varilla de soldadura en esta unión ?
- ¿ Qué otra unión es similar a una unión de canto terminada ?
- ¿ Qué otro método puede usarse para reemplazar la brida con el fin de prácticas ?
- ¿ Qué uniones se pueden soldar sin varilla de soldadura ?
- ¿ Diga cuál es la primera prueba que se hace a cualquier unión soldada.
- ¿ Cuáles son los dos métodos que se utilizan para comprobar una unión después de la prueba visual ?

- Nombre dos pruebas no destructivas.
- ¿ Que entiende por resistencia a la tensión ?
- ¿ Que se dice de una soldadura a la que se dobla o se le da forma sin que falle ?
- ¿ Para qué se prueban las soldaduras ?
- Describir una prueba destructiva.
- ¿ Cual es la diferencia principal entre una prueba destructiva y una no destructiva ?
- ¿ Qué se entiende por ductilidad y socavado ?
- ¿ Por qué tienen que ser tan fuertes las soldaduras como el metal que unen, o mas ? Mencione un ejemplo que compruebe su respuesta.
- Si una soldadura es tan fuerte como el metal que une o mas, ¿ dónde esperaría que fallara una pieza de ensayo sometida a la prueba de tensión si se aplicara fuerza suficiente en el estiramiento ?.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROCESOS PARA CORTES DE  
METALES CON OXIACETILENO.

## PROCESOS DE SOLDADURA I LABORATORIO No. 4.0

### OBJETIVOS :

- Conocer el equipo que se utiliza para el corte con oxiacetileno.
- Conocer los métodos que se utilizan para efectuar los diferentes cortes.
- Tener en cuenta siempre las normas de seguridad que se deben seguir para efectuar un corte.
- Que al finalizar esta práctica, el operario tenga habilidad y destreza en el corte de metales.

### PRIMERA PARTE

#### 1.0 PRINCIPIOS DEL CORTE CON OXIACETILENO

Este se basa en el principio de oxidación del metal, que se produce al proyectar sobre el material calentado a la temperatura de ignición, y un chorro fino de oxígeno a presión, logrando que se quemé en la línea de cortadura.

El corte con autógena, o como es llamado algunas veces, quemado con oxiacetileno, se usa solamente para separar (cortar) metales ferrosos.

La fundición del metal juega una parte de poca importancia en el corte con oxi-acetileno. Lo que realmente se lleva a cabo es la oxidación del metal.

Cuando un metal ferroso se calienta al rojo vivo y luego es expuesto al oxígeno puro, se produce una reacción química entre el metal caliente y el oxígeno. Esta reacción, llamada oxidación produce una gran cantidad de calor.

#### 1.1 REGLAS DE SEGURIDAD PARA EL CORTE CON OXI-ACETILENO

Ya que en este proceso se usa equipo de oxi-acetileno, son aplicables las reglas que se aprendieron (Guía I). Deben usarse las gafas, los guantes, y la ropa de protección. Sin embargo, hay reglas adicionales que deben observarse.

1. El área de trabajo debe estar libre de artículos innecesarios.
2. Debe tenerse el cuidado de protegerse, a si mismo y a los demás de las chispas que saltan.
3. Asegúrese de que el metal que esta cortando esté correctamente apoyado y balanceado de modo que no vaya a caerle en los pies o sobre las mangueras.

4. Asegurese de que haya espacio libre por debajo, para permitir que la escoria del corte se desprenda libremente del metal.
5. Debe prestarse especial atención a la colocación de las mangueras y materiales inflamables.
6. Debe tenerse cuidado al iniciar el corte. Si se usa un método inadecuado, puede saltar el metal caliente a la cara del operador.

## **2.0 EQUIPO DE CORTE CON OXI ACETILENO**

El equipo básico requerido para el corte es similar al requerido para soldar, o sea, abastecimiento de gas, mangueras, reguladores y soplete. Los mismos cilindros usados para soldar pueden usarse para el corte. Debido a que este proceso usa mas oxígeno, el sistema multiple es mejor. Se puede usar la misma manguera que la utilizada para soldar, pero donde hay trabajos grandes o continuos de corte, se quiere una manguera de mejor diámetro. Esto asegura un abastecimiento adecuado de gas. Se usa el mismo tipo de reguladore, sin embargo, si es mucho lo que se corta, se requerirán reguladores capaces de producir presiones mucho mas altas. El soplete de corte es muy diferente del soplete para soldar.

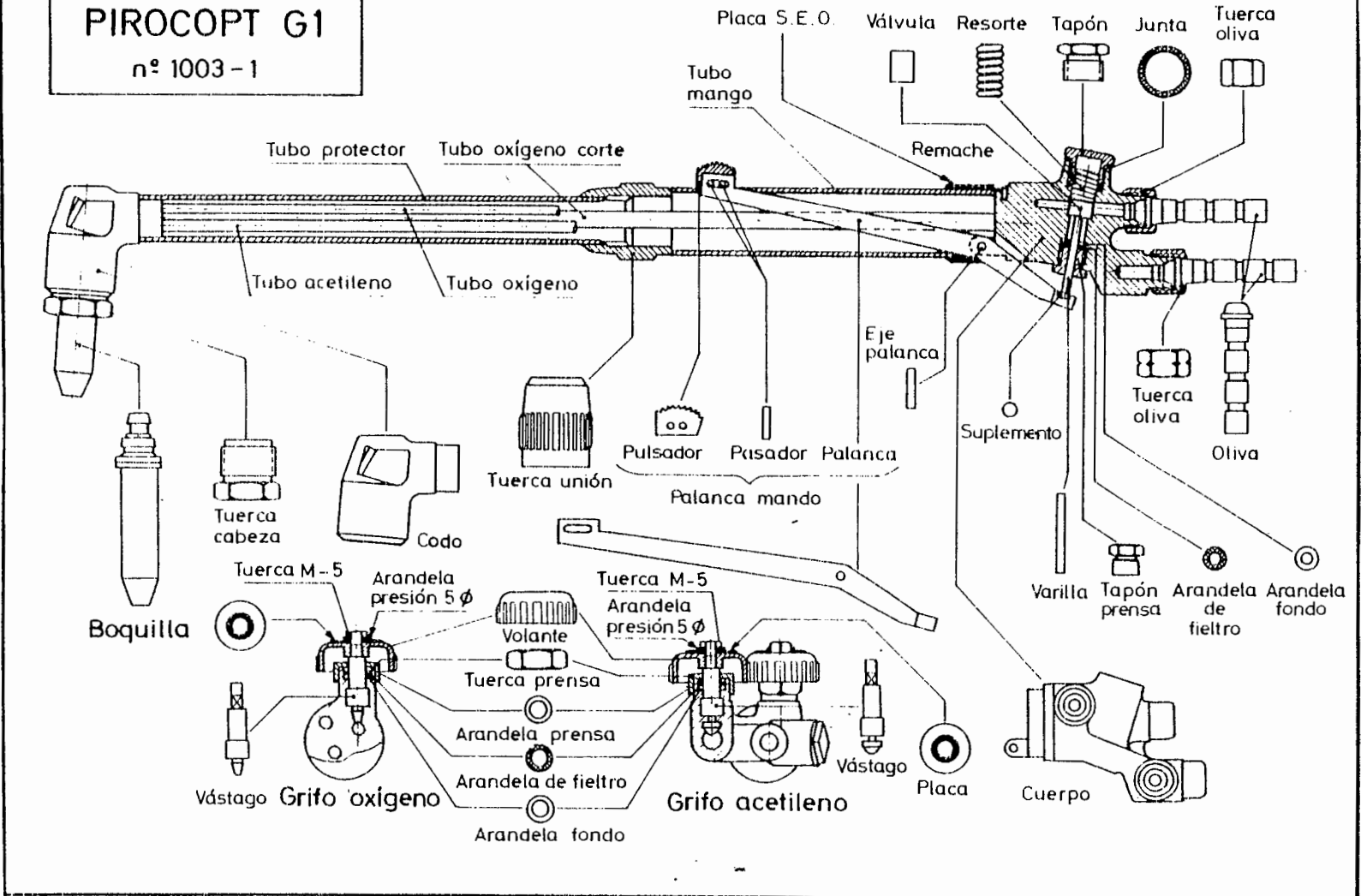
## **3.0 EL SOPLETE DE CORTE CON OXIACETILENO**

El proposito del soplete de corte es proporcionar la llama para precalentar el metal y producir el flujo de oxígeno puro para el corte.

En el soplete de corte, las válvulas de acetileno y de oxígeno atrás, controlan las llamas de precalentamiento. La palanca controla el chorro de oxígeno de alta presión para efectuar el cote.

El método para mezclar los gases en un soplete de corte es igual al usado en el soplete para soldar; esto es, mesclandose a la misma presión o usando el principio del inyector.

SOPLETE DE CORTE  
**PIROCOPT G1**  
 nº 1003-1



UNIVERSIDAD DON BOSCO

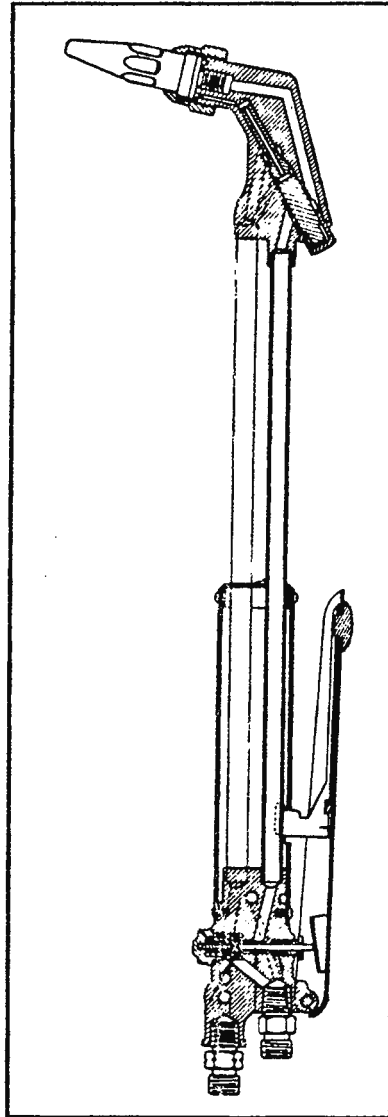


Fig. 2 Soplete de corte

### 3.1 ACCESORIOS PARA CORTE

Algunas veces, en lugar de usar un soplete de corte, se agrega un accesorio para corte al mango del soplete para soldar. Este hará la misma función que el soplete de corte. Sin embargo, con el accesorio de corte habrá tres válvulas (dos de oxígeno y una de acetileno), y una palanca para corte.

Debe entenderse claramente que con el accesorio para corte, la válvula de oxígeno normal en el soplete no controla el abastecimiento de oxígeno. El abastecimiento de oxígeno debe controlarse con la válvula de accesorio. Por esta razón, la válvula de oxígeno del soplete debe estar completamente abierta todo el tiempo que se esté usando el accesorio de corte. Si esta válvula no se deja abierta se tendrán contraexplosiones con mucha facilidad, con perjuicios para el soplete.

Las personas que usan equipo de oxiacetileno sin estar familiarizado con él, se pone en peligro a sí mismo y también a los demás. Hay una regla que debe ser siempre observada cuando se usa un accesorio para corte. Asegúrese siempre, cuando pase de la operación de corte a la de soldar, que las presiones sean reducidas en los reguladores y no en la válvula de soplete.

Supongamos que usted está trabajando con oxígeno a 20 psi y acetileno a 3 psi para cortar y cambia la boquilla número 2 para soldar. Ahora usted debería estar usando 2 psi de oxígeno y 2 psi de acetileno si el soplete es del tipo de presiones iguales.. Si trata de ajustar las presiones con las válvulas del soplete, en lugar de usar los reguladores, la alta presión del oxígeno forzará a este dentro de la manguera de acetileno; inmediatamente se acumulará una mezcla altamente explosiva en la manguera del acetileno. Cuando esto sucede, el manómetro del regulador de acetileno muestra un aumento de presión, a pesar de que no se ha hecho ningún cambio en el tornillo de ajuste de presión.

### 3.2 BOQUILLAS PARA CORTAR

Las boquillas para cortar están hechas con un anillo de agujeros que rodea al agujero de oxígeno para cortar. Cada uno de estos agujeros proporciona llama de precalentamiento, distribuyendo uniformemente el calor alrededor del chorro de oxígeno y haciendo posible en cualquier momento el cambio de la dirección del corte. Cambiando la boquilla para que esté de acuerdo con el espesor del metal, se puede cortar cualquier espesor.

Para cambiar una boquilla para cortar, simplemente desatornille la tuerca de la cabeza del corte y quite la boquilla. Se inserte una nueva boquilla y vuelve a apretarse la tuerca. El soplete queda nuevamente listo para usarse.

Los agujeros obstruidos por las pequeñas partículas de metal fundido que se pegan en la punta de la boquilla, son prácticamente la causa de todas las dificultades. Un chorro cilíndrico y claro, producirá siempre un corte uniforme. Cualquier obstrucción en el agujero o en el extremo de la boquilla, reducirá la velocidad y producirá un corte áspero.

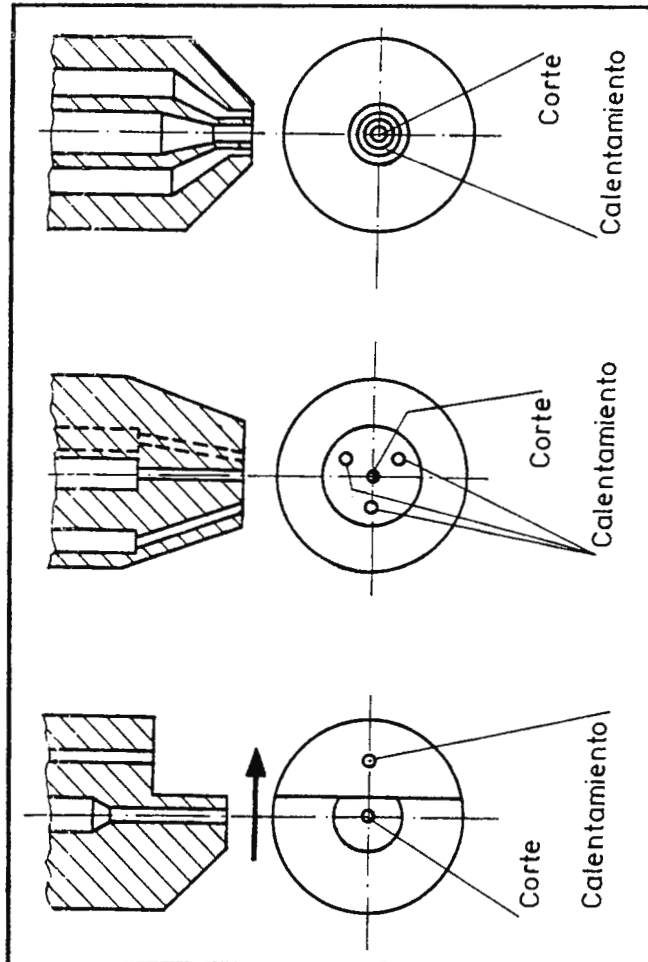


Fig. 3 Bequillas de Corte

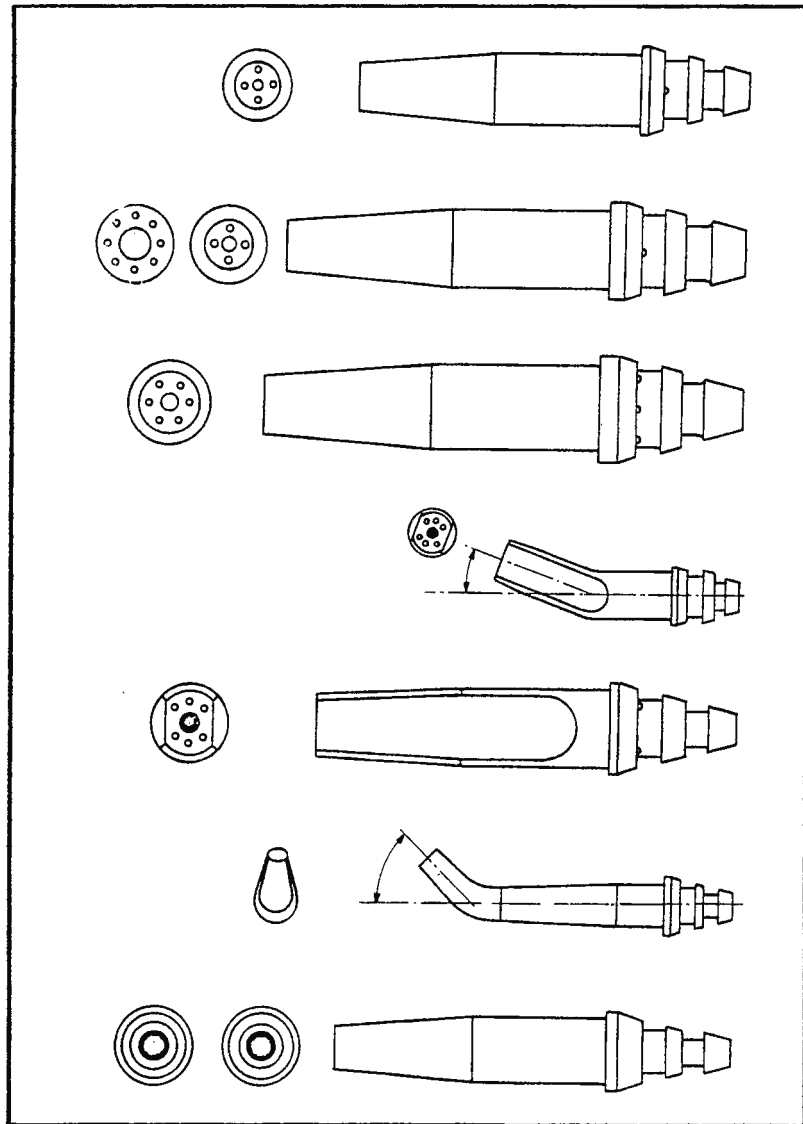


Fig. 4 Tipos de Boquillas

## 3.3 PRESIONES PARA CORTAR

Igual que el soplete para soldar, es imposible enumerar las diferentes marcas y las presiones correspondientes de cada boquilla para cortar, aunque siempre es más seguro usar las recomendaciones del fabricante para aquella boquilla en particular que se esté usando. Como en la soldadura, mientras más grueso sea el metal, más grande es el tamaño de la boquilla requerida.

TABLA 1. TABLAS PARA CORTES

Tamaño de la Boquilla	Espesor del Metal														
	(pulg)	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	5	6	8	10
	(mm)	3	6	9.5	12.5	19	25	38	50	75	100	125	150	200	255
L.A			0	1	1	2	2	3	4	5	5	6	6	7	7
Meco		L00	L0	L1	L1	L2	L2	L2	L2	L3	L3	L3	L4	L5	L6
Linde Nº 33		0	0	1	1	1	1								
Linde CW202		3	3	4	4	5	5	7	7	7	9	11	11	11	
Linde Tipe E		3	3	4	4	5	5	5	7	7	7	9	11		

TABLA 2.

Espesor del Metal pulg.	Tamaño del Pico HARRIS	Presión del Oxígeno psi.	Presión del Acetileno psi.
Hasta 3/16	000	15 - 30	5 - 15
3/16 - 3/8	00	20 - 30	5 - 15
3/8 - 5/8	0	30 - 40	5 - 15
5/8 - 1	1	35 - 50	5 - 15
1 - 2	2	40 - 50	5 - 15
2 - 3	3	45 - 60	5 - 15
3 - 6	4	50 - 75	5 - 15

## 3.4 VELOCIDAD DE CORTE

Si el metal es cortado a la velocidad apropiada, el corte quedará limpio y sin escoria; los filos superior e inferior estarán a escuadra.

Si el movimiento es demasiado lento, el corte tendrá el filo superior redondeado y la escoria se adherirá al inferior. Sin embargo, si el movimiento es demasiado rápido, no habrá tiempo suficiente para que el chorro de oxígeno atraviese el metal, y la pieza no se separará.

Si el metal no se corta en algunas partes, será necesario cerrar el oxígeno de corte (soltando la palanca) y volver a empezar en la parte en que no penetró el corte.

Aquí debe tenerse cuidado de recalentar el metal correctamente de modo que no exista el peligro de que el metal salte a la cara del operador.

## 3.5 FALLAS COMUNES EN EL CORTE.

Cuando se utiliza un método incorrecto para cortar, la razón por la que las chispas saltan en ángulo, en lugar de hacerlo hacia abajo, es porque no se está cortando el metal totalmente. Este error hace que una parte del metal fundido salte contra el soplete, lo cual puede provocar una contraexplosión. Este problema se presenta cuando se avanza demasiado rápido o falta presión del oxígeno.

## 3.6 INDICACIONES PARA CORTAR.

En la figura Nº 5 se muestra un método más sencillo de asegurar un corte recto. Se asegura a un lado de la línea una barra gruesa o un hierro en ángulo y se usa como guía del soplete para el corte. Esto es bueno cuando se efectúa un corte largo.

Cuando se corten objetos redondos, como barras o flechas (ejes), debe hacerse una pequeña marca con un cincel en el punto en el que va empezar el corte.

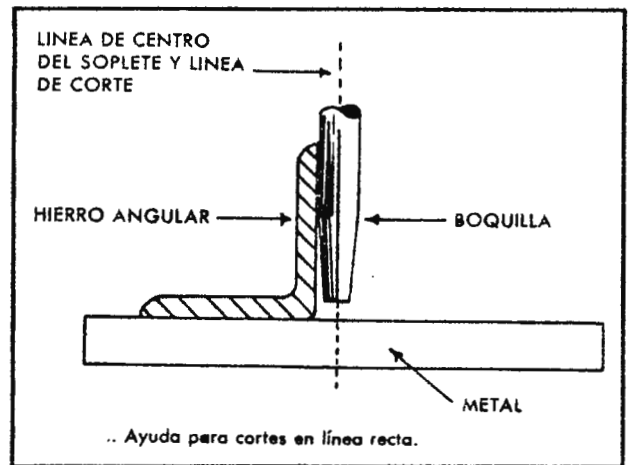


Fig. 5 Ayuda para cortes en línea recta.

## 3.7 ELABORACION DE UN AGUJERO Y CORTE DE UN CIRCULO.

Siempre que sea posible los cortes deben iniciarse en el filo del metal. Sin embargo, algunas veces es necesario empezar un corte donde no hay filo. Por ejemplo puede necesitarse cortar un agujero en el centro de una pieza de metal. (ver la práctica).

Por otra parte, los círculos pequeños pueden cortarse haciendo un agujero y girando el soplete en un movimiento circular hasta que dicho agujero sea del diámetro requerido. Cortar un agujero grande y hacerlo redondo es muy difícil y requiere mucha práctica.

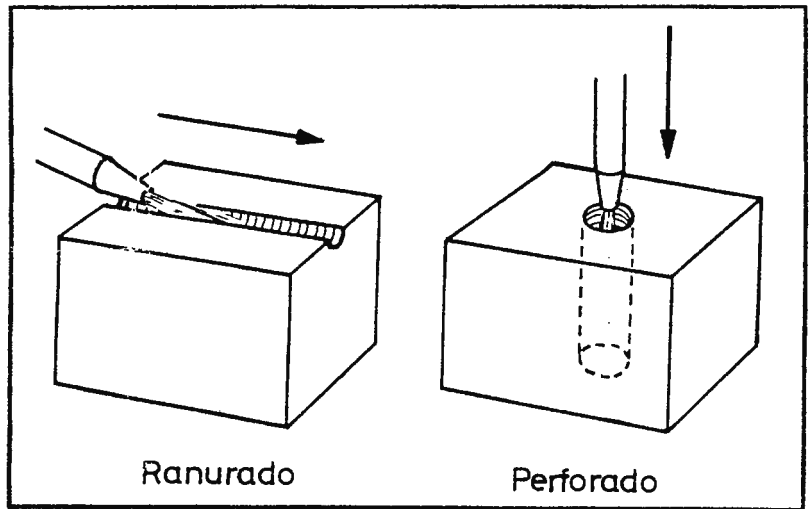


Fig. 6 Corte de Metales

Una ayuda empleada con frecuencia para cortar círculos grandes es el cortacírculos. Este instrumento trabaja de la misma forma que el compás, permitiendo el corte de un círculo perfecto con facilidad. (ver práctica).

## 3.8 HACIENDO CHAFLAN AL METAL. (BISELAR).

Hacer chaflán es cortar el metal en un ángulo diferente del recto. Para hacer un chaflán a una pieza de metal, se inclina el soplete en ángulo.

Lo más importante para recordar es que, cuando se seleccione el tamaño de la boquilla, se debe considerar el espesor del chaflán, no el espesor del metal. Igualmente, si se cambia la posición de la tobera de corte, le dará más calor al área de corte.

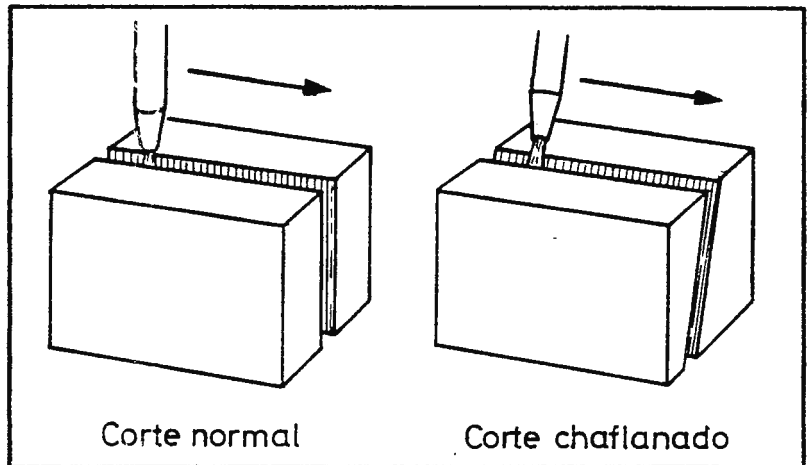


Fig. 7 Corte de Metales

## 4.0 CORTE DE HIERRO FUNDIDO.

El proceso de corte con oxiacetileno tiene un uso muy extenso para cortar chatarra en secciones, debido a las ventajas de costo y facilidad de transporte en comparación con otros métodos.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

Otro proceso común es separar de sus árboles los engranajes y poleas grandes, hechos de hierro fundido. También se presta para la preparación de bordes de soldadura en grandes piezas de hierro fundido. El costo del corte de este metal, por comparación con el acero, es mucho mayor debido a la composición del hierro fundido ya que se consume más gas porque su corte es más lento.

La facilidad del corte depende de la composición del metal. Los hierros fundidos de mayor calidad (los que se pueden maquinar) son más fáciles de cortar que los utilizados como contrapesos, rejillas para pisos, etc.

Estos tipos de hierro fundido de menor calidad requieren más gas, se produce en ellos una ranura o un corte más ancho y se trabaja a menor velocidad de corte.

**NORMA DE SEGURIDAD.** Se genera mucho más calor, chispas y escoria en el corte de hierro fundido que en el corte del acero, por tanto, es esencial prestar una estricta atención al uso de ropa y equipo protector y prácticas de seguridad.

Para cortar hierros fundidos de mayor calidad, gradúe los reguladores para obtener las presiones indicadas para el corte. Por supuesto, los ajustes de los reguladores se hacen con la válvula para corte abierta. Luego encienda el soplete y ajuste la llama de precalentamiento para que tenga un exceso de acetileno. Este ajuste se hace con la válvula para corte abierta, para evitar cualquier cambio en las características de la llama durante el corte.

El exceso de acetileno se determina por la longitud del cono interno blanco, igual que en la soldadura y se debe variar de acuerdo con el grado y espesor del metal que se va a cortar. El ajuste de acetileno puede variar entre poco o ningún exceso para secciones muy delgadas, hasta un exceso de 25 a 50 mm (1 a 2 pulg.) para secciones muy gruesas. Debido al alto costo del corte de hierro fundido, es aconsejable planear el trabajo con todo cuidado. Por ejemplo, no lo empiece salvo que tenga la seguridad de que podrá terminarlo sin detenerse. Si se detiene el corte en una sección gruesa será difícil volver a empezar, lo cual aumentará el costo y aumentará el consumo de gas.

Dado que el corte de hierro fundido requiere temperaturas mucho más elevadas, resulta atinado precalentar las secciones más gruesas a lo largo de la línea de corte. Una vez que haya precalentado el metal, aproxime la punta del soplete al punto de partida. Sostenga el soplete en un ángulo de entre 40 a 50 grados y caliente un punto de unos 12 mm (1/2 pulg.) de diámetro hasta fundir el metal, con la punta de la llama de precalentamiento, a unos 5 mm (1/4 pulg.) del metal, empiece a mover el soplete con un balanceo (de lado a lado) y abra la válvula de oxígeno de alta presión para el corte. Avance poco a poco el soplete a lo largo de la línea de corte con el movimiento de balanceo u oscilante. Según avance el corte, incline el ángulo del soplete a aproximadamente 65 ó 75 grados, para aumentar la penetración del corte. Si fracasa en el primer intento, siga probando. El calor adicional es favorable para el corte de hierro fundido y se podrá efectuar el corte.

La anchura del corte variará según el espesor y el grado o calidad del hierro fundido y será mayor en las secciones gruesas o en el hierro de baja calidad. Se continua el movimiento de oscilación en toda la longitud del corte, conforme vaya adquiriendo experiencia y confianza, se puede reducir la longitud de oscilación, con lo cual tendrá una ranura más estrecha y menor consumo de gas. En las secciones gruesas, se suele generar suficiente calor para permitir hacer el corte sin interrupción. Pero en las secciones delgadas, se experimentan más dificultades ya que en ellas el borde superior se pondrá oscuro con mucha frecuencia, lo cual indica que está demasiado frío y no se puede seguir adelante. Si ocurre así, para volver a empezar caliente un círculo pequeño igual que antes, pero eleve poco a poco e incline el soplete a modo de cortar la parte inferior de la sección; luego siga como antes.

Tan pronto como la parte superior del corte esté brillante, continúe el corte hasta terminarlo. En el corte de hierro fundido, mientras la parte superior del borde cortado siga brillando, continúe. No se puede eliminar por completo la demora en el corte, que siempre es mayor que en el acero, aunque se tenga el soplete recto. Avance a un paso lento y estable, no trate de apresurarse en la acción de corte y así obtendrá un corte excelente o aceptable.

## 5.0 OXICORTE CON MAQUINA

Para conseguir regularidad en el corte, economía en gas y material se han ideado las máquinas de cortar, que son dispositivos para guiar y llevar el soplete a lo largo de la línea de corte, movidos a mano, por un motor eléctrico, etc.

Además de accionamiento manual mediante un tornillo sinfín, que es posible perfeccionar con un aparato de relojería, es posible aprovechar para mover el carro, la fuerza de la gravedad, inclinando el corte esquemáticamente como se ve en la figura, variando la velocidad haciéndolo en un ángulo.

Otro sistema de arrastre es el peso (ver figura), que al variarse hace variar también la velocidad de avance.

Son muchos los modelos existentes de máquinas para realizar el oxicorte, dotadas de motor. Estas máquinas son sencillas que permiten hacer cortes rectos, en ángulo y circulares. Su manejo es muy fácil ateniéndose a las instrucciones del fabricante y se pueden cortar espesores de hasta 50 mm.

En estas máquinas el cortador normal es de alta presión y con boquilla normal, quema acetileno o propano. Pueden acoplarse cortadores de baja presión cuando se emplean gases como: acetileno, propano, gas hulla, gas natural, hidrógeno, etc.

Entre las ventajas que ofrecen este tipo de máquinas cabe destacar:

- El espesor a cortar hasta 50 mm (a veces hasta 65 mm)
- Su peso no es muy elevado.
- Facilidad de maniobrar
- Variedad de gases que se pueden emplear en ellas.

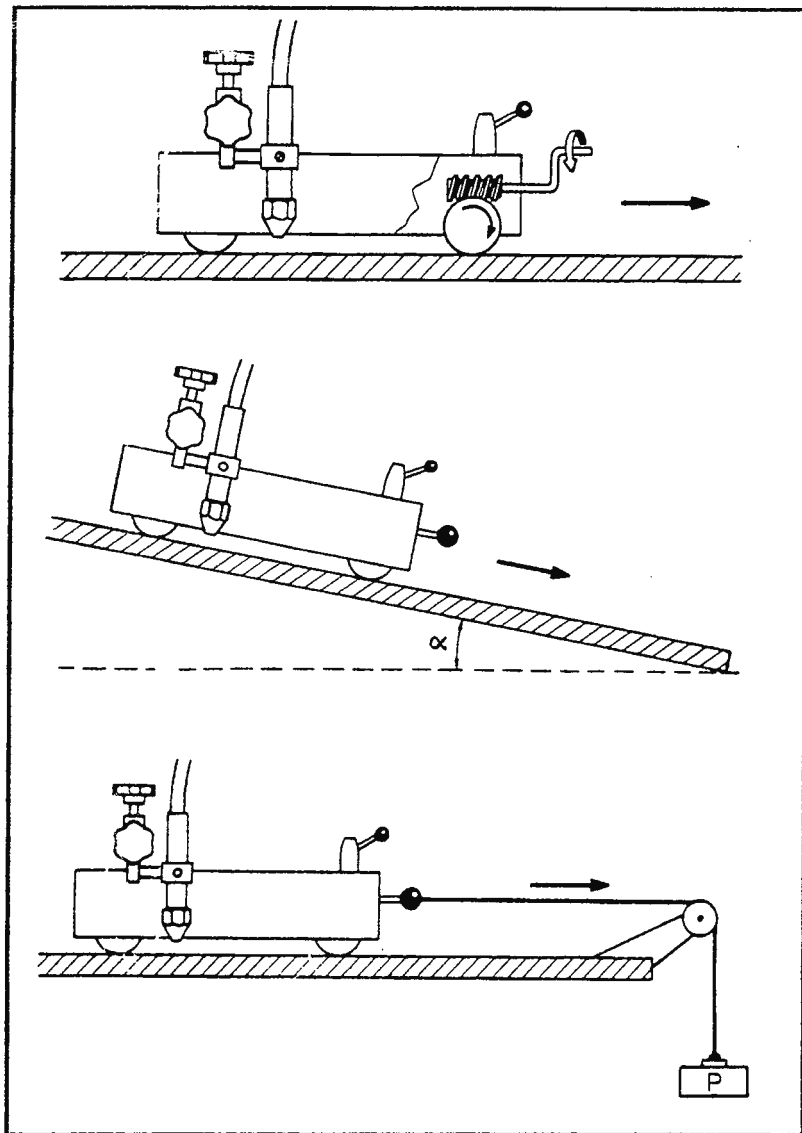


Fig. 8 Oxícorte con Máquina

## SEGUNDA PARTE.

PRACTICAS DE TALLER: Encendido del soplete, corte en línea recta, perforación de un agujero y corte de un círculo.

### 6.0 PASOS PARA ENCENDER EL SOPLETE DE CORTE.

1. Compruebe que el equipo fue ensamblado correctamente.
2. Asegúrese de usar la ropa adecuada de protección.
3. Cerciórese de que las válvulas en el soplete están cerradas. Luego ponga los manómetros a la presión correcta.
4. Abra la válvula de acetileno en el soplete 1/4 de vuelta, y prenda el gas con un encendedor de fricción.
5. Abra la válvula de acetileno en el soplete completamente o menos.
6. Abra lentamente la válvula de oxígeno en el soplete hasta obtener una llama neutra.
7. Con el soplete encendido y ajustado a una llama neutra, oprima la palanca, y compruebe tener una llama neutra.
8. Para apagar la llama, suelte la palanca, cierre primero la válvula de acetileno del soplete, y luego la válvula de oxígeno en el soplete.

### 6.1 PASOS PARA CORTAR UNA LINEA RECTA.

1. Asegúrese de que el área está despejada y de que el equipo esté debidamente ensamblado.
2. Use las ropas de protección adecuadas.
3. Escoja una pieza de metal y póngala en el banco de corte. Recuerde que debe estar apoyada sobre algo.
4. Asegúrese de que la boquilla corresponde al espesor del metal.
5. Con una regla recta y una tiza, dibuje una línea sobre el metal en donde va a hacer el corte.
6. Marque la línea con intervalos de 1/4 de pulg. usando un punto y un martillo. De este modo si la línea marcada se borra, se verán las marcas del punto y no habrá necesidad de parar.
7. Encienda el soplete y empiece en un extremo del metal. El soplete debe mantenerse a un ángulo de 90 grados con el metal e inclinado 5 grados con respecto a la dirección del corte.
8. El cono interior de la llama debe mantenerse todo el tiempo retirado de 1/8 a 1/4 de pulgada del metal. Si la boquilla toca el metal, puede producirse una contraexplosión y el metal caliente puede saltar a la cara del operador.
9. Habiendo encendido el soplete y teniendo la posición correcta, proceda a calentar un punto del filo del metal al rojo vivo.
10. Cuando el metal se ha puesto al rojo, presione la palanca para cortar, y espere a que haya sido cortado el metal en ese lugar. Siga cortando a lo largo de la línea a una velocidad constante.
11. Si el corte se hace correctamente, la escoria y una fina lluvia de chispas calientes aparecerá bajo el metal. Las chispas deben salir ligeramente hacia adelante, en la dirección del corte. Deben caer gotas de escoria fundida del corte lentamente y también la velocidad de corte correcta es acompañada por un sonido de chisporroteo.

## 6.2 PASOS PARA HACER UN AGUJERO.

1. Encienda el soplete. Ajuste la llama neutra con la palanca de corte oprimida. Suelte la palanca
2. Mantenga el soplete en el área en la que se va a cortar el agujero.
3. Cuando el área empiece a fundirse, levante el soplete hasta 1/2 pulg. aproximadamente.
4. Al mismo tiempo debe oprimirse lentamente la palanca de corte y debe moverse el soplete ligeramente de un lado a otro.
5. Cuando el metal ha sido a travésado, baje el soplete a la distancia de corte correcta, 1/4 de pulg. y prosiga con el corte.

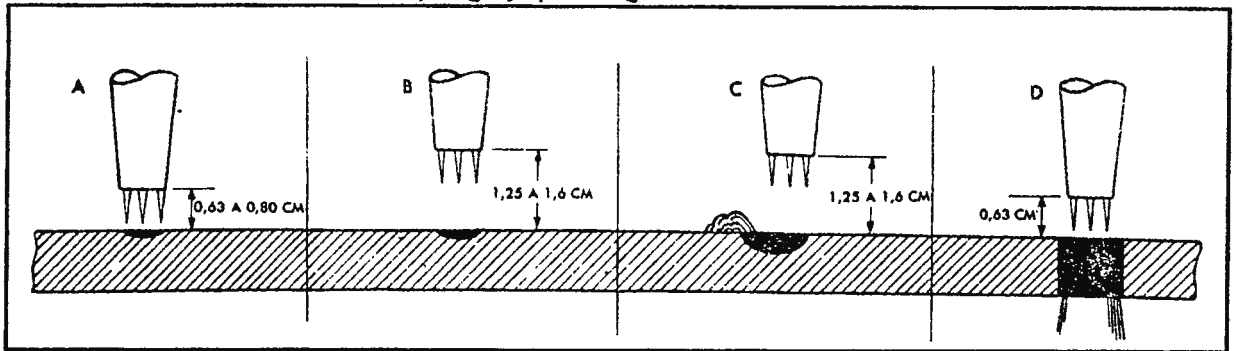


Fig. 9 Perforación de un agujero

## 6.3 PASOS PARA CORTAR UN CÍRCULO CON UN CORTA CÍRCULOS.

1. Con un compás de puntas trace el círculo sobre una pieza de metal.
2. Con un punzón y un martillo, marque la circunferencia y su centro exacto.
3. Coloque el soplete en el corta-círculos. La distancia entre el puntero del corta círculos y el centro del orificio de la boquilla del soplete debe ser igual al radio del círculo.
4. Para comprobar esto, ponga el puntero en la marca del centro del círculo. Si la medida es correcta el centro del agujero de la boquilla estará en línea con la circunferencia.
5. Encienda el soplete y haga un agujero en el metal cerca de la circunferencia trazada. Ahora mueva el soplete en línea recta hasta que el puntero caiga en la marca del centro.
6. Proceda a cortar el círculo manteniendo el puntero en la marca y con un movimiento a velocidad uniforme.
7. No permita que el puntero se salga de la marca hasta completar el corte.

En el corte de círculos o arcos muy grandes, el corte puede ser hecho mejor en secciones usando las manos o codos como centro. Antes de que se haga un corte real, deben hacerse uno o dos intentos de práctica (con un soplete apagado) para obtener la posición mejor y más cómoda que sea posible.

TERCERA PARTE

7.0 CUESTIONARIO.

- ¿Cuál es el otro nombre que se da al corte con oxi-acetileno ?
- ¿ Qué metales se cortan con este proceso ?
- ¿ Qué tiene que ver el proceso de oxidación con el corte ?
- ¿ Porqué al cambiar de la operación de corte a la soldadura se deben siempre cambiar las presiones de los reguladores ?
- ¿Cuál es la precaución de seguridad que debe tomarse cuando se use el accesorio para corte ?
- Describir brevemente la construcción de un soplete para corte.
- Describir la construcción de una boquilla para cortar
- ¿ Cuáles serían los resultados con una boquilla parcialmente obstruida ?
- ¿ Cómo puede usted decir, si ha hecho un buen corte ?
- Describir los resultados de cortar demasiado lento y demasiado rápido.
- ¿ Porqué debe soportarse adecuadamente el material ?
- ¿ Qué tipo de llama se usa para el corte con oxi-acetileno ?
- ¿ Porqué se levanta el soplete cuando el metal empieza a fundirse ?
- ¿ Porqué debe oprimirse lentamente una palanca cuando se hace un agujero?
- ¿ En qué lado de la línea debe perforarse el agujero si el interior del círculo es la pieza útil ?
- ¿Cuál es el objeto de hacer uno o dos intentos con un soplete apagado cuando se están cortando círculos grandes ?
- ¿ Porqué se prefiere un anillo de agujeros para precalentar y no un solo agujero, en las boquillas de corte ?

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

TIG: UN PROCESO  
EFICAZ DE SOLDADURA

## SOLDADURAS ESPECIALES FUNDAMENTOS DE SOLDADURA EN EL PROCESO TIG

### LABORATORIO Nº 1 "GENERALIDADES DEL PROCESO TIG"

#### OBJETIVOS:

- 1- Conocer brevemente un método de soldadura bajo atmósfera de gases inertes.
- 2- Introducir al estudiante al proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno en gas inerte TIG.
- 3- Definir el concepto de "soldadura al arco con gas inerte, electrodo no consumible".
- 4- Concepto y forma de operación del sistema, esquema del equipo utilizado.
- 5- Ventajas del proceso TIG.
- 6- Enfatizar sobre las medidas de seguridad para el proceso TIG y MIG que son iguales a los de arco comunes.

#### PRIMERA PARTE

##### 1.1 PROCESOS DE SOLDADURA CON GAS PROTECTOR.

Desde hace algunos años se han incrementado los procedimientos con soldadura con gas protector. En tales procedimientos, los gases inyectados encima del punto al soldar cubren la zona de soldadura por medio de una capa protectora de tal modo que el aire ambiente no puede entrar en el baño de soldadura.

Se distinguen dos tipos de soldadura con gas protector:

Soldadura con Wolframio y gas inerte (WIG) y soldadura con electrodo metálico y gas inerte (MIG, MAG). Con estos dos procedimientos se pueden soldar casi todos los metales; como gas de protección, se emplean gases inertes (que no actúan) como el Helio (He) y Argón de soldadura (Ar) y los gases compuestos dióxido de carbono (CO), o gases mezcla de dióxido de carbono y oxígeno y argón. Cada gas protector es adecuado para determinados tipos de trabajo y materiales.

##### 1.2 GENERALIDADES

La soldadura con arco metálico protegido con gas no es nuevo. Durante los años 1920 se trató de aislar la atmósfera del arco eléctrico para así mejorar las propiedades de la soldadura. La introducción del electrodo

---

FUNDAMENTOS DE SOLDADURA EN EL PROCESO TIG

---

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

recubierto eliminó el interés de éste proceso en esa época. De hecho, el electrodo recubierto utilizaba el gas producido por la desintegración de su revestimiento, actuando de esa manera como soldadura protegida por gas. El proceso de soldadura eléctrica con arco producido por electrodo de tungsteno con protección de gas o TIG (Tungsten Inert Gas) o GTWA (Gas Tungsten Welding Arc), también conocido como "Argón" entre los soldadores, fue introducido al final de la década de 1930, y fue el precursor de los procesos con protección de gas actualmente en uso.

## 1.3 CONCEPTO:

El calor necesario para soldar con el proceso TIG, es producido por un arco eléctrico de gran intensidad, mantenido entre el electrodo de tungsteno (electrodo "no consumible teóricamente") y la pieza por soldar donde puede o no utilizarse metal de aporte. Como proceso eléctrico de soldadura no difiere del proceso de electrodo revestido básicamente en nada, es decir, ambos producen un arco eléctrico; solo existen dos variantes: el gas protector que en el electrodo revestido lo produce el fundente al quemarse, y el electrodo que en TIG no se consume, y es siempre tungsteno puro o aleado.

= Con esto tenemos un control y dirección exactos del calor y también una mayor *conducción* eléctrica y protección en la zona de soldadura.

= Con cualquier proceso de soldar, la calidad de la soldadura será mayor cuanto similitud tenga el metal de aporte con el metal base.

= Lógicamente que las características físicas, químicas y metalúrgicas pueden verse afectadas si no existe una adecuada protección de la masa en estado de fusión.

En este proceso se utiliza un gas de protección (se puede emplear argón, helio o una mezcla de ambos), cuyo objetivo es desplazar el aire, para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura por el oxígeno y nitrógeno presentes en la atmósfera. El proceso puede ser aplicado en forma manual o automática y puede aplicarse en toda posición.

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

Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales; utilice el sistema TIG cuando necesite alta calidad, mayores requerimientos de terminación, logrando soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso.

## 1.4 FORMA DE OPERACION DEL SISTEMA.

El arco eléctrico salta entre el tungsteno y el metal base a soldar, al mismo tiempo que el gas protege al metal depositado y también al tungsteno, que inicia y mantiene el arco soportando además grandes intensidades de corriente, generando una fuente de calor excepcionalmente concentrada, proporcionando al arco una perfecta estabilidad; usando metal de aporte excepto cuando se suelda espesores delgados. El alambre de aporte se alimenta manualmente al charco de soldadura, no forma escoria. El proceso GTAW consiste en un electrodo de tungsteno, una envoltura de gas protector y el arco, debidamente colocados sobre el trabajo. Tanto la pistola, como la alimentación del alambre pueden ser automáticos.

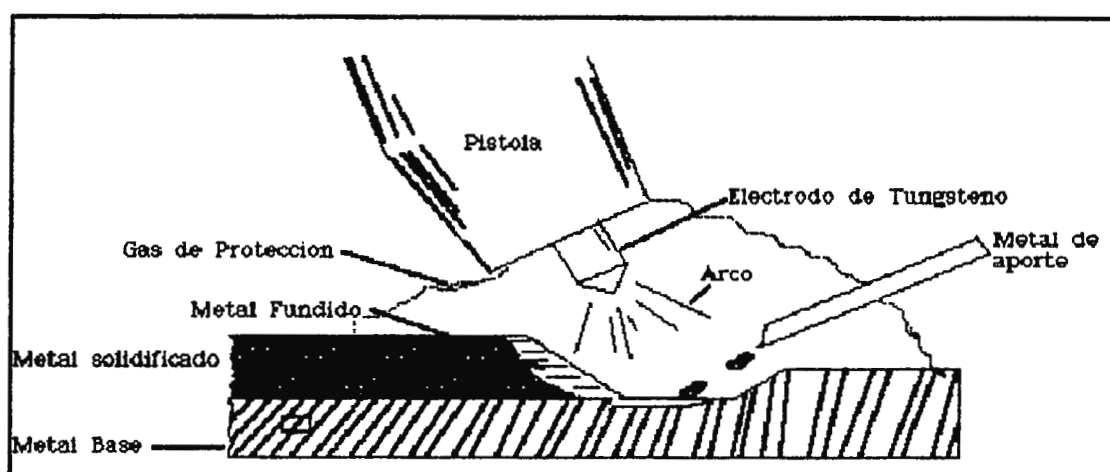


Fig. 1 Esquema Soldadura por Sistema TIG

## 1.5 DESCRIPCION DEL EQUIPO (ACCESORIOS).

### EQUIPO BASICO

- 1- Fuente de poder
- 2- Unidad de alta frecuencia
- 3- Suministro gas de protección y suministro agua de enfriamiento
- 4- Antorcha (pistola)
- 5- Electrodo de tungsteno y alambre de aporte.

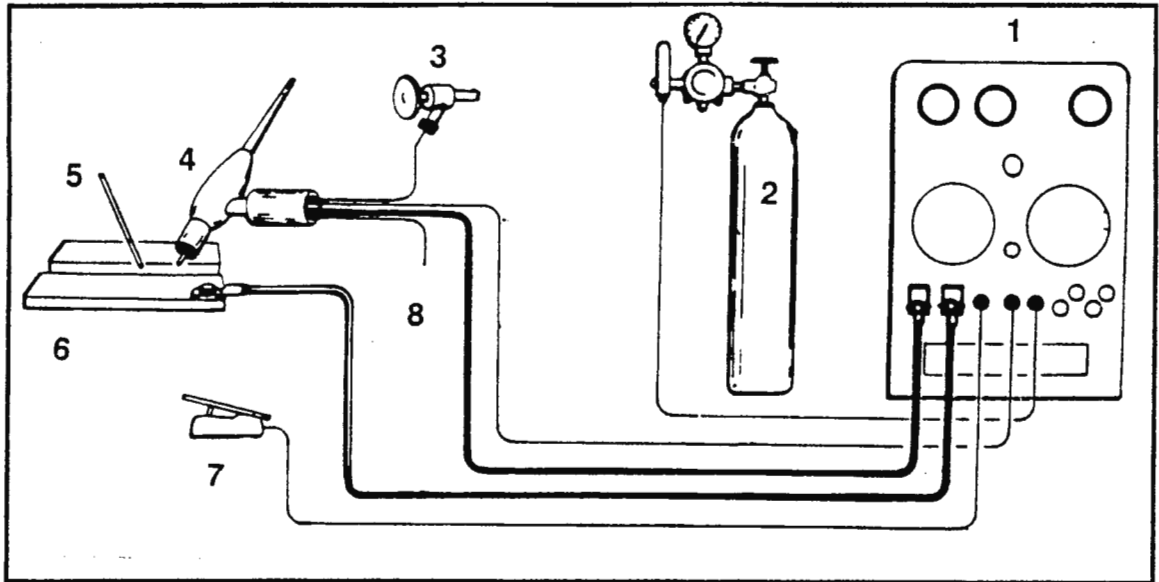


Fig. 2 Diagrama Esquemático del Equipo TIG

- 1- Fuente de poder de corriente alterna y corriente continua, con unidad de alta frecuencia incorporada.
- 2- Gas de protección
- 3- Suministro de agua (Enfriamiento de pistola)
- 4- Pistola
- 5- Material de Aporte
- 6- Material Base
- 7- Control remoto de pedal
- 8- Drenaje de agua

#### 1.6 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS DEL SISTEMA TIG.

- No se requiere fundente, lo que lo hace aplicable a más variedad de uniones, y no hay necesidad de limpieza al cordón posterior a la soldadura.
- No hay salpicaduras, chispas ni emanaciones, al no circular metal de aporte a través del arco (transferencia de metal soldado).
- Brinda soldaduras de alta calidad en todas las posiciones, sin distorsión y

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

en casi todos los metales y aleaciones, incluyendo aluminio, magnesio, aceros inoxidables, plata, bronce, silicio, cobre, níquel y aleaciones de níquel, piezas de fundición de acero o aluminio para ciertos componentes automotrices.

- Al igual que todos los sistemas de soldadura con protección gaseosa, el área de soldadura es claramente visible, es decir se puede ver claramente el charco de soldadura.
- El sistema puede ser automatizado, controlado mecánicamente la pistola y/o el metal de aporte.
- Es posible soldar una amplia gama de espesores de metal y es especialmente útil al hacer el cordón de raíz en tuberías de acero al carbono.

## 1.6.1 APLICACIONES DEL SISTEMA X

- Este sistema puede ser aplicado a casi cualquier tipo de metal, como se mencionó anteriormente.
- Es especialmente apto para unión de metales de espesores delgados, desde 0.5 mm, debido al control preciso del calor del arco y la facilidad de aplicación con o sin metal de aporte. Ejemplo: tuberías, estanques, etc.
- Se utiliza también en una unión de espesores mayores, cuando se requiere de calidad y buena terminación de la soldadura.
- Se puede utilizar para aplicaciones de recubrimientos duros de superficie y para realizar cordones de raíz en cañerías de acero al carbono.
- En soldaduras por arco pulsado, suministra mayor control del calor generado por el arco en piezas de espesores muy delgados y soldaduras en posición.

Para soldar cañerías, es ventajosa la combinación:

Cordón de Raíz: TIG

Resto de pases: MIG o arco manual.

## 1.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA TIG Y MIG.

Para estos procesos se requieren iguales medidas de seguridad que los de arco comunes, con el agregado de precauciones:

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

- Utilice careta para soldar para proteger la cara y los ojos de los rayos infrarrojos y ultravioleta.

La producción de rayos ultravioleta es elevada en la soldadura de arco con protección por gas inerte. El efecto de los rayos luminosos es el quemado de la conjuntiva del ojo, lo cual es doloroso y causa incapacidad temporal.

- Es imperativo usar ropa protectora y guantes de soldar profesionales.
- Tanto el proceso MIG como el TIG desprenden ozono a la atmósfera circundante, esto puede causar que algunos desengrasantes y agentes de limpieza clorados se descompongan formando gas de fósforo, el cual es un irritante de las vías respiratorias. El gas de blindaje o protección también desplaza aire, siendo esta otra razón para tener ventilación.
- Cerciórese de que no haya gasolina, aceite u otros materiales inflamables en las cercanías. Nunca suelde recipientes que hubiesen contenido líquidos inflamables. Incluso aunque los lave bien, el metal con que están construidos puede sudar suficiente cantidad durante la soldadura, como para causar una explosión.
- Asegúrese de que la zona a soldar esté limpia y seca. Recuerde que trabaja con muy altos voltajes y potentes intensidades de corriente. Si está de pie sobre hormigón húmedo puede suceder que la corriente pase a través suyo en lugar de formar un arco y atravesar el metal que se trata de soldar.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

## SEGUNDA PARTE PRACTICA Nº 1

**LABORATORIO: Encendido del Arco y Cordón de Soldadura.**

**OBJETIVOS:** Aprenderá a:

- 1- Identificar visualmente y nombrar correctamente todos los componentes principales del equipo
- 2- Preparar correctamente y poner en condiciones de trabajo todas las partes del equipo.
- 3- Poner en marcha correctamente un equipo de esta naturaleza.
- 4- Encender el arco y correr un cordón sin varilla de soldadura.

**Materiales y Equipo:**

Equipo para soldadura con arco de tungsteno y gas  
Platina 3 x 6 x 1/4'

**Tiempo:** 4 horas

**Procedimiento:**

1º El instructor preparará el equipo antes que el estudiante realice la práctica con el equipo TIG.

- Ajuste el equipo
- Conectar la máquina a la fuente de energía
- Conectar el equipo al suministro de agua de enfriamiento.

2º El estudiante deberá de:

- Mantener el banco de soldadura limpio.
- Revisar el equipo de seguridad: careta (con vidrios de sombra correctos), guantes y peto de cuero.
- Revise soplete de soldar verificando boquilla, boquilla de quijadas, electrodo.

3º Ajuste el electrodo como sigue:

- Afloje la tapa
- Quite la tapa del soplete
- Introduzca la boquilla en el cuerpo del soplete.

---

**FUNDAMENTOS DE SOLDADURA EN EL PROCESO TIG**

---

- Introduzca el electrodo en la boquilla y haga que sobresalga del extremo de la tobera de  $1\frac{1}{4}$  a 2 veces el diámetro del electrodo.
- Apriete la tapa ligeramente con los dedos.

4º Ajustar la máquina de acuerdo con los valores recomendados dependiendo del material a soldar y diámetro del electrodo.

- Encienda la máquina de soldar.

5º Abra lentamente la válvula del cilindro de gas de protección hasta que quede abierta y regule el flujo de gas de 4 a 5 litros/minuto.

6º Encendido del arco: ( fig. 3 )

- Sostenga la antorcha en posición horizontal cerca de 2" sobre la pieza de trabajo o la lámina de encendido.
- Balancee rápidamente el extremo de la antorcha hacia abajo de modo que el extremo del electrodo quede cerca de  $1/8$ " sobre la pieza.
- El arco se encenderá sin tocar la pieza.

Al emplear C.A. para soldar, el electrodo no tiene que tocar la pieza de trabajo para encender el arco; la corriente de alta frecuencia super puesta, salta la distancia existente entre el electrodo y la pieza de trabajo, estableciendo así una senda a seguir para la corriente de soldar.

- El movimiento hacia abajo debe hacerse rápidamente para prever la máxima cantidad de gas protector a la zona de soldadura.

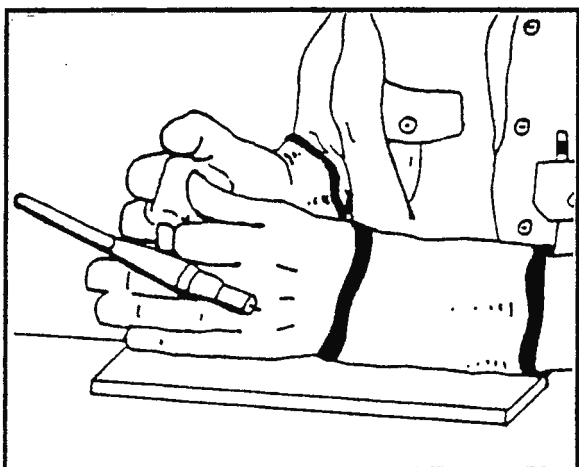


Fig. 3 Posición de la Antorcha para iniciar el balanceo

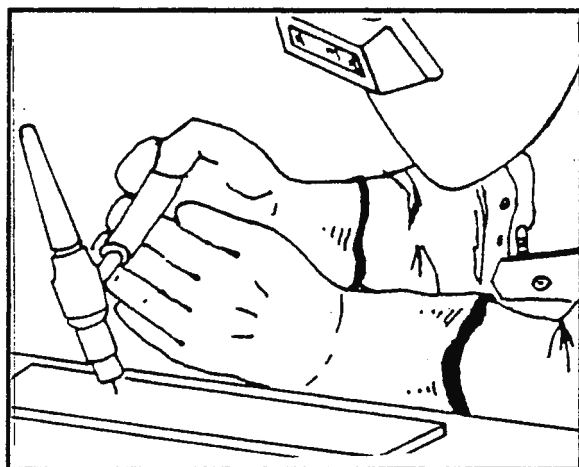


Fig. 3 Final del Balanceo para encender el arco

- En la soldadura con C.D. se usa el mismo movimiento para encender el arco. Pero en este caso el electrodo necesita tocar la pieza de trabajo para que

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

el arco se encienda, alejando 1/8" el electrodo arriba de la pieza para no contaminarlo se puede utilizar la alta frecuencia con corriente continua para no tocar la pieza y al encender el arco la alta frecuencia se apaga mediante un relevador de corriente (relai)

7º Baje su careta de protección.

8º Inicie el arco oprimiendo el mecanismo lo suficiente para fundir el metal base y forme un pocillo del metal fundido de 1/4", para esto gire el soplete con movimiento circular para formar el charco.

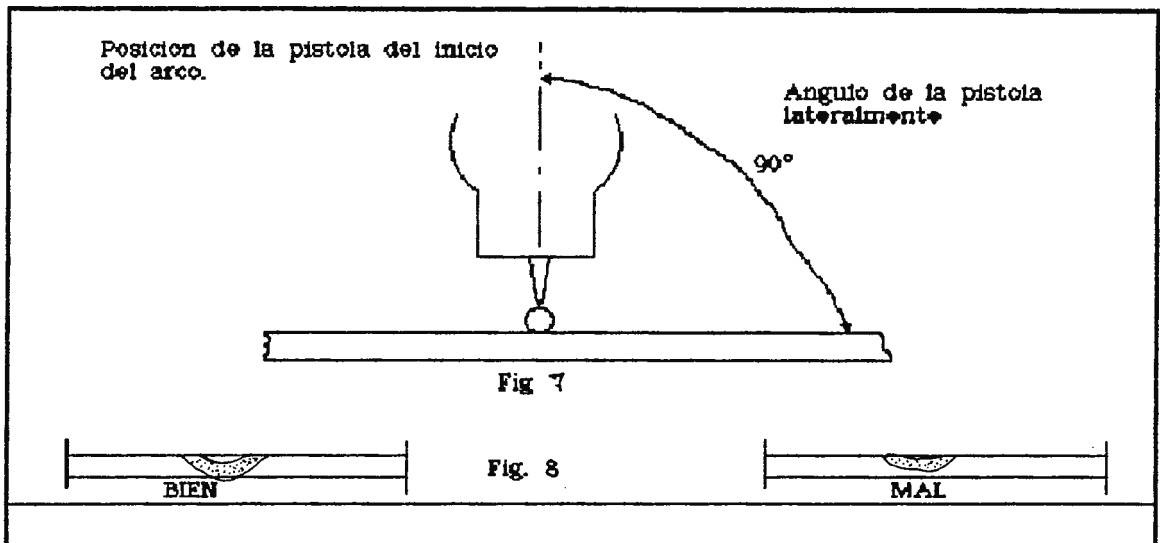
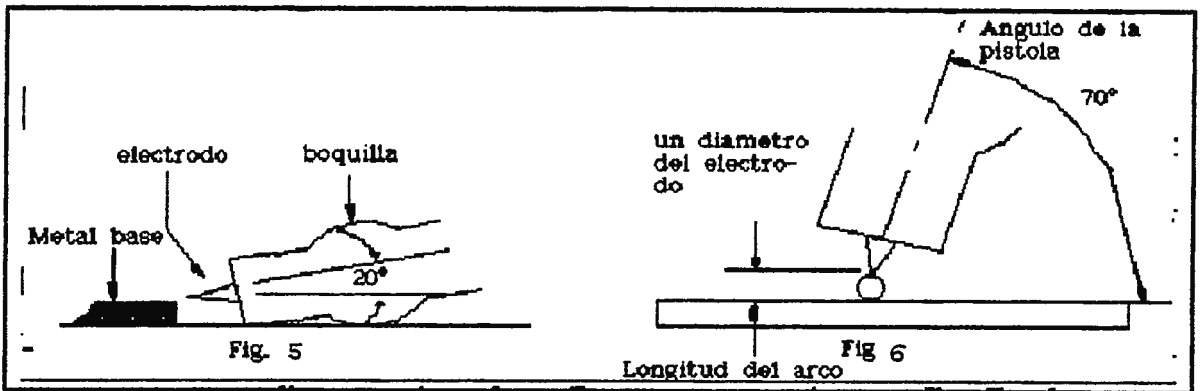
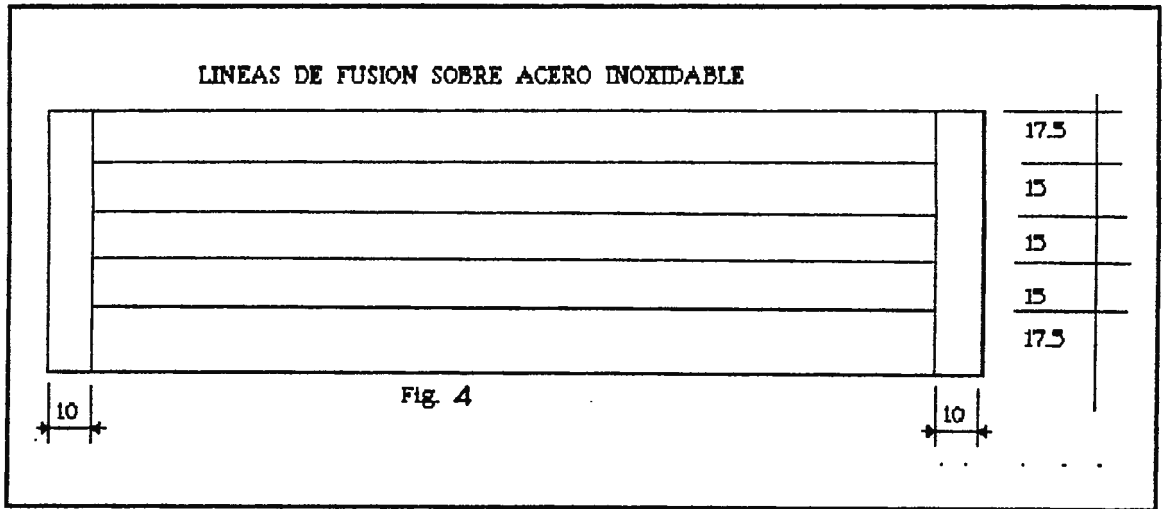
9º Realice un cordón : ( fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9 )

- Sostenga el soplete entre 75 a 80 grados aproximadamente.
- La longitud del arco debe igual al diámetro del electrodo.
- El ancho de la cara del cordón debe ser igual al doble del diámetro del electrodo.

10º Recorra la longitud del cordón, aplicando un movimiento de costura conocido (movimiento giratorio o movimiento media luna).

11º Para cortar el arco:

- Simplemente déle un chasquido rápidamente al electrodo hacia atrás y hacia arriba de la línea horizontal.
- Este movimiento debe ser muy rápido, así no estropeará la superficie de la soldadura o la pieza de trabajo.
- Inspeccione la soldadura y discuta con el instructor



12º Repita los procesos anteriores hasta que pueda realizar el encendido del arco y correr un cordón en forma aceptable.

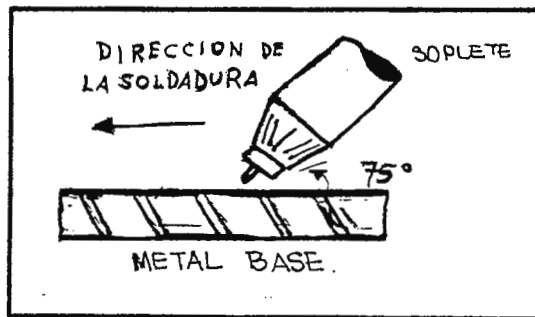


Fig. 9 Manera de correr un cordón sin varilla de aporte

13º Apague la máquina de soldar como sigue:

- Cierre la válvula del tanque de gas, apriete con la mano.
- Purgue la tubería del gas oprimiendo el mecanismo o gatillo del soplete y suéltelo inmediatamente.
- Cierre la válvula de paso de gas.
- Desconecte la alimentación de fuerza a la máquina de soldar.

14º Revise la soldadura y discuta con el instructor y enumere un lista con ventajas y desventajas sobre el sistema de soldadura por arco.

## TERCERA PARTE

### 3. CUESTIONARIO

- 3.1 ¿ Se puede utilizar gafas contra sol comunes en la soldadura TIG y MIG ya que estas producen mucho menos chisporroteo que la soldadura de arco común ?
- 3.2 ¿Cuáles son los dos tipos de Soldadura con gas protector?
- 3.3 ¿Cuáles son las diferencias entre una Soldadura con Arco Eléctrico y una de TIG?
- 3.4 ¿Mencione el equipo básico del proceso de Soldadura TIG?
- 3.5 ¿Qué ventajas presenta el proceso de soldadura TIG además de las mencionadas anteriormente?

3.6 ¿Qué tipo de electrodo es utilizado en el proceso TIG?

3.7 ¿Mencione algunas dificultades que obtuvo durante el desarrollo de las prácticas?

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

EL EQUIPO TIG Y  
SU FUNCIONAMIENTO

## SOLDADURAS ESPECIALES FUNDAMENTOS DE SOLDADURA EN EL PROCESO TIG

### LABORATORIO Nº 2

#### OBJETIVOS:

- Detallar en forma técnica y sencilla aspectos del proceso de "soldadura al arco con gas inerte, electrodo no consumible", TIG, que se deben conocer así:
  - Equipo utilizado,
  - Corriente eléctrica en soldadura,
  - Electrodo de Tungsteno,
  - Antorcha,
  - Gases de protección,
  - Alimentador y medidor del gas de protección,
  - Reguladores.

### PRIMERA PARTE

#### 1.1 COMPONENTES DEL EQUIPO TIG.

Las máquinas TIG tienen tres partes principales: la fuente de alimentación, el soplete y el cilindro de gas equipado con medidor de caudal.

##### 1.1.1 MAQUINA DE SOLDADURA

Con el proceso TIG se utiliza un equipo de soldadura (fuente de energía) diseñado especialmente.

Este puede ser un generador rotativo de corriente continua, accionado por un motor eléctrico o a gasolina, o un AC/DC rectificador de corriente. Puede usarse polaridad invertida (electrodo positivo) o directa (electrodo negativo) con corriente continua, DCPI y DCPD respectivamente; pero la corriente alterna se usa siempre con una corriente adicional de alta frecuencia para estabilizarla, y se usa con corriente continua solo cuando se inicia el arco para evitar tocar la pieza a soldar con el electrodo de tungsteno.

El tipo de corriente que se selecciona depende del tipo de metal a soldar, su espesor y de la forma y penetración del cordón que se desea obtener, como de la velocidad de depósito.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

La soldadura con CA se usa especialmente para aluminio y otros metales no ferrosos. Los que se hace con C.C. se aplica fundamentalmente para soldar acero y hierro fundido.

La siguiente tabla es un criterio de selección del tipo de corriente a emplear de acuerdo al material por soldar.

MATERIAL	C.A.	C.C.	
	Con estabilidad por alta frecuencia	POLARIDAD	
		Normal	Invertida
Magnesio-Hasta 3mm (1/8") espesor	1	N.R.	2
Magnesio-Mas de 3mm (3/16") espesor	1	N.R.	N.R.
Magnesio-Fundido	1	N.R.	2
Aluminio-Hasta 2.4mm (3/32") espesor	1	N.R.	2
Aluminio-Mas de 2.4 mm (3/32") espesor	1	N.R.	N.R.
Aluminio-Fundido	1	N.R.	N.R.
Acero inoxidable	2	1	N.R.
Bronce-Aleaciones	2	1	N.R.
Plata	2	1	N.R.
Hastelloy-Aleaciones	2	1	N.R.
Recubrimientos duros	1	1	N.R.
Hierro fundido	2	1	N.R.
Acero bajo carbono -0.015-0.030 espesor	2	1	N.R.
Acero bajo carbono -0.030-0.125 espesor	NR	1	N.R.
Acero alto carbono -0.015-0.030 espesor	2	1	N.R.
Acero alto carbono mas de 0.030 espesor	2	1	N.R.
Cobre desoxidado	NR	1	N.R.

1= Excelente Operacion                      2= Buena Operacion                      NR=no recomendable

## CUADRO DE SELECCION DE ELECTRODOS

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

**Nota:** CAAF : Corriente alterna y Alta frecuencia  
 CCEN : Corriente Continua , Electrodo Negativo

W : Tungstano  
 W-Th : Tungstano - Torio

## FUNDAMENTOS DE SOLDADURA EN EL PROCESO TIG

## 1.1.2 CORRIENTE DIRECTA POLARIDAD INVERTIDA (CD PI).

Al ser en la conexión del circuito el electrodo positivo, los electrones fluyen de la pieza a soldar (polo negativo) hacia el electrodo, produciendo un sobrecalentamiento en éste fundiendo su extremo, debido a la acumulación de calor que no puede disipar. Así que para una corriente de soldar determinada, la polaridad invertida requiere un electrodo de mayor diámetro que el requerido para una polaridad normal, por lo que la soldadura producirá un cordón ancho de poca penetración, relativamente superficial. No se recomienda por el excesivo calentamiento del electrodo. Esto hace necesario el uso de un electrodo de tungsteno de 1/4" de diámetro para transportar 125 Amp. y soldar aluminio de 1/8" de espesor.

## 1.1.3 CORRIENTE DIRECTA POLARIDAD DIRECTA (CD PD).

En este caso los electrones golpean la pieza de trabajo a alta velocidad y los iones positivos del gas van hacia el electrodo negativo, se ejerce un efecto de calentamiento en la lámina, liberando considerable calor al producirse el choque, entonces la lámina se calienta más que el electrodo.

Esta soldadura producirá una costura angosta y de penetración profunda. Así un electrodo de tungsteno puro con un diámetro de 1/16" puede soportar 125 Amp. de corriente en polaridad normal.

## 1.1.4 CORRIENTE ALTERNA (C.A.)

Cuando se usa corriente alterna, el flujo eléctrico cambia de una dirección a otra. un ciclo completo de CA comprende un cambio a polaridad positiva y su vuelta a polaridad negativa de una corriente continua. En una corriente alterna de 60 ciclos hay 120 cambios de dirección en un segundo.

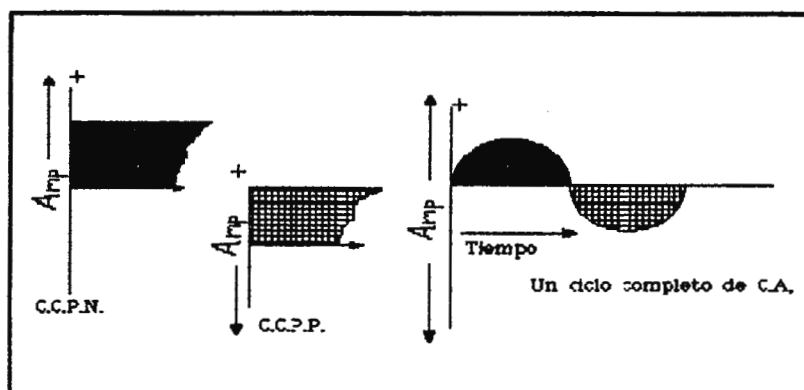


Fig. 1 Ondas de Corriente

La diferencia del flujo de corriente, es considerable en metales como aluminio, magnesio y cobre, y mucho mayor en presencia de películas de óxido,

que en metales químicamente limpios; esta resistencia al flujo en la dirección de la polaridad invertida se llama **"RECTIFICACION"**, y para evitar que esto ocurra se superpone a la corriente de soldadura una corriente adicional de alto voltaje, alta frecuencia y baja potencia 1000-1500 Volts -2000 Hz, superior al voltaje en vacío de una máquina común de soldar de 50-80 Volts., para una ignición completa en el medio ciclo de polaridad invertida.

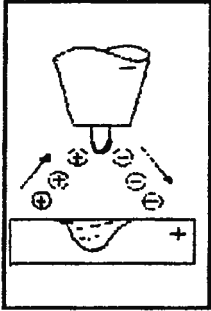
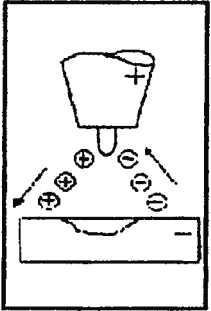
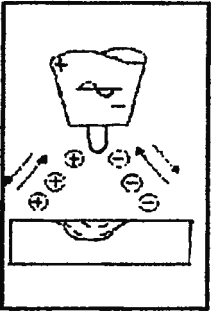



Tipo de Corriente	CD	CD	CA (Balanceada)
Polaridad	DIRECTA	INVERTIDA	
Diámetro Electrodo	1/16"	1/4"	3/32"
Flujo de electrones y iones			
Perfil de penetración			

Fig. 2 Detalles del arco y depósito con los tipos de corriente empleados en el proceso TIG

### 1.1.5 VENTAJAS DE LA CORRIENTE DE ALTO VOLTAJE, ALTA FRECUENCIA EN LA CORRIENTE DE SOLDADURA

- 1- El arco se puede encender sin tocar el material base con el electrodo
- 2- Se obtiene mejor estabilidad del arco.
- 3- Es posible mantener un arco más largo, que es usado en reconstrucción de superficies y recargas duras.
- 4- Los electrodos tienen más larga duración (vida)
- 5- Es posible el uso de un amplio campo de corriente para un electrodo de diámetro específico.

CONTORNO DE SOLDADURA PRODUCIDO CON CA ESTABILIZADA CON ALTA FRECUENCIA

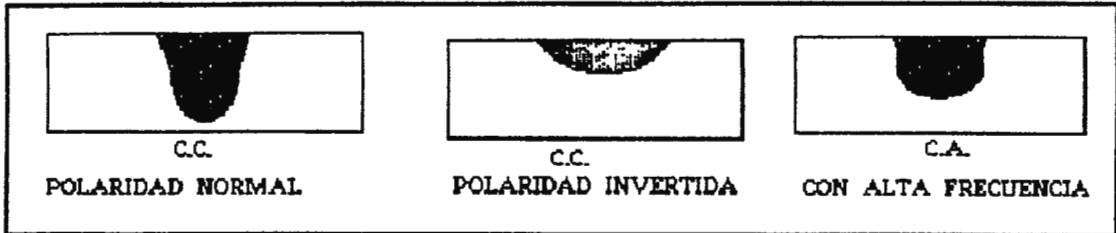


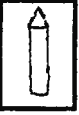


Fig. 3

### 1.2 ELECTRODO DE TUNGSTENO PARA SOLDAR CON TIG.

El electrodo es de tungsteno, sumamente resistente al calor y no consumible en el proceso de soldar, su punto de fusión es extremadamente alto, aproximadamente 6900 °F (3800 °C) y forma el arco entre el soplete soldador y el metal que se suelda. Puede añadirse el metal de la soldadura utilizando una varilla de soldar fría (no eléctrica) que se introduce en el baño de fusión de la soldadura o en el arco. Si el electrodo toca el charco de metal fundido se contamina, ocasionando salpicaduras.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

ALUMINIO Y	ALEACIONES		CORRIENTE	ALTERNA	
Grueso del Material	Diámetro del Electrodo	Intensidad de la corriente	Diámetro de la varilla de aporte	L/min de Argón	
1	1.6		30-45	2	5
1.5	2.4		60-85	2	5
2	2.4		70-90	2	5
3	3.2		110-140	2	6
5	3.2		180-240	3	9
ACEROS	INOXIDABLES		CORRIENTE	DIRECTA	
1	1		30-60	1	3
1.5	1.6		70-100	1.5	3
2	1.6		90-110	1.5	4
3	2.4		120-150	2	5
5	2.4		190-250	3	6
COBRE Y	ALEACIONES		CORRIENTE	DIRECTA	
1	1.6		70-120	1.5	3
2	1.6		100-180	2	3
3*	2.4		150-240	2	4
4*	2.4		180-280	3	5

\* ESPESORES QUE REQUIEREN PRECALENTAMIENTO DE LA PIEZA

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

## TIPOS DE ELECTRODO:

CLASIFICACION AWS	TIPO DE ELECTRODO	COLOR DE IDENTIFICACION	ACABADO	OBSERVACIONES
EWP	Tungsteno puro	Verde	Químico y Mecánico	Proporciona buena estabilidad de arco. Buena resistencia a la contaminación. La más baja capacidad para conducir corriente. Barato. Mantiene limpia su punta de trabajo
EWZr	Tungsteno -Zirconio (0.15%-0.40%)	Café	Químico y Mecánico	Preferido cuando el electrodo de tungsteno puro la contamina demasiado. Excelente para utilizarse con corriente alterna. Alta resistencia a la contaminación. Buen encendido de arco.
EWTh-1 EWTh-2	Tungsteno + 1% Thorio (0.8%-1.2%) Tungsteno + 2% Thorio (1.7%-2.2%)	Amarillo <hr/> Rojo	Químico y Mecánico	Fácil encendido de arco. La mayor capacidad para conducir corriente . Elevada resistencia a la contaminación. Fácil desgaste con corriente alterna
EWTh-3	Tungsteno -Torio (0.35%-0.55%)	Azul	<hr/>	Diseñado principalmente para usarse con corriente alterna

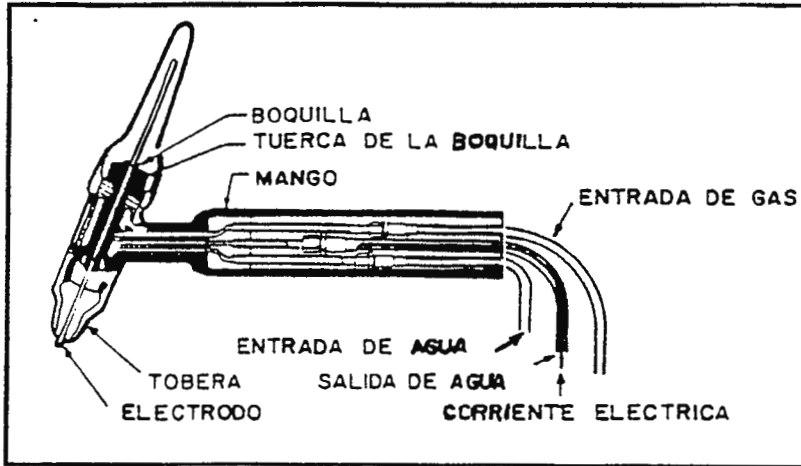
- Para soldar aluminio, magnesio y sus aleaciones se recomienda CA de alta frecuencia y electrodo de tungsteno puro o circonado.

- Para soldar aceros, níquel o sus aleaciones se recomienda DC polaridad directa y electrodo de tungsteno toriado (la polaridad inversa fundirá el tungsteno a gran velocidad).

### 1.3 SOPLETE O ANTORCHA

Este dispositivo sostiene el electrodo de tungsteno, dirige el gas

aislante y la corriente eléctrica al arco. Las antorchas pueden ser de enfriamiento por aire o por agua en caso de intensidades de corrientes superiores a 250 Amps. para evitar el recalentamiento del mango.



Dibujo que muestra la circulación de la energía, del gas y del agua a través de la antorcha.

Se recomienda usar una boquilla de un diámetro igual a 3 veces el diámetro del electrodo.

La boquilla de cerámica hace fluir al gas protector concéntrico al tungsteno.

Fig. 4 Antorcha

### 1.3.1 AJUSTE DEL ELECTRODO

Cuando se utiliza un electrodo de un diámetro inferior a 1.5 mm (1/16"), lo mismo que en juntas exteriores, la separación del electrodo con respecto al extremo de la tobera, debe ser, para mejores resultados, de 1½ a 2 veces el diámetro del electrodo.

Para juntas interiores la separación debe ser un poco mayor (2½ a 3 veces el diámetro)

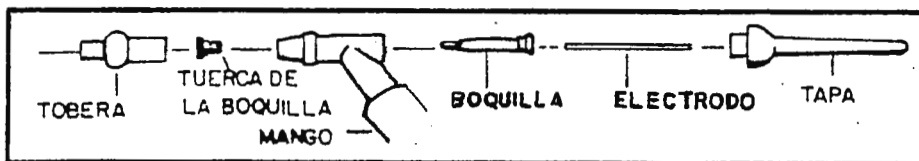


Fig. 5 Ajuste del Electrodo

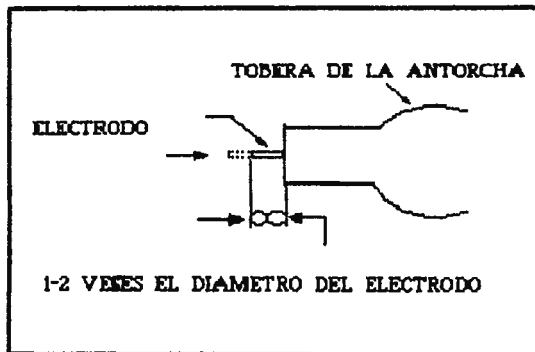
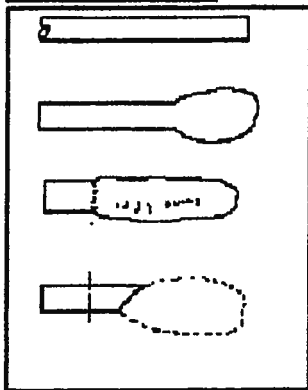


Fig. 6 Ajuste del Electrodo a juntas inferiores

Preparación de electrodo para corriente alterna: Tungsteno puro y tungsteno con zirconio:



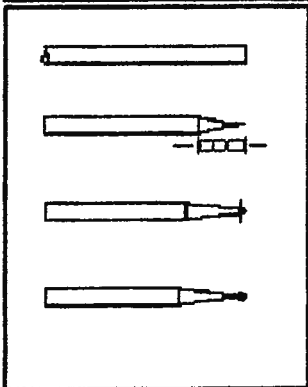
Buen estado-extremo brillante y redondeado.

Demasiada corriente-Forma de cabeza de fósforo

Extremo contaminado con metal base-El electrodo tocó el charco o alambre de relleno (forma similar que en B pero más largo y rugoso)

Corrección: Corte el extremo por las líneas a trazos si existe la condición b) o c). Si la ruptura del electrodo es oblicua esmerile la punta hasta hacerla plana.

Preparación de electrodos para corriente continua: Tungsteno al torio 1% ó 2%.



Electrodo nuevo (antes de afilar)

Afile el electrodo con esmeril. Longitud de la punta 2-1/2". Diámetro del electrodo

Esmerile un poquito de 1/64"

Punta contaminada. Esmerile la contaminación. El contaminante puede extender el arco y ampliar el cordón

## RECOMENDACION DE ELECTRODOS DE TUNGSTENO, COPAS DE CERAMICA Y RANGOS DE CORRIENTE P/SOLD.

Diametro de electrodo	COPA DE CERAMICA No.	Corriente Continua		Corriente Alterna					
		Polaridad Directa	Polaridad Invertida	Alta Frecuencia Onda Balanceada			Alta Frecuencia Onda Desbalanceada		
Pg. mm		EWP EWTh-1 EWTh-2 EWTh-3	EWP EWTh-1 EWTh-2 EWTh-3	EWP	EWTh-1 EWTh-2 EW Zr	EWTh-3	EWP	EWTh-1 EWTh-2 EW Zr	EWTh-3
0.040 0.1	6	15-80	8	10-60	15-80	10-80	20-30	20-60	20-60
1/16 1.6	6	70-150	10-20	50-100	70-150	50-150	30-80	60-120	30-180
3/32 2.4	6, 8	150-250	15-30	100-160	140-225	100-235	60-130	100-180	60-180
1/8 3.2	8	250-400	25-40	150-210	225-325	150-325	100-180	160-250	100-250
5/32 4.0	8	400-500	40-55	200-275	300-400	200-400	160-240	200-320	160-320
3/16 4.8	8, 10	500-750	55-80	250-350	400-500	250-500	190-300	290-390	190-340
1/4 6.4	10, 12	750-1000	80-125	325-450	500-630	325-630	250-400	340-525	250-525

### 1.3.2 FACTORES QUE AFECTAN LA VIDA DEL ELECTRODO

- Intensidad de corriente
- Contaminación con el metal de aporte.
- Contaminación con el metal base
- Contaminación atmosférica por falta de gas protector
- Uso de corriente alterna
- Exceso de largo en la punta del electrodo
- Contaminación por suciedad en el metal base o de aporte.

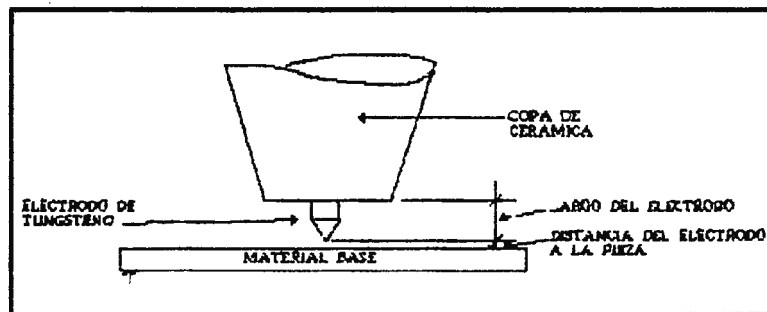


Fig. 7 Factores que afectan la vida del electrodo

## 1.4 GASES DE PROTECCION

Los gases de protección son materiales consumibles que se utilizan en los procesos de soldadura TIG y MIG.

Los gases monoatómicos argón y helio son los más empleados, la mezcla de ambos gases se utiliza cuando un balance entre las características de ellos se desean. Adiciones de hidrógeno o nitrógeno se emplean solamente en casos especiales.

El argón proporciona el voltaje más bajo a cualquier valor de corriente, adecuada longitud, cantidad de calor y encendido del arco. Además al ser más pesado que el helio proporciona mayor protección con menor flujo.

Los gases inertes puros protegen al metal a cualquier temperatura, contra su reacción con los elementos de la atmósfera (el aire). Sin embargo, se prefiere el helio para soldadura TIG automática o semiautomática porque produce un arco más caliente y mayor penetración.

- Soldadura posición horizontal —————> utilice gas argón.
- Soldadura posición vertical —————> utilice gas helio.
- Soldadura bajo techo —————> utilice gas helio.
- Soldadura en cornisa —————> utilice gas helio.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

## GASES Y MEZCLAS GASEOSAS RECOMENDADAS PARA LA SOLDADURA DE LOS METALES CON EL PROCESO TIG.

GAS PROTECTOR	METAL	CARACTERISTICA
Argón	Aluminio, Magnesio Aceros al carbono Aceros inoxidables Cobre, níquel y aleaciones Titanio Bronce al Si y Al	Es el gas que proporciona la mejor protección al electrodo y charco de soldadura. Ofrece bajos consumos de gas y por lo tanto minimiza turbulencias. Buen control de la penetración principalmente en placa delgada. La zona afectada por el calor (HAZ) es mínima previendo la posibilidad de fractura.
Argón-Helio	Aluminio, magnesio aceros inoxidables, Cobre, níquel y aleaciones, Titanio	Mayor aporte de calor por efecto de su contenido de helio, proporcionando mayor penetración y velocidad de soldeo.
Helio	Aluminio, magnesio, aceros al carbono, aceros inoxidables, cobre, níquel y aleaciones, titanio	Ofrece máxima penetración y velocidad de soldeo debido a su elevado aporte de calor y conductividad térmica. Empleado principalmente para placas de sección gruesa.
Argón-Hidrógeno	Aceros Inoxidables	Empleada solamente para soldaduras de aceros inoxidables, previendo la posibilidad de perforaciones. Muy empleada en soldadura automática de estos materiales en porcentaje de hidrógeno mayor de 35%
Argón-Hidrógeno-Helio	Aceros inoxidables	Mezcla excelente para obtener elevadas velocidades de soldadura, principalmente en tubería.

### 1.5 REGULADORES

El argón es embotellado a una presión atmosférica de 150 kgr/cm<sup>2</sup>, en botellas metálicas conteniendo generalmente 7m<sup>3</sup> de gas llevado a la presión atmosférica.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

En la válvula de salida del cilindro de gas es necesario acoplar un regulador de presión que tiene además un medidor de flujo de gas; el primero nos indica la presión interna del cilindro que contiene el gas y el segundo el consumo de gas en pies<sup>3</sup>/hr ó lt/min. La cantidad del gas alimentado dependerá del diámetro del electrodo, diámetro de la varilla, diámetro de la tobera y tipo de gas empleado.

Espesor Metal	Diámetro electrodo Tungsteno	Diámetro Varilla Porte(*)	Amperaje (-)	Gas Tipo	Protector  Flujo  p.c./hr
<b>ALUMINIO....SOLDADURA MANUAL CORRIENTE ALTERNA-ALTA FRECUENCIA</b>					
1/16"	1/16"	1/16"	60-100	Argón	15
1/8"	3/32"-1/8"	3/32"	120-160	Argón	20
3/16"	1/8"-5/32"	1/8"	180-240	Argón	20
1/4"	5/32"-3/16"	3/16"	240-320	Argón	25
<b>ACERO INOXIDABLE....SOLDADURA MANUAL- CORRIENTE DIRECTA-POLARIDAD DIRECTA</b>					
1/16"	1/16"	1/16"	40-70	Argón	15
1/8"	3/32"	3/32"	65-110	Argón	15
3/16"	3/32"	1/8"	100-150	Argón	20
1/4"	1/8"	5/32"	135-180	Argón	20
<b>ACERO DULCE....SOLDADURA MANUAL- CORRIENTE DIRECTA-POLARIDAD DIRECTA</b>					
1/16"	1/16"	1/16"	60-90	Argón	15
1/8"	1/16"-3/32"	3/32"	80-115	Argón	15
3/16"	3/32"	1/8"	115-170	Argón	20
1/4"	1/8"	5/32"	160-210	Argón	20

NOTA: Otros gases como el helio, o mezclas de ellos, también se usan como gas protector. El helio tiene mayor conductividad térmica que el argón, lo que permite mayor amperaje en el electrodo y da distintas características en el cordón de la soldadura.

Para su empleo buscar recomendaciones especiales según cada caso.

(\*) Cuando es empleada

(-) Puede variar un poco dependiendo del tipo de unión.

pc/hr.: pies cúbicos por hora.

## SEGUNDA PARTE PRACTICA Nº 2

### 2. SOLDADURA TIG DE UNA JUNTA A TOPE EN POSICION PLANA

**Material:** Equipo de soldadura TIG, platinas delgadas 2 x 6 x 1/16" diámetro del tungsteno de 2.4 mm, diámetro de la boquilla 4 mm (para que el argón proteja debidamente el metal aportado, diámetro del metal de aportación 2 mm).

**OBJETIVO:** Aprender a soldar con equipo TIG juntas a tope de platinas delgadas, utilizando material de aporte.

**TIEMPO:** 2 horas

#### PROCEDIMIENTO:

- 1- Recuerde prácticas de seguridad antes de comenzar a trabajar.
- 2- Regule el equipo según valores recomendados para el material que se está soldando.
- 3- Regule la longitud del tungsteno fuera de la boquilla.
- 4- Regule el caudal del gas 4 a 5 litros/minuto.
- 5- Observe las figuras siguientes para la posición del soplete y el metal de aportación. *fig. A y fig. B*
- 6- Coloque la pieza a soldar sobre el banco de trabajo.
- 7- Comience a hacer el cordón como sigue:
  - Descanse la boquilla sobre el banco de trabajo a 1/16 del extremo de la ranura.
  - Inicie el arco
  - Alimente la varilla de aporte moviendo hacia adentro y hacia afuera del área fundida.
  - Apague el equipo y discuta con el instructor éste tipo de soldadura.

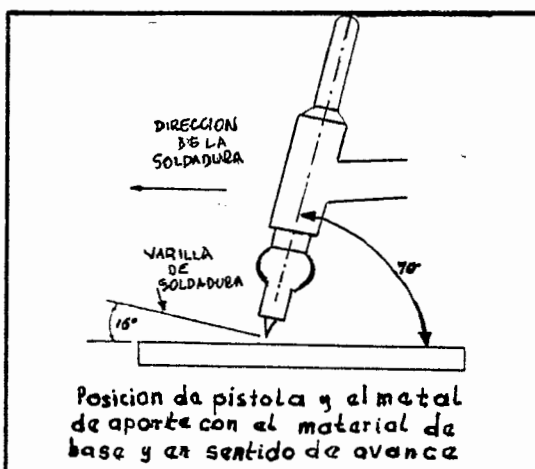


fig. A

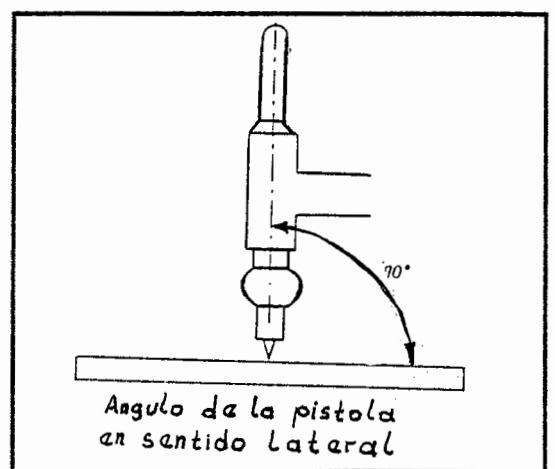


fig. B



Fig. 8 Movimiento del Metal de Aporte



Fig. 9 Socavación, Falta de metal de aporte, falta de penetración



Fig. 10 BIEN



Fig. 11 Separación de los bordes igual a  $1/4$  de grueso del material a soldar

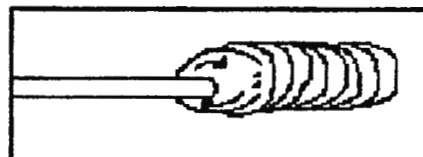


Fig. 12 Aspecto del Cordón visto por arriba

TERCERA PARTE

3.0 CUESTIONARIO

- 3.1 ¿Cuál proceso de soldadura es recomendable para soldar delgadas chapas de acero de baja aleación y alta resistencia, como en la industria automotriz en delgadas chapas metálicas de carrocería ?
- 3.2 ¿ Qué proceso por su costo de soldadura es recomendable para soldar una culata de cilindro de aluminio o una pieza de fundición de acero o aluminio?
- 3.3 ¿Cuál es el gas activo de uso más frecuente y el inerte que son utilizados en soldadura para impedir la contaminación producida por el oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera en la zona de soldadura ?
- 3.4 ¿Cuáles son las causas de un arco de soldadura inestable ?
- 3.5 ¿ Se puede emplear un bloque de carbón para encender el arco ? ¿ Es recomendable ?

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

DEFECTOS DE SOLDADURA EN  
EL PROCESO TIG.

## LABORATORIO Nº 3

### OBJETIVOS:

- Identificar los problemas y fenómenos comunes en la soldadura TIG, causas problemas y soluciones posibles.
- Diferenciar en la soldadura propiedades metalúrgicas características.
- Ilustrar técnicas de soldadura para diferentes tipos de uniones y posiciones de soldadura, así como la soldadura en tubos, en aceros inoxidable.

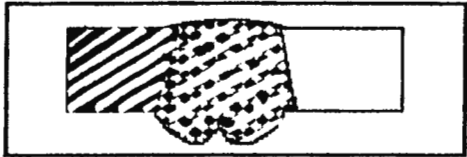

### PRIMERA PARTE

#### 1.0 DEFECTOS DE SOLDADURA.

En el sistema TIG y soldadura con Argón para aceros inoxidable, estos defectos se detectan por examen visual, y por prueba del petróleo, para comprobar hermeticidad y ausencia de fisuras, o por examen con rayos X.

DEFECTOS DE SOLDADURA TIG	CAUSAS PROBABLES Y REMEDIOS POSIBLES
Defectos de aspecto	- Metal de aporte mal limpiado
Cordón de aspecto Grisáceo	- Falta de protección de Argón: viento canalización no hermética.
Eventualmente suciedad sobre los cordones	- Máquina de soldar no adaptada
Varilla en forma de V más grande	- Intensidad de corriente muy elevada mucha velocidad de avance
Cordón socavado	- Diámetro insuficiente del metal de aporte.
Socavación	- Chaflán insuficiente o inexistente - Varilla de diámetro insuficiente
Defectos de penetración	- Mala selección del Amperaje de soldadura (Intensidad muy débil)

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

<p>Lagunas importantes con partes importantes de penetración irregular</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad de soldadura irregular; posición de la pistola, incorrecta, o se modifica durante el avance</li> <li>- Preparación del cordón incorrecta; espesor irregular del talón.</li> </ul>
<p>La penetración al anverso de la pieza con doble montura aunque el cordón esté bien.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquinas no rebabadas al anverso de la pieza mal limpiada y mal desoxidada.</li> <li>- Preparación realizada de forma incorrecta: alineamiento incorrecto de las piezas, talón irregular presentada por una desimetría de los bordes a ensamblar.</li> </ul> 
<p>Inclusiones de Tungsteno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diámetro y calidad del electrodo mal adaptada a la intensidad utilizada.</li> <li>- Diámetro del electrodo a utilizar depende no solamente de la intensidad sino también de la máquina de soldar.</li> </ul>
<p>Porosidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación de la superficie avance de soldadura insuficiente.</li> </ul>
<p>Porosidades sin alineamiento neto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Láminas mal desoxidadas o poca salida de argón durante la operación de soldadura.</li> <li>- Humedad</li> <li>- Sobre las láminas.</li> <li>- Sobre el metal de aporte</li> <li>- En la pistola de soldar o en la tubería de argón.</li> </ul>

## 1.2 METALURGIA DE LA SOLDADURA (OBSERVACIONES PRINCIPALES) X

Los aceros inoxidable son:

- De estructura puramente austenítica
- De estructura austenítica-ferrítica

La estructura austenítica (aceros 18-8.25-20 y 24-12) es naturalmente sensible a la rotura al calentarse.

En el proceso TIG la soldadura de aceros inoxidable es de mejor calidad, pudiéndose darle forma al cordón en formas como: cordón plano y cóncavos en ángulo, que presentan gran susceptibilidad a la rotura, paralelamente una intensidad muy elevada presenta inconvenientes como:

- Riesgo de formación de una estructura de grano grueso; por tanto una tendencia hacia una fragilidad de depósito.
- Acentuación del espacio de las zonas de formación de corrosión intergranular.
- Tendencias a aumentar las deformaciones.

### 1.2.1 RECOMENDACIONES PARA SOLDAR ACERO INOXIDABLE:

- a) Todo precalentamiento deba en un principio de proscribirse al contrario sin admitir enfriamiento por agua (riesgo de rotura por contracción violenta) es necesario esforzarse en acentuar la violencia de enfriamiento, en los casos particulares que el riesgo de rotura es elevado.
- b) Siempre debe utilizarse intensidades mínimas, sobre láminas finas es preferible depositar una sola pasadas a intensidades medias o más bajas, pero a más velocidad de avance, la tenacidad de la soldadura es mejor.
- c) Es preferible aumentar el número de pasadas, sin exageración, sobre láminas de espesor gruesos, que hace estructuras anchas y largas (en movimiento pendular), utilice pasadas estrechas o normales, ejecutadas a intensidades normales o a más velocidad de avance, para desfavorecer a la formación de roturas.

## 1.3 TECNICAS DE SOLDADURA

### 1.3.1 SOLDADURA EN ANGULO INTERIOR

#### 1.3.1.1 GENERALIDADES

- En este caso la posición relativa de la pistola y del metal de aportación es la misma que para la soldadura de tope.

- La parte del electrodo saliente del borde la boquilla no debe sobresalir mucho pues habrá poca protección de Argón.
- La pistola y el metal de aporte deben estar en plano bisector del ángulo formado por las dos piezas.

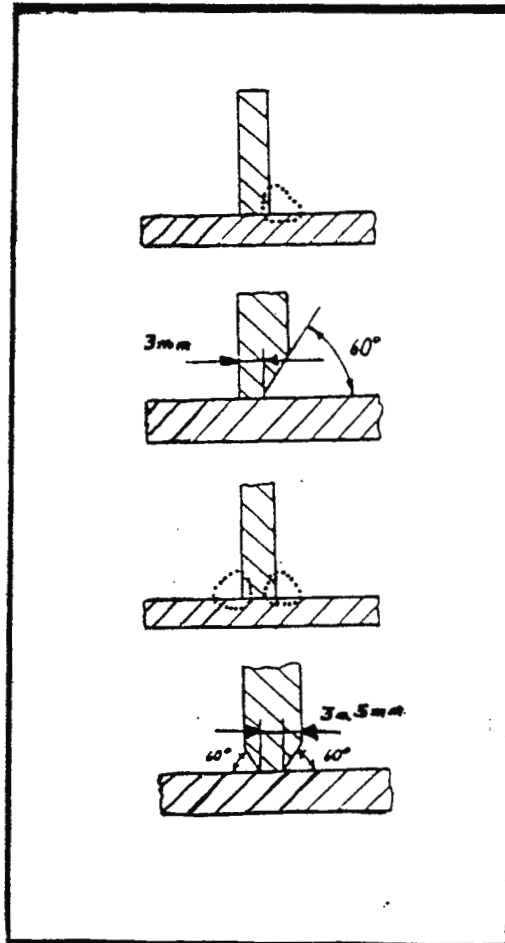
## 1.3.1.2 PREPARACION DE LA PIEZA A SOLDAR.

Angulo internos, bordes rectos  
 $e = 1$  a  $5$  mm. Todas posiciones

Angulo interior simple sobre  
chaflán en  $1/2 V$   $e = 5$  mm  
Todas posiciones

Angulo interior sobre bordes  
rectos  $e = 2$  mm

Angulo interior doble sobre  
 $1/2 V$   $e = 6$  mm



SOLDADURA EN ANGULO INTERIOR SOBRE ACERO INOXIDABLE

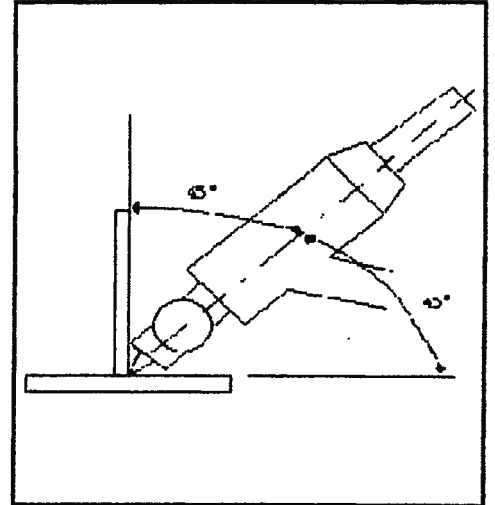
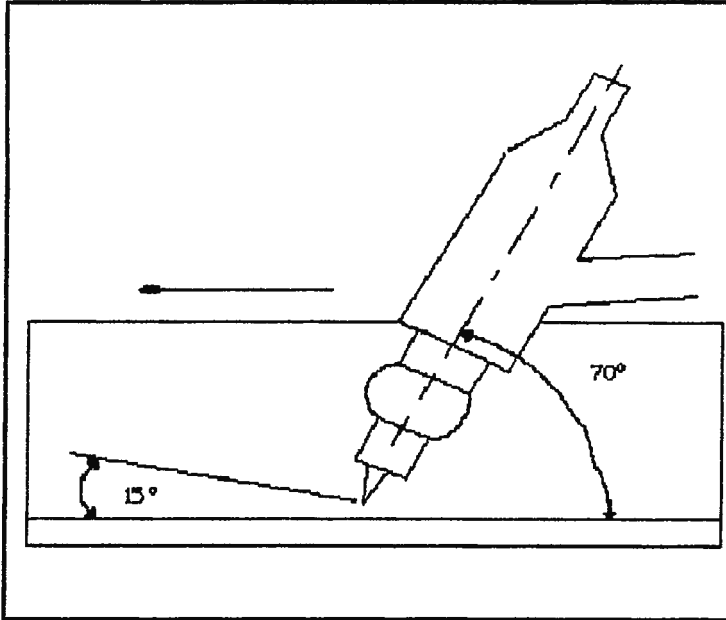


Fig. 2 Angulo de la pistola en sentido lateral

Fig. 1 Angulo de la pistola y del metal de aporte en sentido de avance y la distancia de la pistola al metal base varía al de la soldadura plana

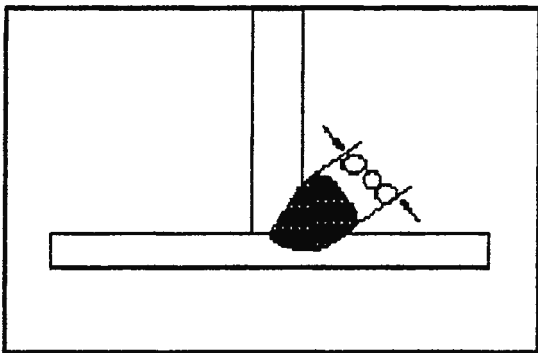


Fig. 3 Tres diámetros del electrodo

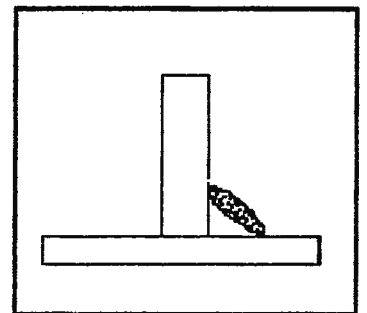


Fig. 4 Falta de penetración poco amperaje

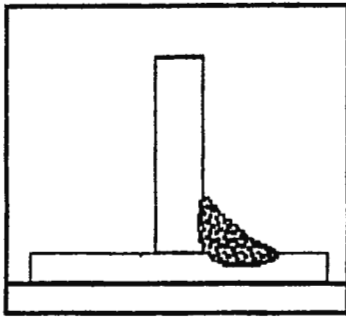


Fig. 5 Cordón recargado incorrecta posición de la pistola

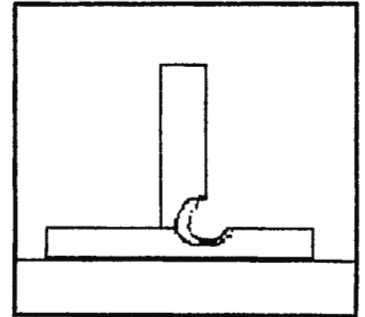


Fig. 6 Socavación exceso de amperaje

### 1.3.1.3 SOLDADURA EN ANGULO INTERIOR

#### Soldadura en ángulo interior

Las soldaduras a tope están definidas como una junta con unión completa. En el caso de juntas en rincón, se hace la unión entre dos piezas pero no existe una unión completa.

En la relación con este tipo de juntas, se realiza una aportación de soldadura sobre el rincón y las piezas se unen a causa de la penetración, pero la junta no se lleva completamente con material de aporte. La junta en ángulo es la más frecuente en la práctica.

En la figura 1A y 1B se muestran dos tipos de juntas en rincón o ángulo realizadas en diferentes posiciones.

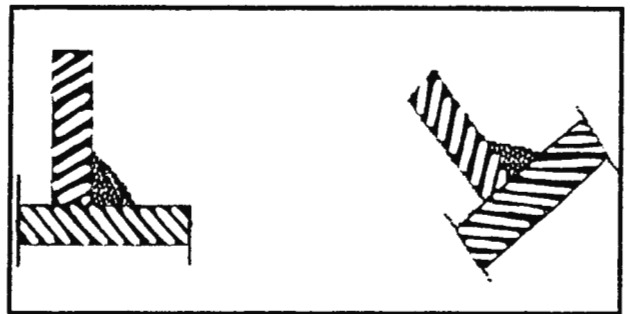
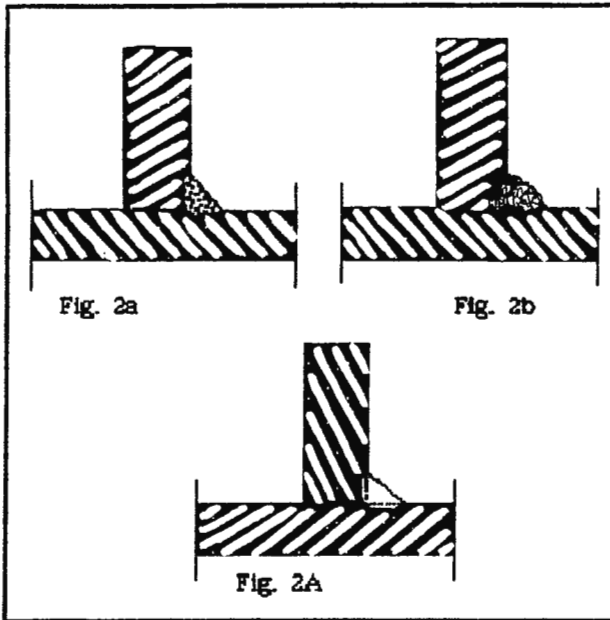


Fig. 1A y 1B



La gran ventaja de esta unión es su economía, puesto que en la mayoría de los casos no necesita preparación anterior a la soldadura. En el caso de acero inoxidable el amperaje es más bajo, pero también debe usarse un ángulo de electrodo menor respecto a la pieza y al sentido de avance, en la figura 2A muestra un cordón hecho correctamente y uno más mal hecho figuras 2a y 2b.

Fig. 2A, 2b, 2a

SOLDADURA EN ANGULO EXTERIOR SOBRE ACEROS INOXIDABLES

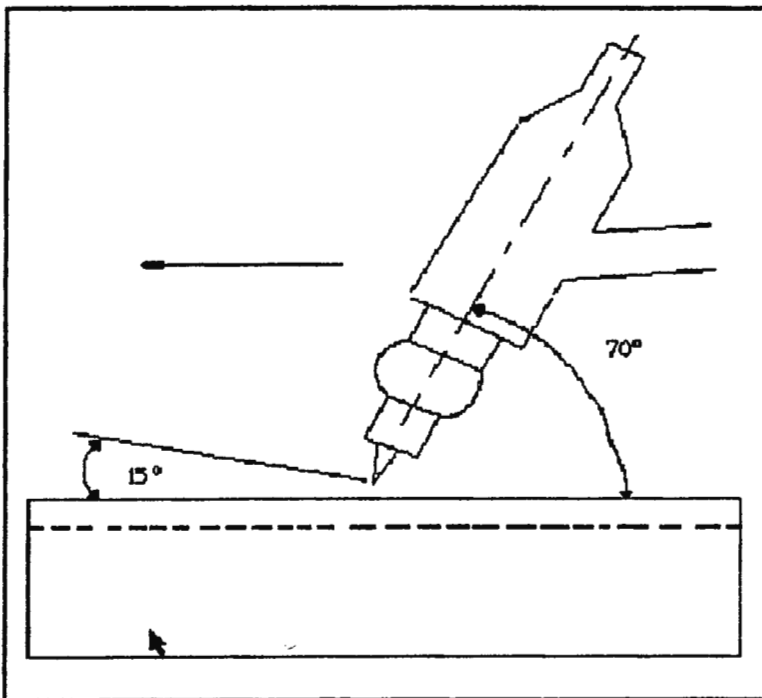


Fig. 7 Posición de la pistola y el metal de aporte en relación a las piezas a soldar vista de frente

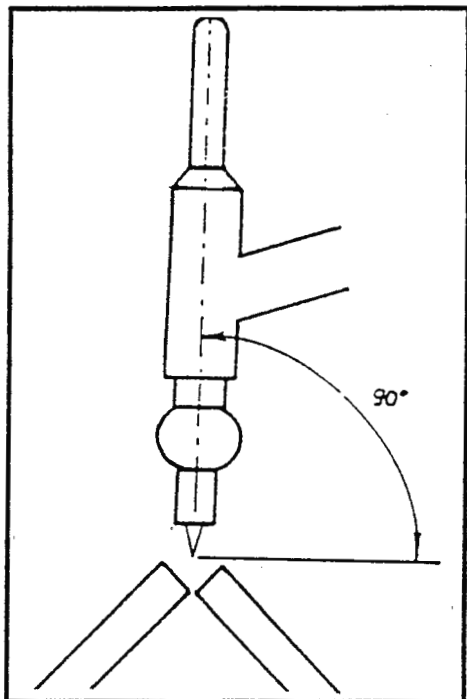


Fig. 8 Posición de la pistola en relación a las piezas a soldar visto de lado

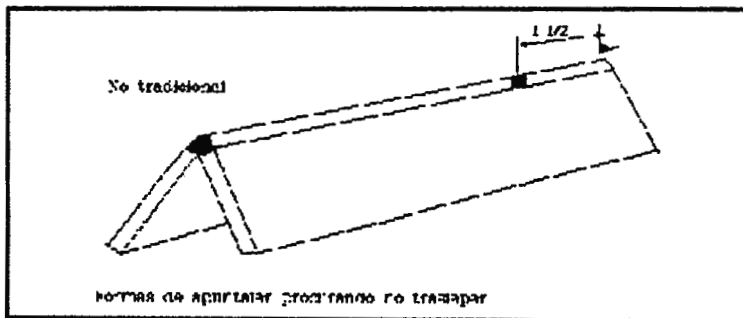


Fig. 9 Forma de apuntarla procurando no traspasar

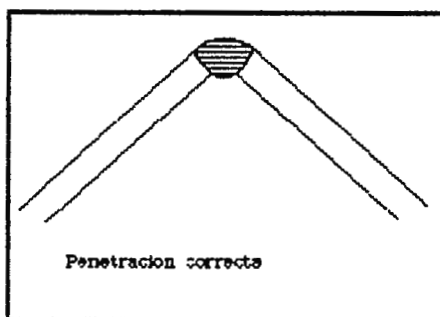


Fig. 10 Penetración correcta

**1.3.2.1 JUNTAS EN ANGULO EXTERIOR**

Las juntas en ángulo exterior se usan generalmente en la fabricación de vasijas, cajas y toda clase de recipientes, así como para otros trabajos más pesados. En la figura 11 se muestra una forma empleada en materiales de espesor hasta 1/8" en este

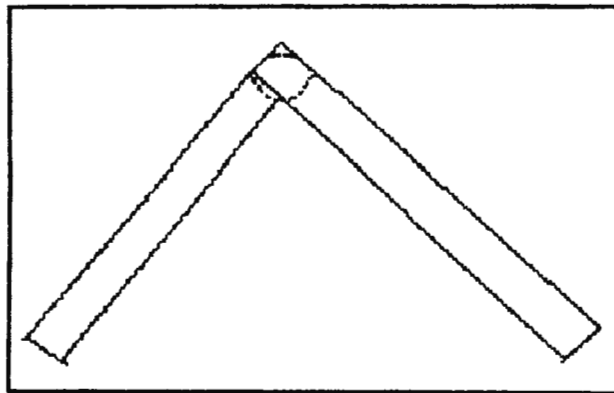


Fig. 11

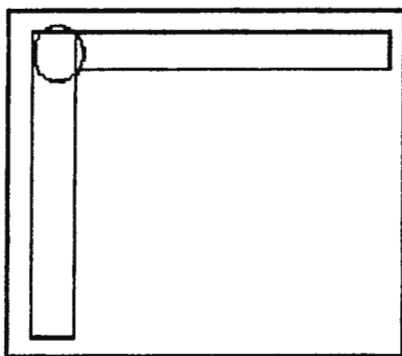


Fig. 12

Caso no se emplea metal de aporte ya que se hace por fusión del mismo metal base. Este tipo de trabajo resulta suficientemente fuerte la soldadura ejecutada en esta forma.

La figura 12 muestra otro tipo de junta en ángulo exterior, pero en este caso es el material más grueso, por lo tanto hay que usar material de aporte.

En la figura 13 muestra otros tipo para metales mucho más gruesos.

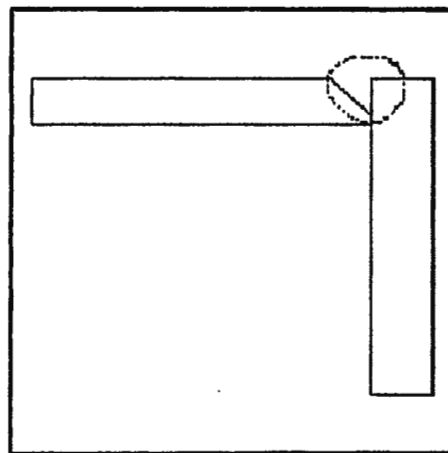


Fig. 13

En este caso hay que biselar ya que por el espesor del metal, no se lograría la penetración adecuada que garantice una resistencia a la soldadura. La nariz o raíz ha de tener bastante espesor para evitar la quemadura a través en la primer pasada.

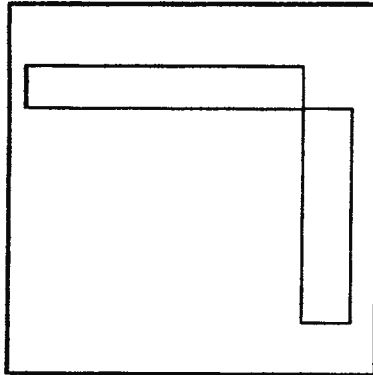


Fig. 14

El número de pasadas depende del tamaño de la "V" y del espesor del material a soldar. En todas las juntas en ángulo exterior, se ha de tener la precaución de que las piezas hagan buen contacto a todo lo largo de la costura.

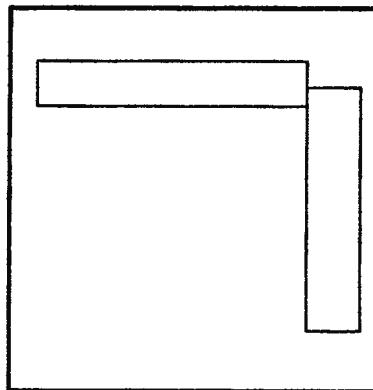


Fig. 15

En algunos casos se puede poner las piezas tal como se muestra en la figura 14.

1.3.3 SOLDADURA EN CORNISA SOBRE ACERO INOXIDABLE

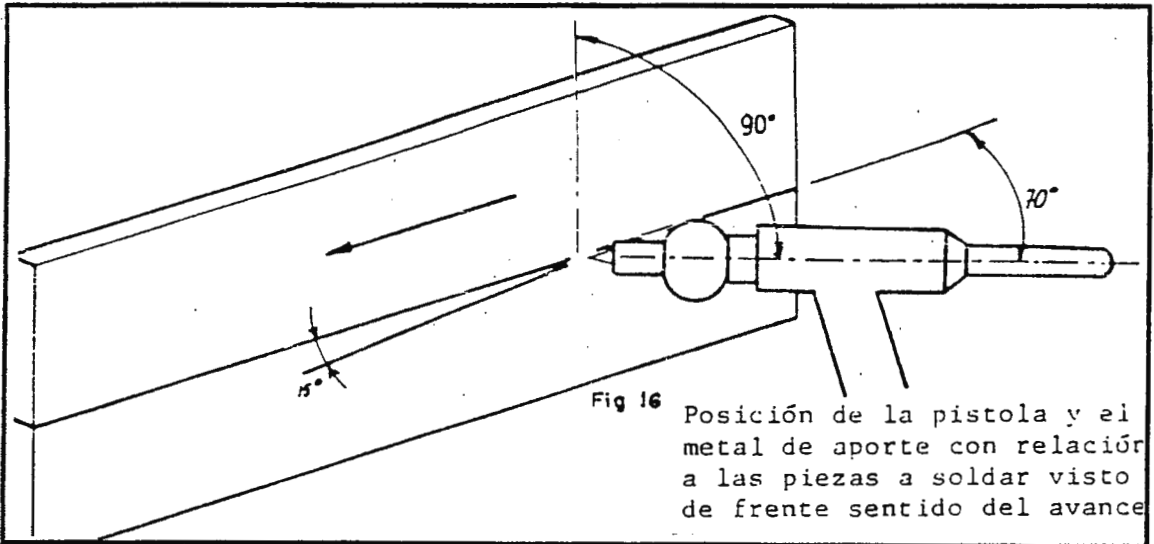


Fig. 16 Posición de la pistola y el metal de aporte con relación a las piezas a soldar y visto de frente sentido del avance

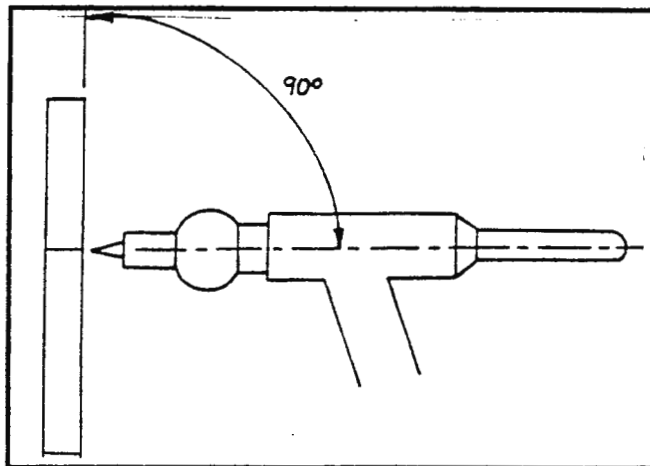


Fig. 17 Posición de la pistola a las piezas a soldar vista de lado ángulo lateral



Fig. 18 Bien, buena penetración



Fig. 19 Mal, socavación



Fig. 20 Mal, poca penetración

1.3.4 SOLDADURA VERTICAL ASCENDENTE SOBRE ACERO INOXIDABLE

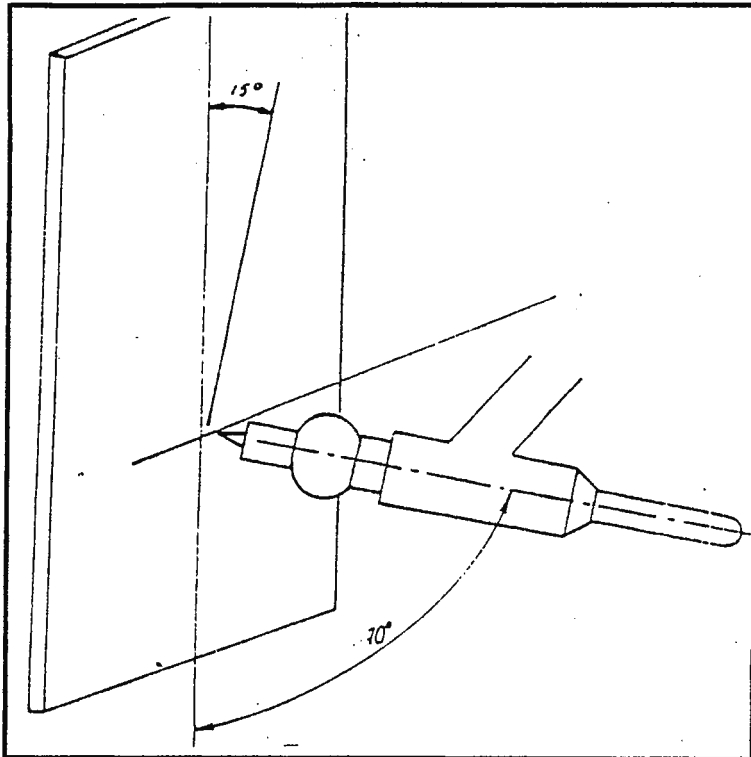


Fig. 21 Posición de la pistola los ángulo de este y del metal de aporte en relación con la pistola de soldar

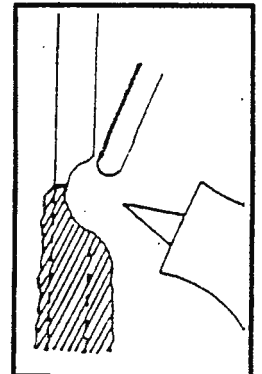


Fig. 22 Aspecto de la formación del cordón

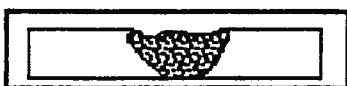


Fig. 23 cordón recargado al centro con socavaciones por exceso de calor



Fig. 24 Cordón con socavación por falta de metal de aporte.



Fig. 25 Cordón bien formado

### 1.3.5 SOLDADURA DE TUBO SOBRE ACERO INOXIDABLE

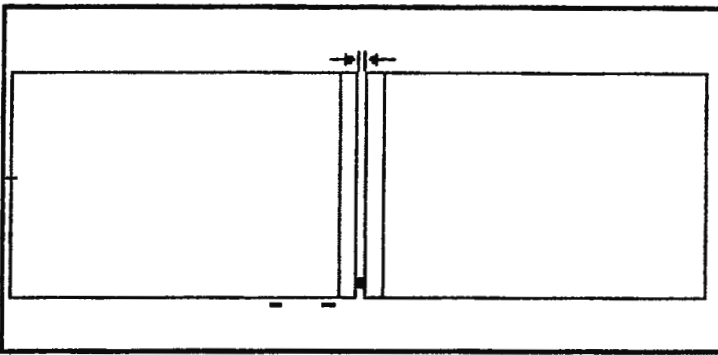


Fig. 26 Separación entre dos piezas

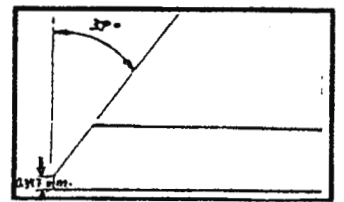


Fig. 27 Forma de preparación de los bordes

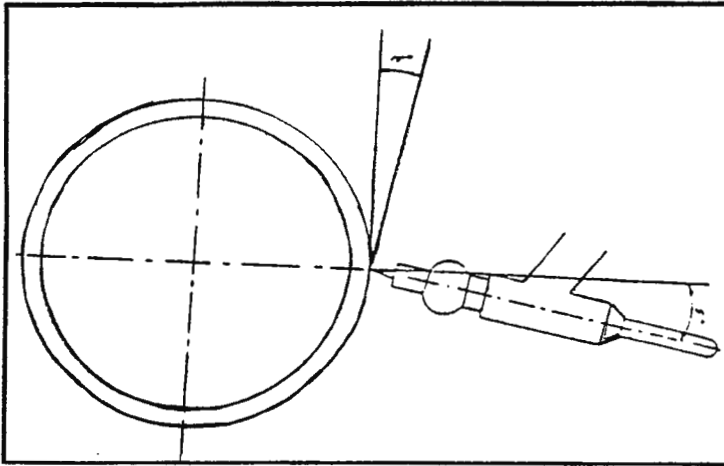


Fig. 28 Preparación de la Pistola y el metal de aporte en relación al tubo

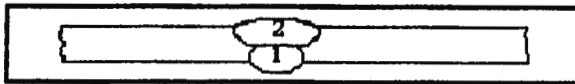


Fig. 30 Aspectos de penetración y el relleno del nivel de dos pasadas

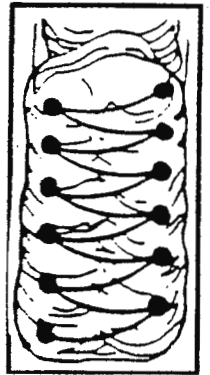


Fig. 29 Movimiento de la pistola para la formación del cordón

## SEGUNDA PARTE PRACTICA Nº 3

### SOLDADURA TIG EN POSICION VERTICAL

Material: Platinas de acero dulce de 2 x 6 x 1/4" biseladas, diámetro del tungsteno 3.2 mm, diámetro de la varilla para el primer y segundo cordón 2 mm.

OBJETIVO: Aprender a soldar en posición vertical con sistema TIG.

Tiempo: 2 horas.

#### PROCEDIMIENTO:

- 1- Recuerde las normas de seguridad antes de comenzar a trabajar.
- 2- Regule el equipo según valores recomendados para el material que se está soldando.
- 3- Regule presión de agua 50 lbs (3.5 kgr/cm<sup>2</sup>)
- 4- Regule flujo del gas 8 a 10 litros/minuto.
- 5- Prepare las piezas de soldar, límpielas, hágale bisel.
- 6- Coloque las piezas sobre el banco de trabajo.
- 7- El punteo de las piezas debe realizarse por la parte opuesta al Bisel Figura "A", la separación entre piezas para la mejor realización del cordón ha de ser de 3 mm.
- 8- Inclíne el soplete con relación al metal de base debe llevar una inclinación de 75-80 Grados.
- 9- Cuando deposite el metal de aporte, la varilla ha de introducirse bien entre los bordes del bisel. El metal de aporte no debe depositarse en forma continua, sino cuando el cordón lo precise y siempre dentro del baño de fusión; y que la fusión de la varilla sea seguida y nunca en forma de gotas.
- 10- Procure que las pasadas o cordones no vayan sobrecargadas de material aportado.
- 11- Apague el equipo y discuta con el instructor este tipo de soldadura.

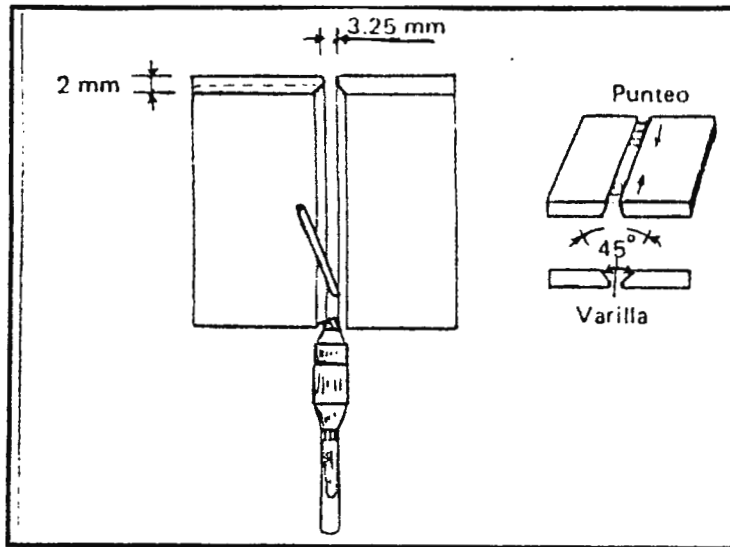


Fig. A

### TERCERA PARTE

#### CUESTIONARIO

- 1.- En el proceso TIG, la soldadura en aceros inoxidable, si se desea la máxima velocidad de soldar, para espesores mayor calibre, ¿ qué mezcla de gas se recomienda ? ¿ porqué ? ¿ Cómo es el consumo de gas ? ¿ Se formará una capa protectora adicional?
- 2.- ¿ Porqué el proceso TIG es el más apropiado para soldar acero inoxidable? ¿ qué sucede con los elementos de aleación ? ¿ Se segrega carbono en la Zona de soldadura ?
- 3.- Cuando un cordón de soldadura aparece coloreado ¿ Cómo se puede limpiar? ¿ Qué solución de ácido se ocupa ?
- 4.- Enumere una lista de industrias en las que el proceso TIG es la solución.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

SOLDADURA EN ALUMINIO  
EN EL SISTEMA TIG.

## LABORATORIO Nº 4

### OBJETIVOS:

- Conocer la simbología empleada para designar aluminio y aleaciones de aluminio.
- Propiedades características del aluminio.
- Los lineamientos básicos para realizar una soldadura TIG en aluminio.

### PRIMERA PARTE

#### 1. SIMBOLIZACION DEL ALUMINIO Y DE SUS ALEADOS

##### 1.1 EL ALUMINIO PURO

(Refinado) el número que indica el grado de pureza va seguido de una R; por ejemplo Al 99.99 R=Aluminio puro con una pureza de por lo menos 99.99%

##### 1.2 ALEACIONES DE ALUMINIO QUE CONTIENEN MAGNESIO

(Reflectal) esta R sigue el símbolo del Aluminio, y a continuación va el símbolo del Magnesio con el número que indica su porcentaje en la aleación; por ejemplo Al R Mg 0.5= Aleación de aluminio puro contiene el 0.5% de magnesio.

##### 1.3. ALEACIONES DE ALUMINIO

En este hay tres clases de abreviaturas:

1. ALEACIONES FORJABLES: El símbolo empieza con Al sin ningún símbolo que le preceda; por ejemplo, Al Mg Si = Aleación forjable de aluminio, magnesio y silicio.

2. ALEACIONES PARA COLADA EN ARENA O COQUILLA: Llevan delante del símbolo de la aleación una G (de Guss, colada); por ejemplo; G AlSi = Aleación para fundir en arena o coquilla, de aluminio y silicio.

3. ALEACIONES PARA COLADA O PRESION: Van precedidas de las letras GD; por ejemplo , GD AlCuSi = Aleación, para colada a presión de aluminio-cobre-silicio.

---

FUNDAMENTOS DE SOLDADURA EN EL PROCESO TIG

---

LAB

PAG

TABLA I

ELEMENTO	SIMBOLO	ELEMENTO	SIMBOLO
Aluminio	Al	Magnesio	Mg
Berilio	Be	Níquel	Ni
Boro	B	Plomo	Pb
Cadmio	Cd	Silicio	Si
Cerio	Ce	Titanio	Ti
Cromo	Cr	Tungsteno	W
Cobalto	Co	Vanadio	V
Cobre	Cu	Zinc	Zn
Estaño	Sn	Circonio	Zr
Hierro	Fe		

## 2. PROPIEDADES

El aluminio (Al) es un metal blanco grisáceo, muy maleable, muy dúctil y de una resistencia débil.

Se caracteriza por su ligereza y buena conductividad y su bajo punto de fusión.

Resiste muy bien a ciertos ácidos y es utilizado en calderería, en tubería y para la fabricación de aparatos para la industria química y alimenticia, particularmente en cervecerías.

Sin embargo existe la tendencia de sustituir por aleaciones, de propiedades mecánica superiores, que no hay que confundir con él.

El aluminio al aire libre se recubre de una película de oxido de alúmina, muy resistente o prácticamente impermeable, que impide el acceso del aire y por consiguiente la progresión de la oxidación; es por esto que se le considera como metal inoxidable, sin embargo esta inoxidabilidad depende de la pureza del aluminio.

### 3. NATURALEZA DE LA VARILLA

En principio, se toma una varilla de la misma composición que el metal que se va a soldar, tal vez en casos particulares, puede ser interesante el uso de una aleación de composición ligeramente diferente para tener en cuenta las propiedades especiales de ciertas aleaciones (fragilidad al calor y disminución de la tenencia en elementos de adición).

Es necesario usar las varillas de aleaciones definidas y desechar radicalmente aquellas de composición desconocidas que provoquen la corrosión; los diámetros a utilizar se escogen de acuerdo al trabajo a realizar.

**TABLA II**

ESPESOR DE LAS LAMINAS A SOLDAR EN mm	VARILLA REDONDA DIAMETROS EN mm
1	2
2	3
3	4
4	4-5
5	5
6	5-6
8	5-6
10	5-6

---

### 4. ARCO ELECTRICO EN TIG CON CORRIENTE ALTERNA X

#### 4.1 SOLDADURA CON CORRIENTE ALTERNA

La corriente alterna es generalmente utilizada para la soldadura del aluminio y sus aleaciones.

Este tipo de corriente permite romper la capa de *alúmina* (óxido de aluminio infusible) y facilita así la soldadura removiendo el oxido y dando un buen baño de fusión.

Las características externas de la máquina son como los de una máquina

estática de la soldadura clásica al arco.

Este tipo tiene como funciones:

- Estabilizar y cortar la corriente de soldadura.
- Facilitar, cortar y abrir la salida del argón y de cortar la corriente de soldadura a fin de evitar toda oxidación del electrodo de tungsteno y de la soldadura al finalizarla.
- De estabilizar el arco gracias a la platina estabilizadora incorporada.

## 5. EJECUCION DE LA SOLDADURA TIG EN ALUMINIO CON MATERIAL DE APORTE X

Durante el calentamiento de la junta , se mantiene la varilla aproximadamente 25 mm. del electrodo, la varilla debe estar inclinada formando un ángulo de  $20^\circ$  respecto a la pieza figura 1.

Se forma un pequeño baño de fusión como se muestre en la figura, se mantiene el electrodo hasta formar el baño de fusión; de un movimiento rápido, colocar a la orilla del borde del baño de fusión fig. 2 repitiendo esta operación en todo el largo de la junta hasta lograr un cordón con el alto y ancho que se desee, en todo caso la velocidad de la soldadura depende de la forma largo, ancho y alto del cordón que se desee obtener.

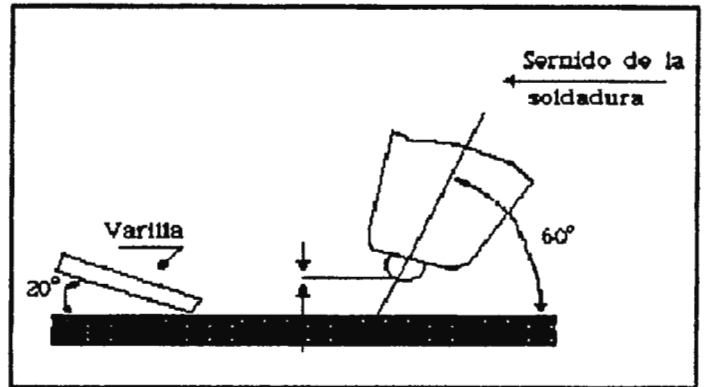


Fig. 1

Para garantizar una buena soldadura depende mucho de la elección correcta del metal de aporte, éste debe seleccionarse de acuerdo a la calidad del metal de soldar, debiendo ser éste de composición química igual al metal base.

Para no correr el riesgo de usar un metal de aporte que no reúna las condiciones químicas exigidas, se recomienda cortar tiras de la misma lámina que se va a soldar.

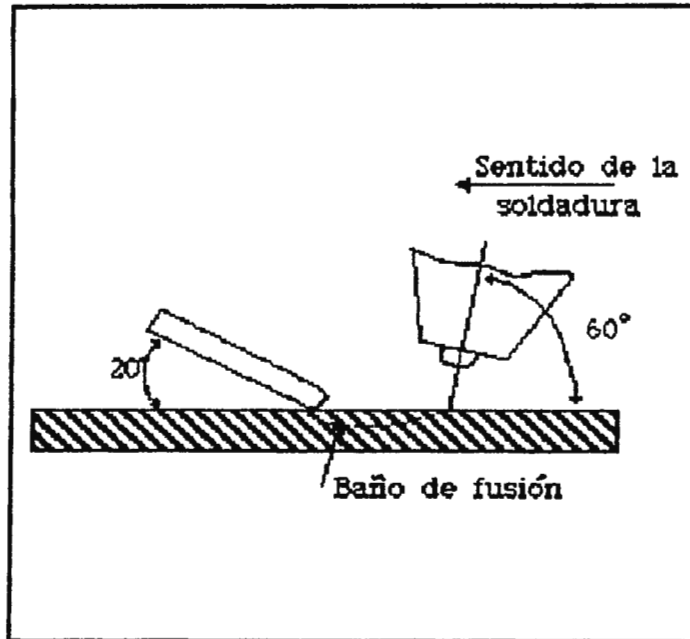


Fig. 2

## 6. SOLDADURA A TOPE SOBRE ALUMINIO

### 6.1 GENERALIDADES:

El electrodo *refractario* es hecho de una aleación de tungsteno, tiene un alto punto de fusión (6900 °F) es prácticamente inconsumible.

Para la soldadura del aluminio, se recomienda el uso de un electrodo de tungsteno con 1 al 2% de torio.

### 6.2 PARA EJECUTAR UN TRABAJO:

1. Limpie el material hasta quitar de la superficie el óxido de aluminio.
2. Coloque la pieza sobre la mesa con la posición deseada.

La posición de la boquilla en sentido del avance es de 60° y 90° en sentido lateral y el del metal de aporte es de 20° con la pieza en sentido de avance y 90° en sentido lateral (fig.3)

El arco es igual al grueso del metal de aporte y el ancho del cordón 2 veces el grueso del metal de aporte (Fig. 4).

Coloque las placas con una abertura igual al grueso de la lámina (Fig. 5)

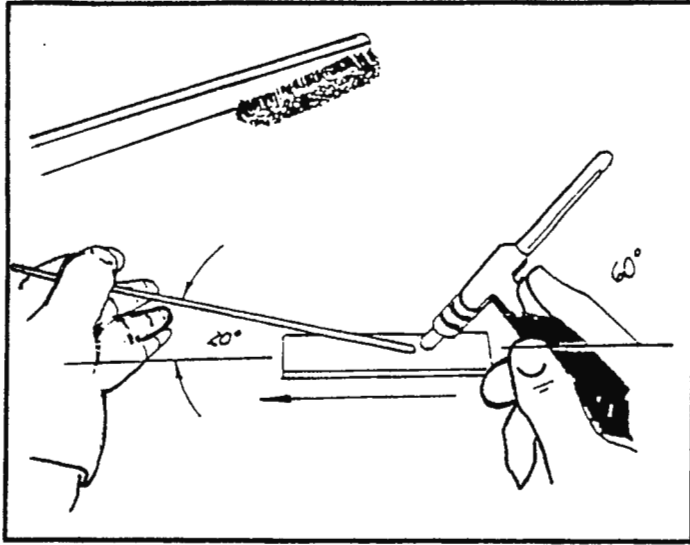


Fig. 3

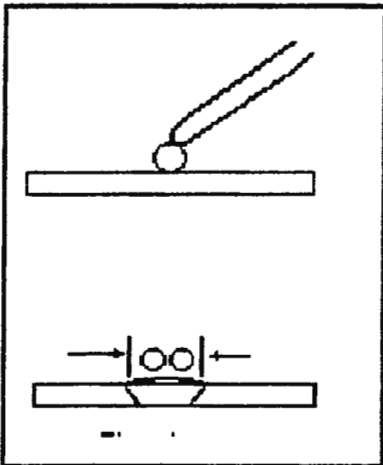


Fig. 4

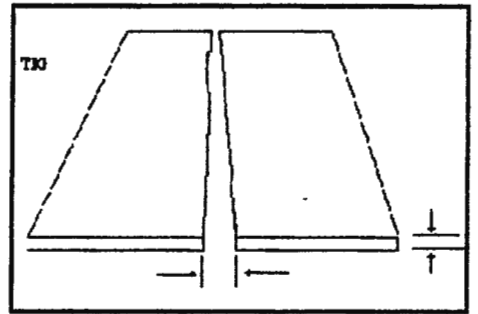


Fig. 5

## 7. SOLDADURA EN ANGULO INTERIOR

### 7.1 GENERALIDADES:

Para la ejecución de una soldadura sobre aluminio en ángulo interior debe de mantenerse la pistola a  $70^\circ$  de ángulo respecto a la mesa y de acuerdo al ángulo ( $90^\circ$ ), respecto al sentido del avance debe se mantenerse la varilla a  $30^\circ$  con la mesa (Fig.6).

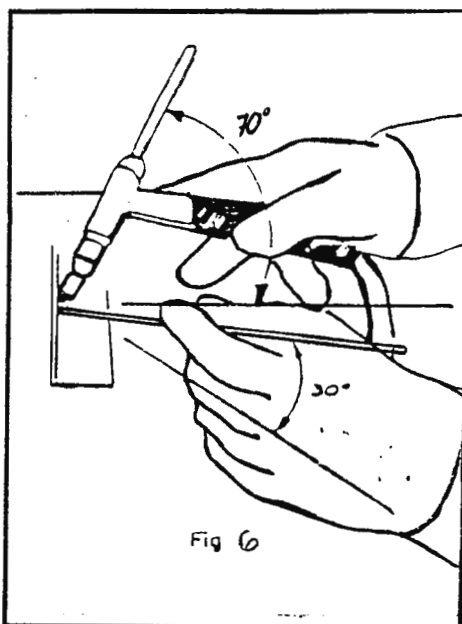


Fig. 6

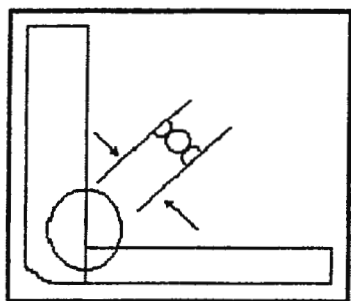


Fig. 7

Para la deposición de material debe de calcularse de manera tal que el ancho del cordón quede de dos veces y media el diámetro del electrodo (Fig. 7) para así no sólo lograr un ancho normal, sino también lograr una buena penetración .

Para una buena penetración y un buen balance del cordón debe de mantenerse el arco a una distancia igual al diámetro del electrodo, esto no sólo asegura una buena penetración sino que se evita socavaciones (fig. 8).

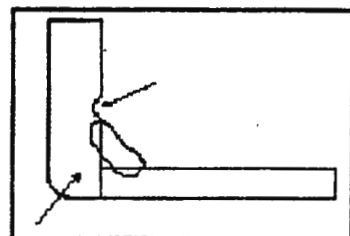


Fig. 8

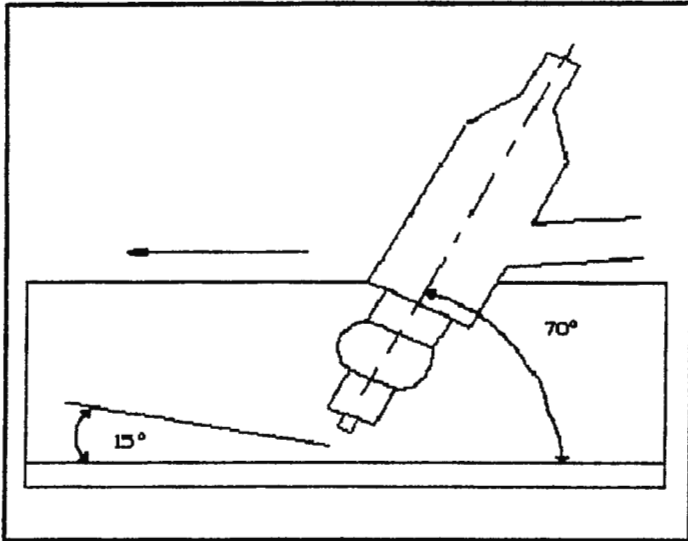


Fig.9 Angulo de la pistola y del metal de aporte en sentido de avance y la distancia de la pistola al material base varia al de la soldadura plana.

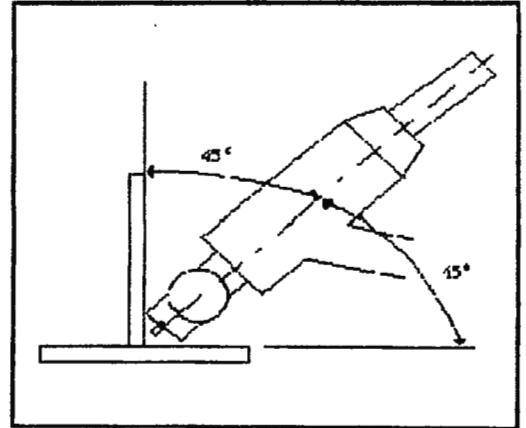


Fig. 10 Angulo de la pistola en sentido lateral.

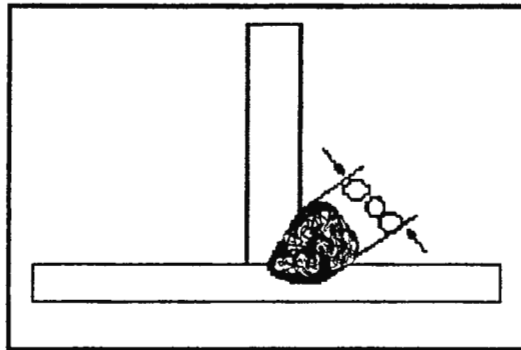


Fig. 11 Tres diámetros del electrodo

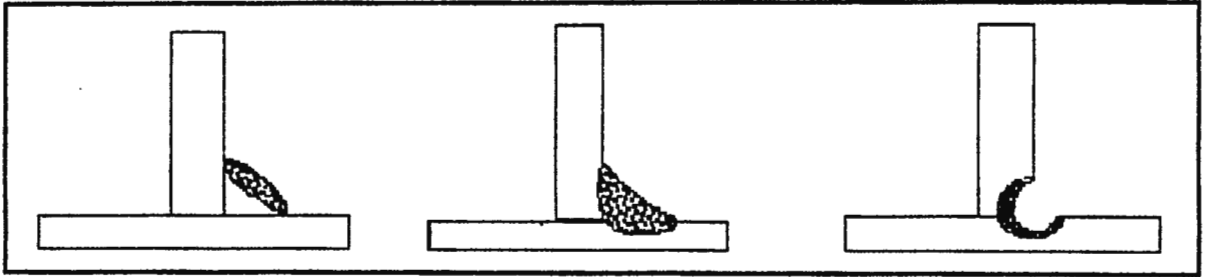


Fig. 12

- Falta de penetración poco Amperaje
- Cordón recargado incorrecta posición de la pistola
- Socavación exceso de amperaje

## SEGUNDA PARTE PRACTICA Nº 4

### SOLDADURA DE PLATINAS DE ALUMINIO A TOPE EN POSICION PLANA

**MATERIAL:** Platinas de aluminio de 1/8" x 50 x 200 mm, electrodos de tungsteno 1/8", varilla de aluminio de 1/8", equipo de soldadura con corriente alterna, boquilla de cerámica de 1/4"

**OBJETIVO:** Soldar aluminio con el sistema TIG.

**Tiempo:** 2 horas

#### PROCEDIMIENTO:

- 1.- Recuerde las normas de seguridad para soldadura de arco.
- 2.- Regule el equipo según valores recomendados para el material que se está soldando.
- 3.- Regule presión de agua de enfriamiento 50 lbs. (3.5 Kg/Cm<sup>2</sup>)
- 4.- Regule flujo del gas 8 litros/minuto.
- 5.- Prepare las piezas a soldar.
- 6.- Regule la máquina entre 125-130 amperios.
- 7.- Comience el arco en uno de los extremos de la pieza, inicie la fusión como se suelda con adición de material de aporte con un ángulo de inclinación entre 10 y 20 grados Fig. A y lleve a la zona de fusión.
- 8.- Incline el soplete un ángulo de 60° de modo que permita la visibilidad del cordón y el acercamiento del material de aporte. Fig. B.
- 9.- Apague el equipo y discuta con el instructor este tipo de soldadura.

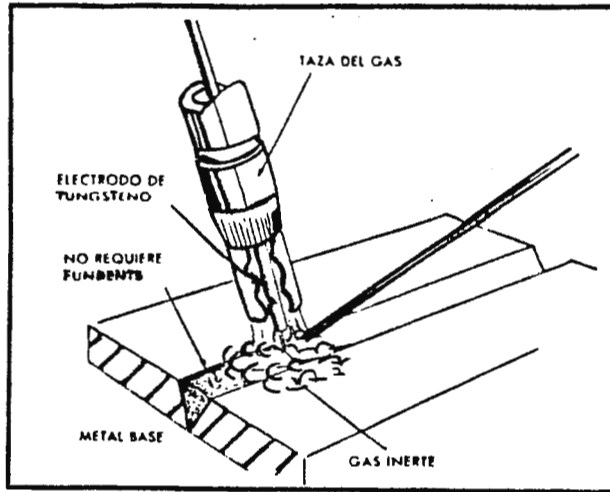


Fig. A

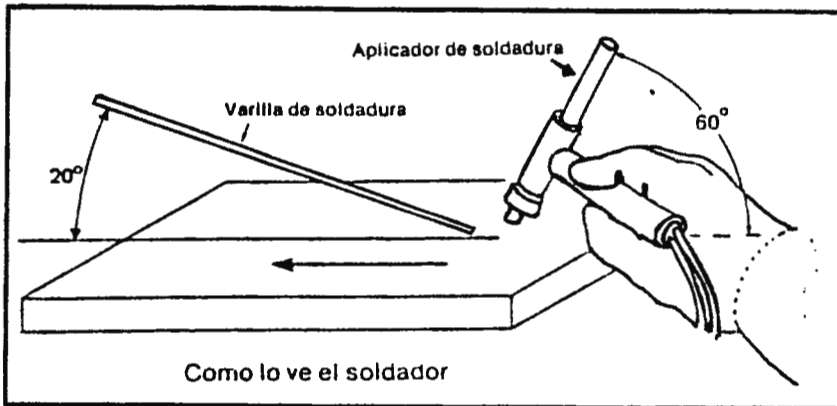


Fig. B

## PRACTICA Nº 5

### SOLDADURA DE FILETE PARA FORMAR UNA ESQUINA EXTERIOR

**MATERIAL:** Piezas de aluminio de 2 x 6 x 1/8", varilla de aluminio como material de aporte, boquilla de 3/8", boquilla quijada de 3/32", electrodo de tungsteno de 3/32".

**OBJETIVO:** Aprender a hacer una soldadura de filete aceptable para formar una esquina exterior, en posición plana y en aluminio.

**Tiempo:** 2 horas.

#### PROCEDIMIENTO:

- 1.- Recuerde las normas de seguridad para soldadura de arco.
- 2.- Regule el equipo según valores recomendados para el material a soldar.
- 3.- Regule presión de agua
- 4.- Regule flujo de gas.
- 5.- Prepare las piezas a soldar.
- 6.- Encienda la máquina de soldar.
- 7.- Una con puntos de soldadura ambos extremos de la junta Fig. A.
- 8.- Coloque la pieza sobre el banco de trabajo.
- 9.- Sitúe la boquilla cerca del extremo lejano de la junta y sosteniendo el soplete a un ángulo de 60° grados, y sin ángulo hacia los lados, establezca el arco y haga la soldadura Fig. B.
- 10.- Sitúe el arco, y mantenga su longitud como se ilustra en la Fig. C
- 11.- Ajuste su velocidad de avance de manera que le arco produzca orillas redondeadas en la junta, como se observa en la Fig. D
- 12.- Suelde la pieza en otra posición Fig. E
- 13.- Inspeccione la soldadura. Debe tener la apariencia de una junta de calidad, como se muestra en la Fig. F y discuta con el instructor.

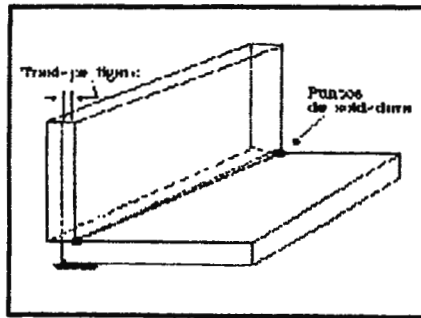


Fig. A

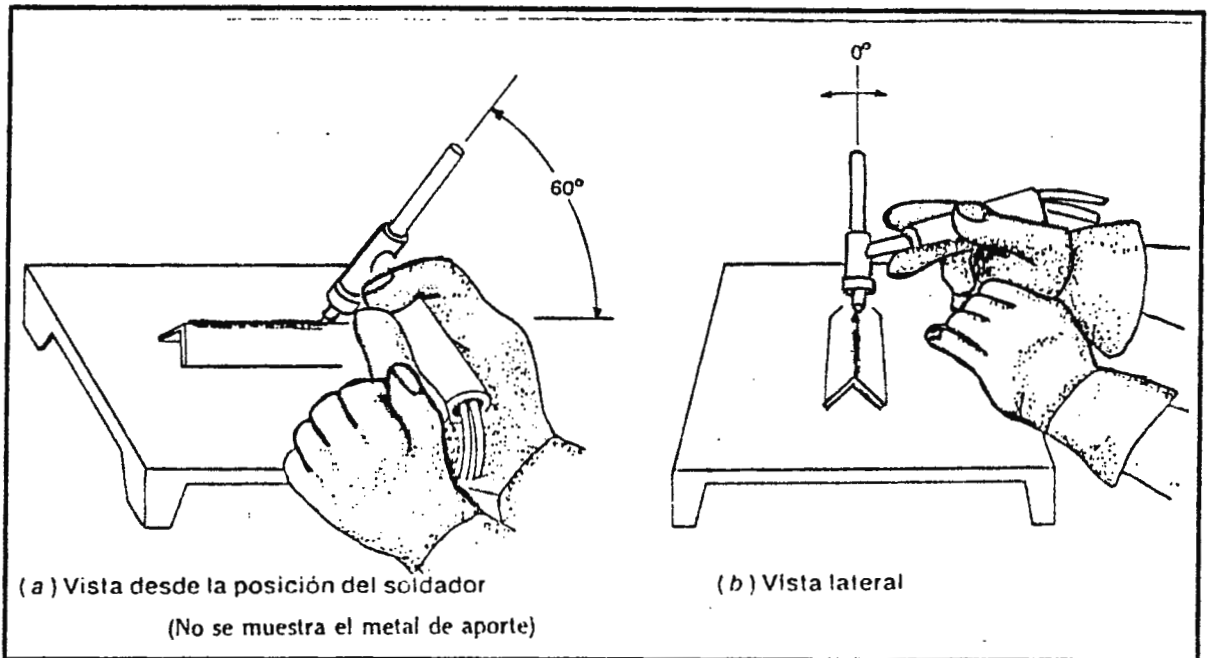


Fig. B

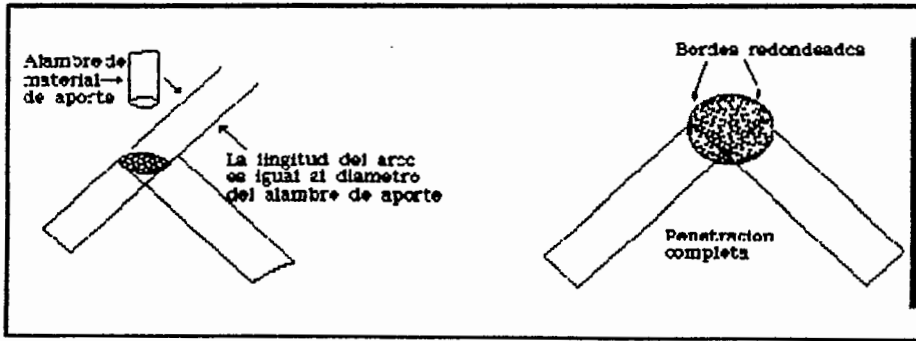


Fig. C

Fig. D

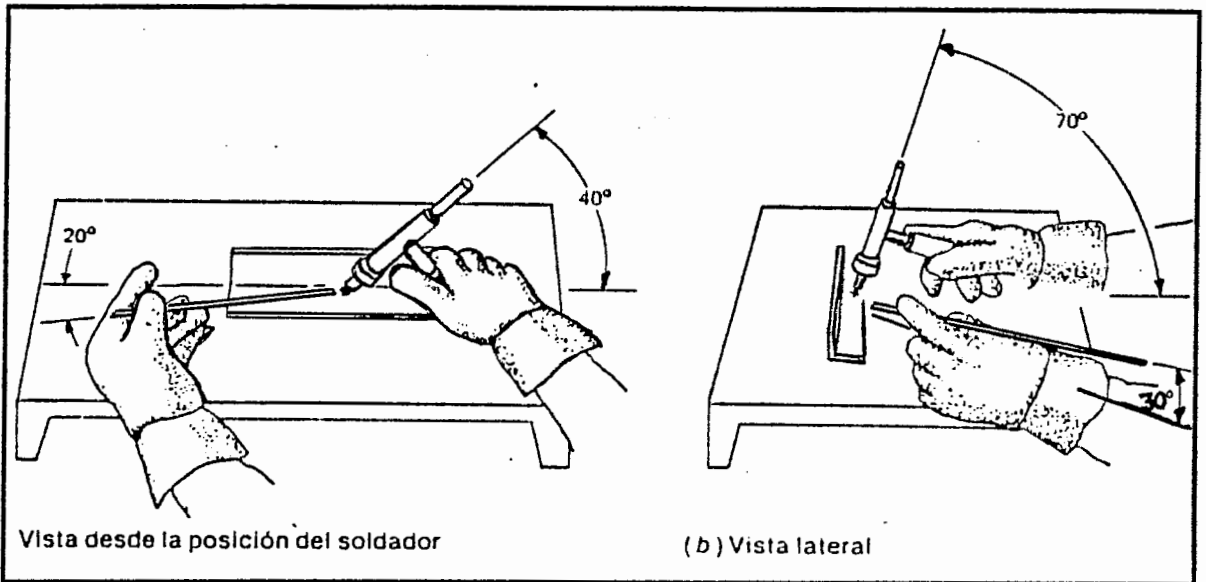


Fig. E

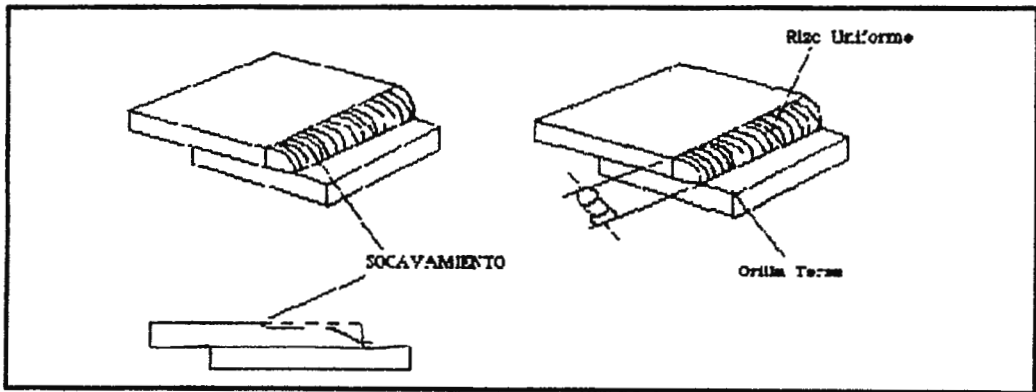


Fig. F El tamaño correcto de la cara del cordón es igual a  $2\frac{1}{2}$  a 3 veces el diámetro del alambre de metal de aporte.

### TERCERA PARTE

#### 3.0 CUESTIONARIO

- 3.1 ¿ Qué tratamiento recibe una pieza de aluminio en preparación para su soldadura ?
- 3.2 ¿ En qué consiste el pulido en seco aplicado a una pieza de aluminio ?
- 3.3 ¿ Qué se recomienda al soldar una pieza de aluminio en una zona delgada si se trata de una pieza de gran tamaño ? ¿ Qué ocurre con el metal circundante a la zona soldada ? ¿ Qué problemas se dan ?
- 3.4 Las variables: densidad de corriente, flujo de gas, longitud de arco, tipo de electrodo y metal de aporte y tanto el rendimiento de la máquina soldadora, en el proceso TIG de soldadura en aluminio, ¿ a qué afectan ?

## MIG SOLDADURAS ESPECIALES LABORATORIO Nº 1

### OBJETIVOS:

- Familiarizarse con la Máquina.
- Conocer el Proceso de soldadura M.I.G.
- Conocer nociones generales de transferencia del metal en el proceso de soldadura M.I.G.
- Conocer nociones técnicas del encendido del arco.
- Identificar las partes de la Máquina.

### 1.0 DEFINICION DE SOLDADURA M.I.G. X

Es un proceso de la soldadura donde la unión es producida por la fusión que provoca el arco eléctrico, entre un electrodo del alambre desnudo de alimentación continua y el metal de trabajo, se emplea como método de protección una atmósfera de gas en la zona de fusión.

### 1.1 PROCESO DE LA SOLDADURA M.I.G. X

El proceso de la soldadura eléctrica M.I.G. tiene la flexibilidad del procesos de soldadura eléctrica con electrodo recubierto. En muchos aspectos los procesos son similares y pueden ser relacionados estrechamente entre sí. Este procedimiento automático o semiautomático de soldar requiere disponer del equipo especializado, compuesto básicamente de una fuente de poder, un mecanismo impulsor del electrodo de alambre, que es regulable según el diámetro del electrodo y la intensidad de corriente, una pistola de soldar, un control, una fuente de atmósfera protectora y un carrete

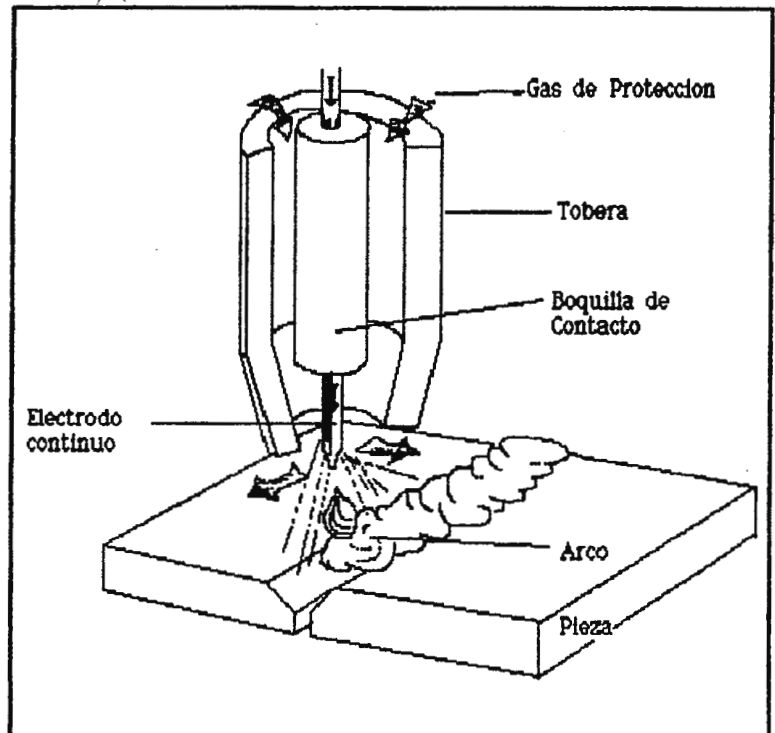


Fig. 1 Proceso de Soldadura M.I.G.

embobinado de alambre con la soldadura a emplear.

Como atmósfera protectora se puede utilizar un gas inerte, como Argón o Helio, mezclas de estos, o con pequeñas cantidades de oxígeno, o anhídrico carbónico puro o mezclado con gases inertes.

Una vez establecido el arco, el electrodo continuo avanza a la velocidad que se a fijado previamente, y es consumido precisamente a la misma velocidad con que es alimentado. No utiliza fundentes.

Se emplea corriente continua polaridad invertida (DC-PI) sobre electrodos continuos de diversos diámetros, obteniéndose altas densidades de corriente, produciendo altas velocidades de depósito, penetración profunda y una eficiente transferencia de metal.

El alambre-electrodo sólido, puede tener un diámetro de calibres entre 0.030" a 0.045". Este proceso suelda en todas posiciones y ha sido diseñado para soldadura de metales ferrosos aunque ha tenido gran aceptación en la soldadura de metales y aleaciones no ferrosas, tales como el aluminio, cobre, acero inoxidable, aceros de baja aleación, titanio, etc.; procesos utilizados en reparación automotriz para soldar las delgadas chapas de acero de baja aleación y alta resistencia.

## 1.2 CUALIDADES SOBRESALIENTES

El proceso M.I.G. tiene cualidades importantes, entre las que sobresalen:

- 1.- El arco es siempre visible para el soldador.
- 2.- El gas de protección CO<sub>2</sub> es menos costoso que otros gases de protección usados para metales ferrosos.
- 3.- Las pistola y los cables de soldadura semiautomática son ligeras, haciendo muy fácil su manipulación y reduciendo la fatiga del operario.
- 4.- La soldadura M.I.G. es una de las más versátiles entre todos los procesos de soldadura.

## 1.3 VENTAJAS DEL PROCESO DE SOLDADURA M.I.G.

El proceso de soldadura eléctrica M.I.G. ofrece muchas ventajas para todo tipo de trabajos de soldadura, desde los más pequeños hasta donde se tenga que utilizar en gran producción. A continuación veremos unas cuantas ventajas proporcionadas por el proceso de soldadura M.I.G.:

1. La soldadura puede hacerse en todas posiciones.
2. Hay un mínimo de salpicaduras.
3. El proceso produce una superficie de soldadura de muy buena apariencia. Estas ventajas proporcionan un ahorro de costo sustancial en la producción, debido a que, frecuentemente, el acabado de la soldadura es un reglon de alto costo en la producción.

4. Ausencia de humo y gases tóxicos.
5. No hay fundente o costra de soldadura que limpiar. Estas ventajas reducen los gastos generales .
6. Proporciona un alto coeficiente de deposición. El 95% del alambre-electrodo de aportación es depositado en la unión de soldadura. No existe, prácticamente, ninguna pérdida por desperdicios como sucede con la soldadura hecha con electrodos.
7. El factor de trabajo del operario soldando con M.I.G. es el doble , comparado con el proceso de soldadura con electrodo revestido.
8. El depósito de metal de soldadura es de calidad de bajo hidrógeno.
9. Los pases de soldadura sencillo o múltiple proporcionan depósitos consistentes de calidad a prueba de rayos X.
10. Los espesores de metal soldable varían entre el calibre 24 hasta 1/4" sin necesidad de preparar los bordes, y en espesores de mas de 1/4" con preparación de los bordes, se pueden hacer soldaduras de uno a varios pases.
11. El mismo equipo puede ser usado para soldar la mayoría de los metales, con solo seleccionar el alambre-electrodo correcto y el gas de protección.
12. Reduce grandemente la distorsión en soldaduras de metales delgados.
13. La soldadura de M.I.G. es el proceso de unir metales mas economico en una gran variedad de aplicaciones.

## 1.4 EQUIPO PARA SOLDADURA M.I.G.

El proceso de soldadura eléctrica M.I.G. depende del sistema de voltaje constante controla automáticamente el arco simplificando su equipo. Pueden emplearse otros tipos de máquinas y sistemas de control. Sin embargo, estos otros sistemas son inherentemente mucho mas complicados que el sistema de voltaje constante. Los principales componentes del sistema de soldadura M.I.G. son:

1. La máquina de soldar.
2. La unidad de alimentación de alambre con sus controles
3. La pistola de soldadura.
4. El gas y sistema de protección.
5. El alambre-electrodo.

### 1.4.1 MAQUINA SOLDADORA

La fuente de energia empleada para este proceso es del tipo de corriente continua de potencial constante, o sea una máquina que produzca voltaje constante al arco, sin que lo afecte la variación de corriente de arco.

Las máquinas soldadoras pueden ser; rectificadores o generadores rotativos impulsados por motores eléctricos o de combustión interna. Aunque en los procesos comunes es mas empleado el rectificador. Sin embargo lo importante es que la máquina de soldar sea diseñada para soldadura

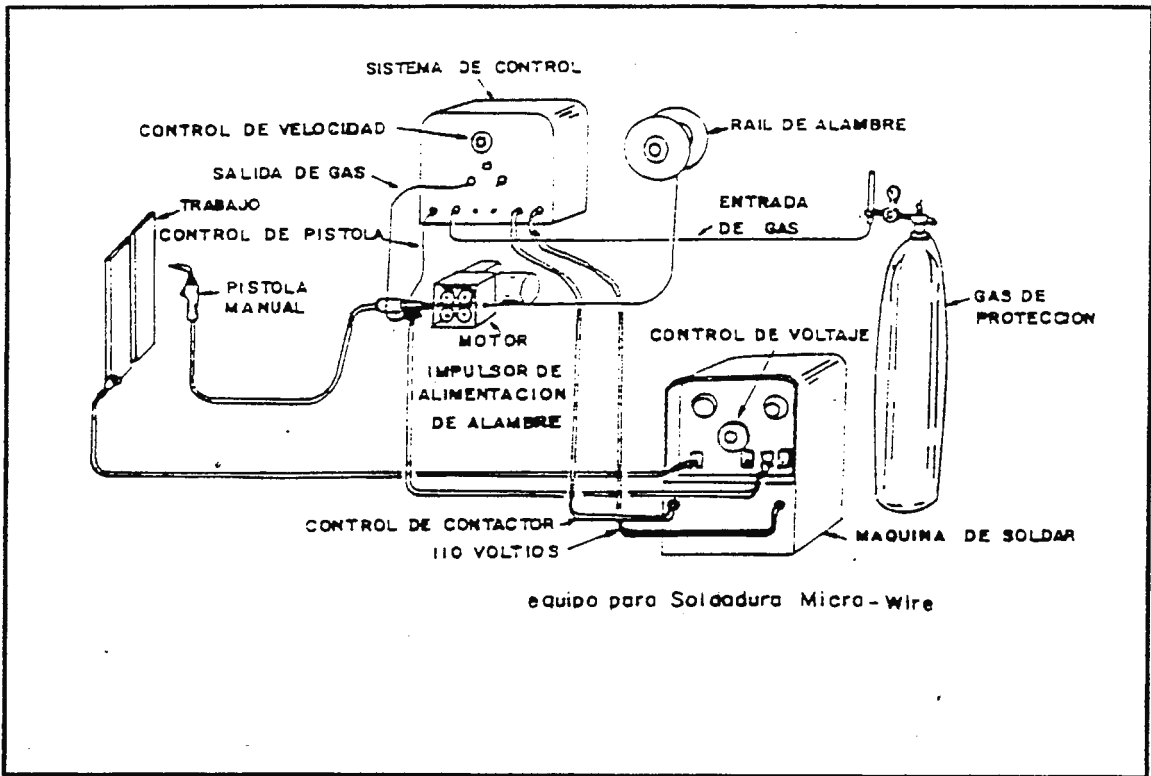


Fig. 2 Equipo para soldadura

constante, o sea a un 100% de ciclo de trabajo. Por lo general las máquinas de soldar tienen capacidades de 200, 300, 350 y 500 amperios. También debe tener una salida de 25, 30 ó 40 voltios. El voltaje debe ser ajustado desde un mínimo por debajo del que se usa normalmente en soldadura, hasta su capacidad máxima. Ver fig. 3

#### 1.4.2 UNIDAD DE ALIMENTACION DE ALAMBRE, CONTROLES.

El mecanismo de alimentación de alambre impulsa automáticamente el alambre electrodo de pequeño diámetro de la bobina al conjunto de cable y a la pistola, conduciendolo hacia el arco. El sistema de soldadura con VC requiere que el alambre sea alimentado constantemente a velocidad uniforme. Existen varios tipos de sistemas de alimenteación de alambre; el tipo para servicio pesado utiliza un motor impulsor de corriente directa con velocidad controlada por medio de un autotransformador y circuito rectificador. Otro sistema de servicio pesado usa un motor de corriente directa con rectificador y reóstato para controlar la velocidad. Un tercer sistema utilizado un motor de corriente alterna con un gobernador localizado en la cubierta del motor que controla la velocidad. Estos sistema permiten un ajuste de velocidad de motor que controla la velocidad de alimentación del alambre y la corriente de soldadura.

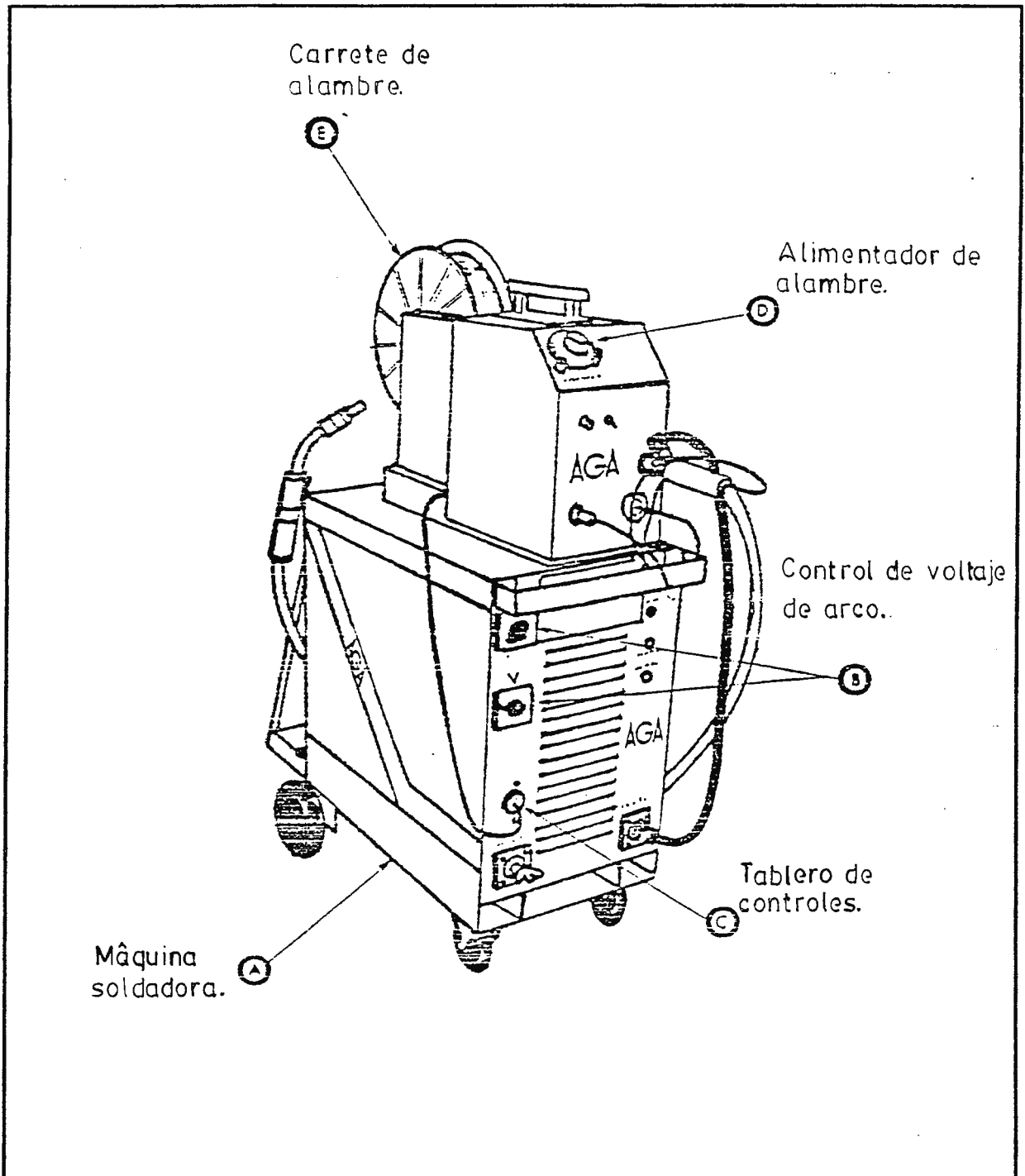


Fig. 3 Máquina semiautomática

Por lo general, el alimentador de alambre está montado en el conjunto de la máquina de soldar. Sin embargo en aplicaciones donde se necesitan hacer

soldaduras en áreas grandes el alimentador de alambre puede ser separado de la máquina de soldar. En algunos casos los alimentadores de alambres son montados en un soporte alto que permite al operador cubrir una gran extensión. Para trabajos en el campo y otros de mantenimiento, la máquina de soldar puede ser llevada al lugar de la soldadura y puede también ser separada hasta una distancia de 200 pies.

### 1.4.3 PISTOLA DE SOLDADURA

La pistola de soldadura manual con su conjunto de cable es la herramienta con la cual el operador hace las soldaduras. Su objetivo principal es llevar el alambre-electrodo y el gas de protección, así como la corriente de soldar, desde el alimentador de alambre y la máquina de soldar hacia el área del arco. La pistola de soldar debe ser bien hecha para resistir su condición de trabajo continuo junto al arco. Las pistolas de soldar son diseñadas para distintos tipos de servicios y para ciclos de trabajos diferentes. Hay disponible pistolas muy ligeras para trabajos en posiciones difíciles a niveles

de corrientes bajos así como también pistolas para servicio pesado en trabajo de alta producción. La mayoría de pistolas para soldadura M.I.G. no utiliza enfriamiento con agua. El alambre-electrodo y el gas CO<sub>2</sub> enfrían estas piezas gases inertes, o ciclos de trabajos pesados con altos niveles de corriente, es necesario el enfriamiento con agua.

#### 1.4.3.1 PARTES DE PISTOLA DE SOLDADURA

Las parte que constituyen una pieza de soldadura son las siguientes:

- a) Cuello de ganso
  - b) Interruptor de arranque
  - c) Mango del maneral
  - d) Microalambre
  - e) Chicote porta microalambre
  - f) Manguera de gas de protección
  - g) Cable al interruptor para el sistema de arranque
  - h) Cable de corriente de soldadura
  - i) Entrada de gas de protección
  - j) Entrada de corriente de soldadura
  - k) Guía de entrada
  - l) Boquilla
  - m) Guía de la boquilla
  - n) Punta de contacto
  - ñ) Tobera de gas
  - o) Empaque de la boquilla
- (Fig. 4)

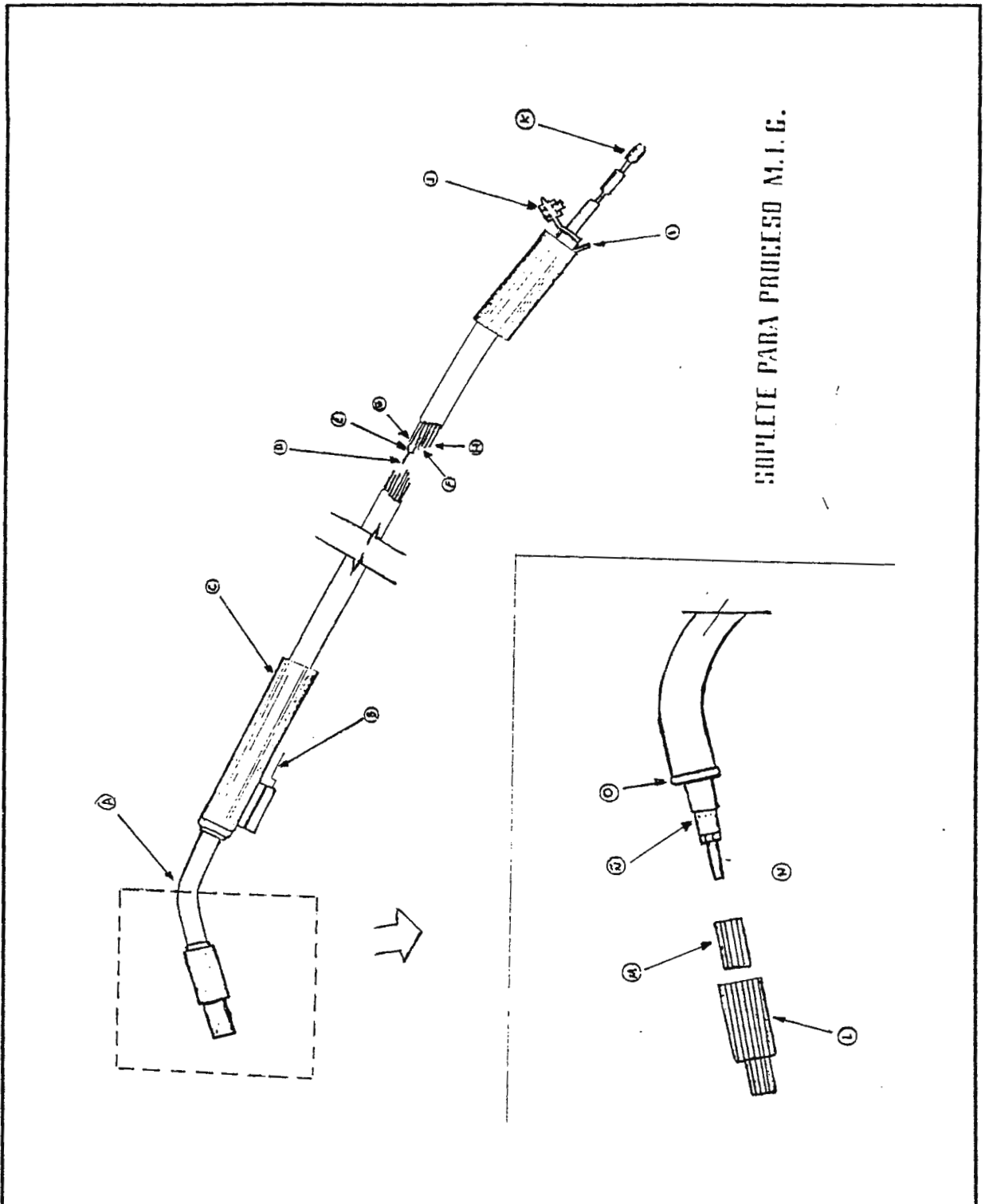


Fig. 4 Soplete para proceso de M.I.G.

## 1.4.4 GAS Y SISTEMA DE PROTECCION

El sistema de protección de gas, suministra y controla el flujo de gas usado para proteger el área del arco de la atmosfera. El sistema consiste en uno o mas cilindros de gas, el regulador reductor de presión con medidor de flujo, y las válvulas solenoides de control con el grupo de mangueras que las conectan. Es importante usar el tipo correcto de regulador y medidor de flujo, así como el gas de protección apropiado. Cuando se emplea suficiente volumen de soldaduras protegidas con gas, los cilindros pueden ser reemplazados por un sistema central de suministro.

## 1.4.5 ALAMBRE-ELECTRODO

El alambre-electrodo no es una parte del equipo, pero es necesario asociarlo con el proceso y con el trabajo que se va a realizar.

### SEGUNDA PARTE PRACTICA No.1

**TEMA: FAMILIARIZACION CON EL EQUIPO DE SOLDADURA MIG.  
(METODO DEL ARCO EN CORTO)**

**MATERIALES:** Un equipo para soldadura de arco metálico y gas MIG, platinas para cordones de soldadura.

**OBJETIVOS:** Identificar visualmente y conocer los nombres de todas las partes componentes de un equipo para soldadura de arco metálico y gas. Figura No. 2 preparar correctamente y tener listo para funcionar un equipo MIG, poner en marcha correctamente un equipo para soldadura de arco metálico y gas.

**PROCEDIMIENTO:** "PREPARACION PREVIA DEL EQUIPO POR EL INSTRUCTOR"

- 2.1 Instale el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- 2.2 Conectar la máquina y revisar el equipo para verificar que:
  - Los controles del alimentador de alambre estén instalados correctamente.
  - El conjunto pistola y cable haya sido conectado y alineado con el alimentador de alambre.
  - Se hayan conectado las mangueras del cilindro de su suministro de gas al alimentador de alambre y de este al conjunto pistola-alambre.
  - Los suministros de alambre y gas de protección sean los requeridos para efectuar el ejercicio.
- 2.3 Realice cordones en posición plana para que el participante se familiarice en todo lo relacionado a éste método de soldadura.

## 2.4 PROCEDIMIENTO DE PRESOLDADURA POR EL ESTUDIANTE:

- Revise las conexiones del cable de potencia.
- Ponga en marcha la máquina de soldar.
- Ponga en marcha el alimentador de alambre.
- Coloque el control de velocidad del alimentador de alambre en la posición cero. Para impedir que el alambre se alimente mientras se hace algún ajuste necesario.
- Abra la válvula de salida del cilindro de gas de protección .
- Abra la válvula del medidor de gastos o de flujo oprimiendo y manteniendo simultáneamente apretado el gatillo del soplete, para regular el gasto de consumo y amperaje según espesor de material a soldar.
- Ajuste la velocidad de salida del alambre-electrodo.
- Trate de establecer un arco. Si no salta el arco, varíe la velocidad del alambre hasta obtener el arco.

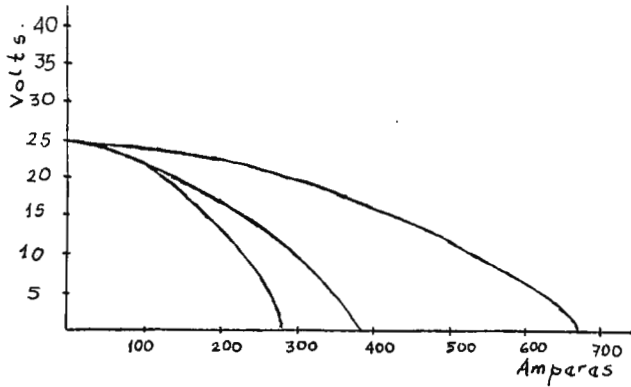
**EXPERIMENTE:** Disminuya lentamente la velocidad del alambre asta el punto en que pasen gotas grandes por el arco.

Si la corriente de cortocircuito no es suficiente para el diámetro del alambre que se utiliza, se observará un encorbamiento en el alambre-electrodo, y el tiempo de respuesta parecerá lento.

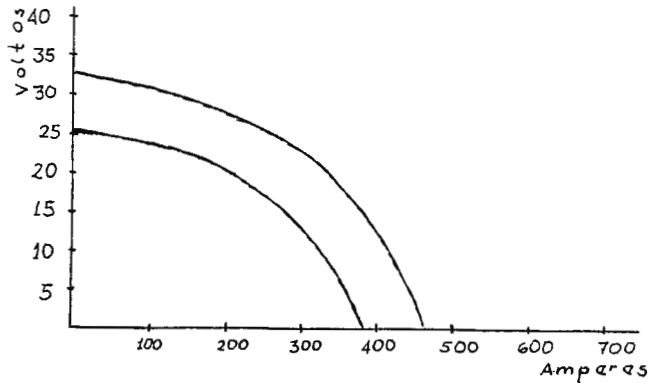
Pero si la corriente de cortocircuito es demasiado alta el arco no será uniforme y habrá salpicaduras metálicas, como si el tiempo de respuesta posee demasiado corto. La superficie de soldadura convexa y con mucha penetración.

Se debe notar si se cambia la velocidad del alambre, también se cambia la corriente (amperaje). Esto significa que la alimentación del alambre es lo que controla la corriente. Al referirse a la pendiente (curva de Vols-amperes) para un tamaño de alambre en particular, al cambiar la velocidad del alambre, cambia la forma de la curva; pero cambiando el voltaje no cambia la forma de la curva, esto es lo que permite soldar diferentes espesores de material sin cambiar la pendiente.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO



Gráfica de la pendiente correspondiente a una fuente de poder de soldadura MIG.  
Cambiando los valores de la pendiente, cambia la forma de la curva.



Ejemplo de trazo que muestra que un cambio en el voltaje no cambia la pendiente (forma de la curva)

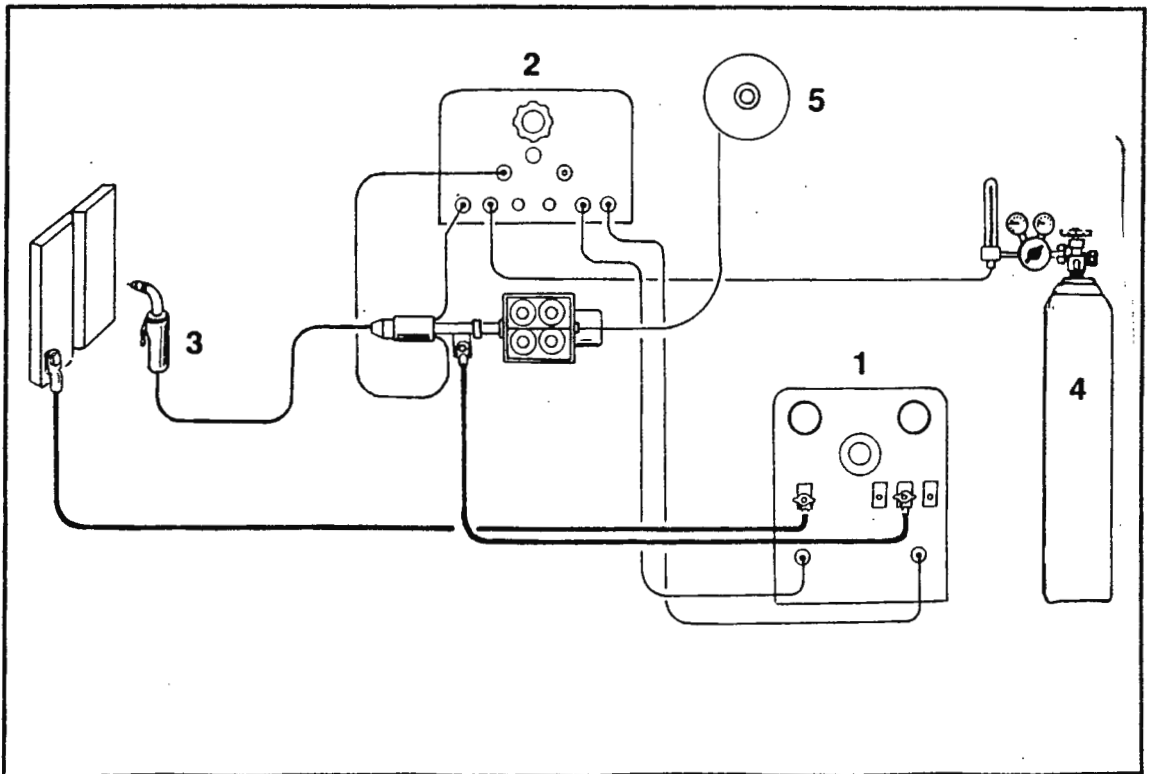


Fig.5 Equipo para soldadura

**TERCERA PARTE**

**CUESTIONARIO**

- 3.1 ¿ Que significado tiene la palabra MIG ?
- 3.2 ¿ Definir que es una soldadura MIG ?
- 3.3 ¿ Después de realizar la practica, que diferencias existen entre la soldadura MIG y los tipos de soldadura estudiados anteriormente, además de las mencionadas anteriormente ?
- 3.4 ¿Cuál es la diferencia entre las máquinas de soldar de tipo generador y rectificador ?
- 3.5 ¿ Que tipo de voltaje es mas recomendable usar en soldadura MIG ?
- 3.6 ¿ Que tipo de corriente y voltaje tiene la máquina que ha utilizado ?
- 3.7 ¿ Realice un esquema de la máquina de soldar utilizada y nombre sus componentes ?
- 3.8 ¿ Qué tipo de alimentación de alambre tiene la máquina utilizada ?

## MIG SOLDADURAS ESPECIALES LABORATORIO Nº 2

### OBJETIVOS:

- Conocer los ángulos respectivos para realizar un cordón de soldadura de acuerdo al tipo de unión.
- Poder seleccionar el gas de protección, corriente apropiada, diámetro y tipo de alambre correcto en soldadura.
- Saber regular la velocidad del alambre y voltaje del arco.

### 1.1 CONDICIONES ESENCIALES PARA SOLDAR CORRECTAMENTE EN EL PROCESO M.I.G. X

En este proceso como en todos los procesos de soldadura la aplicación de un cordón de soldadura está sujeto a factores que se deben respetar y que se llaman comúnmente condiciones especiales porque influyen en forma directa en la calidad de la soldadura. Los componentes de esta soldadura son:

#### 1.1.1 SELECCION DEL GAS DE PROTECCION:

El uso correcto de gas de protección (adecuado al tiempo de la aplicación) o de una mezcla es un factor determinante en soldadura, siendo que el uso de determinado gas o de una combinación de gases, influyen en la penetración y geometría de un cordón de soldadura cuando las demás condiciones se mantienen con ajuste correcto.

#### 1.1.2. CORRIENTE APROPIADA:

Como en todos los procesos de soldadura el amperaje se elige con base en:

- Tipo de unión
- Espesor del material base
- Posición de la junta a soldar
- Tipo de material base
- Diámetro del alambre electrodo

De acuerdo con el tipo de trabajo la corriente disminuirá o se aumentará para espesores de material delgado, menor amperaje, mientras que para materiales de grueso espesor se usará amperaje más alto.

Dicha regla se aplicará también para la posición de soldadura, los cordones que se aplican en posición vertical (ascendente), deben de tener menores intensidades que la aplicación de soldadura en posición plana.

## 1.1.3. DIAMETRO Y TIPO DE ALAMBRE CORRECTO EN LA SOLDADURA:

el diámetro del electrodo y su composición determinan el rango correcto de amperaje.

La combinación de estos factores es muy importante ya que junto con el tipo de unión, espesor de la misma y posición de la soldadura influyen en la calidad y costo del material depositado.

## 1.1.4. EXTENSION DEL ALAMBRE ELECTRODO (VELOCIDAD DEL ALAMBRE).

Se puede considerar que la extensión del alambre-electrodo es la longitud existente entre la soldadura entre la terminal de la punta de contacto y el extremo de alambre-electrodo en derretimiento (punto donde se inicia la longitud del arco).

La extensión del alambre electrodo debe estar de acuerdo con la longitud del arco; corto circuito (6-12.5 mm) para los demás tipos de transferencias (12.5-25 mm).

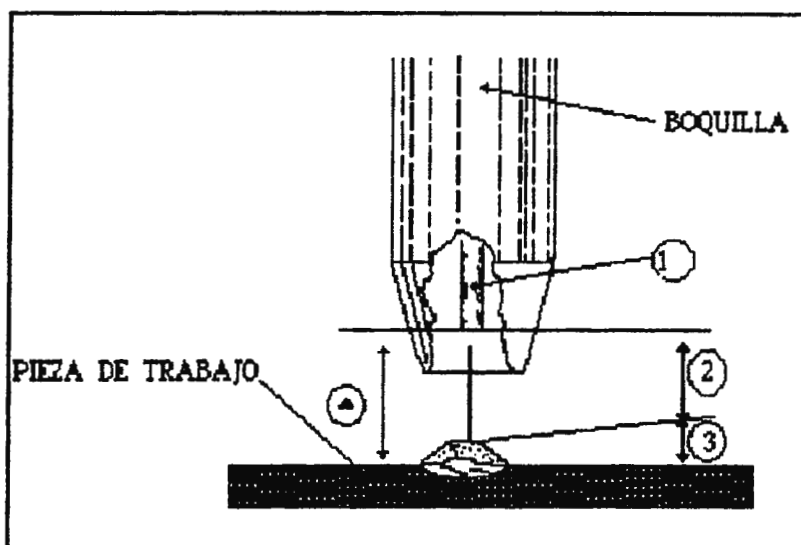


Fig. 1 Extensión del Alambre-electrodo

## 1.1.5. VOLTAJE DEL ARCO CORRECTO:

La longitud del arco es directamente proporcional al voltaje. Como el voltaje es el potencial eléctrico existente entre la pieza de trabajo y la punta del alambre-electrodo durante el derretimiento. Si no se mantiene una correcta longitud del arco se obtendrán los siguientes efectos: Demasiada longitud del arco produce aumento del ancho del cordón e irregularidad en la geometría del mismo, salpicaduras, porosidades, falta de penetración, etc.

El uso de una longitud del arco demasiado reducida produce falta de penetración, chisporroteo excesivo, irregularidad geométrica del cordón de soldadura, refuerzo excesivo, falta de fusión, etc.

## 1.1.6. ANGULO CORRECTO DEL MATERIAL EN SOLDADURA:

Otro factor muy importante en soldadura y que se debe considerar, es el ángulo correcto de la boquilla, para lo cual se muestran las siguientes uniones como los diferentes ángulos recomendados. FIGURA No 2

### 1.1.6.1 ANGULO DE AVANCE DE LA SOLDADURA.

Este puede ser de empuje, escuadra y de arrastre según se muestra a continuación:

#### 1.1.6.2 ANGULO DE EMPUJE:

Debido a la inclinación de la boquilla, la fuerza del arco de soldadura, empuja el material en fusión hacia la zona de la junta más fría, produciendo un cordón extendido y de poca penetración. Figura No. 3

Esta técnica encuentra gran aplicación en láminas de pequeño espesor, en aplicaciones donde no es de primordial importancia la penetración y en soldaduras de rellenos por capas.

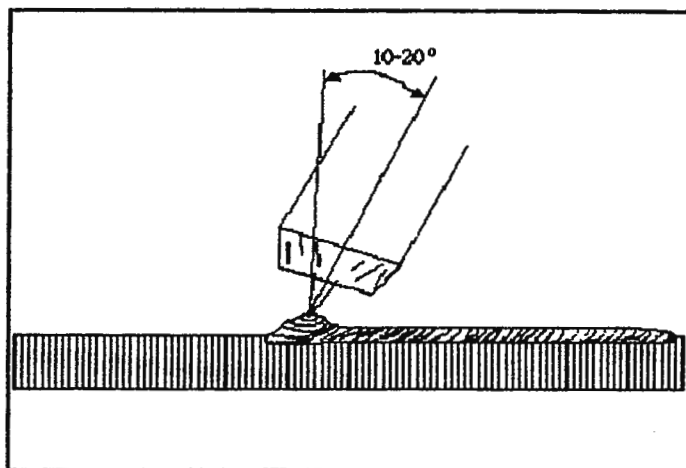


Fig. 3 Angulo de Empuje

#### 1.1.6.3 ANGULO 90° EN ESCUADRA:

Esta técnica requiere más concentración del calor en el punto de aplicación, produciendo un cordón más uniforme y de buena penetración. Este ángulo se usa mucho con el sistema automático.

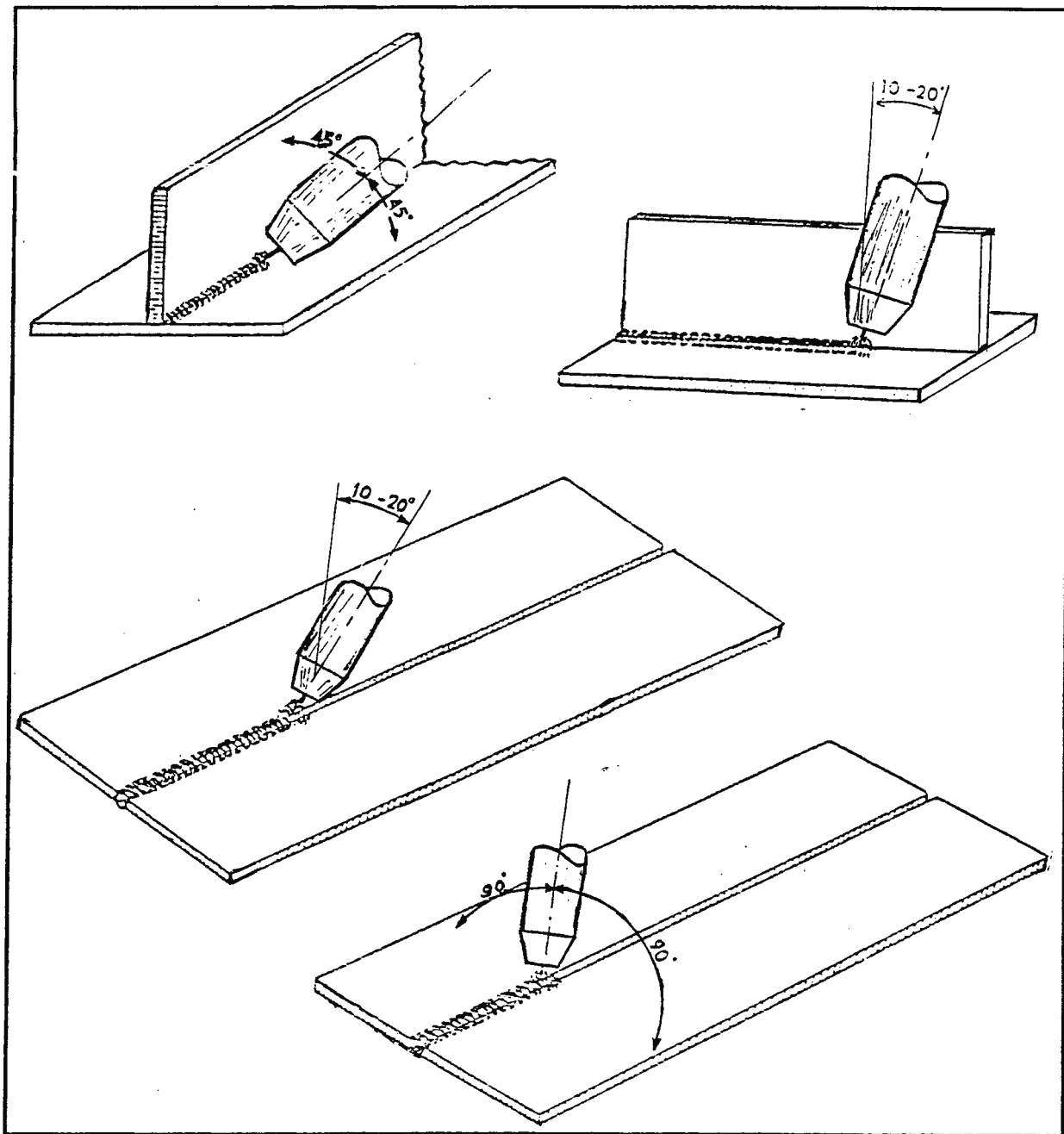


Fig. 2 Angulo correcto del material de soldadura

Gracias a la concentración del arco en el punto central y a la concentración de más calor, el charco de soldadura queda desahogado permitiendo una mejor dilución del metal de soldadura y una buena penetración.

FIGURA N° 4

**1.1.6.4 ANGULO DE  
ARRASTRE:** FIGURA N° 5

Entre los tres ángulos, el de arrastre es el que proporciona, al igual velocidad del avance del recorrido, una penetración más profunda del cordón de soldadura. Este tipo de ángulo se usa mucho con el sistema semiautomático.

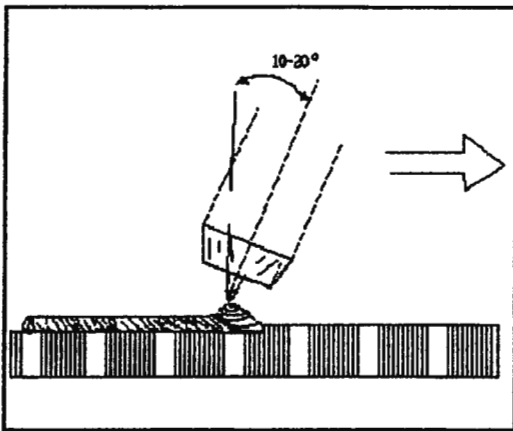


Fig. 5 Angulo de Arrastre

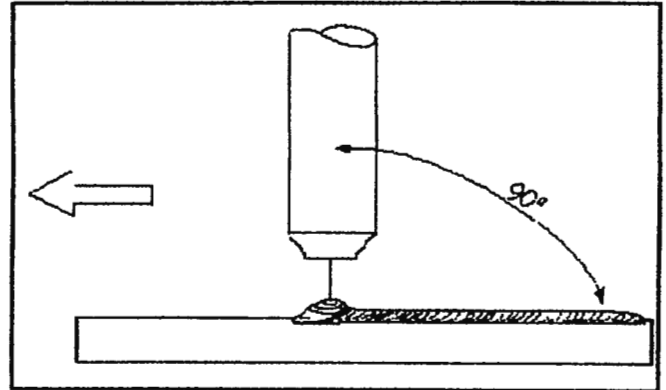


Fig. 4 Angulo 90° en Escuadra

**1.1.7. VELOCIDAD DEL AVANCE CORRECTA:**

La velocidad de avance de la soldadura es la velocidad de aportación de una soldadura a lo largo de la unión. Un aumento o disminución de la velocidad de avance, modifica el grado de penetración, ancho del cordón, y su forma geométrica.

El uso de las velocidades incorrectas afecta directamente el avance normal del cordón de soldadura en la siguiente manera:

**1.1.7.1 VELOCIDADES ALTAS:**

Provoca socavaciones, falta de penetración, cordones estrechos debido a que el arco no tiene el tiempo necesario de proporcionar la justa cantidad de calor.

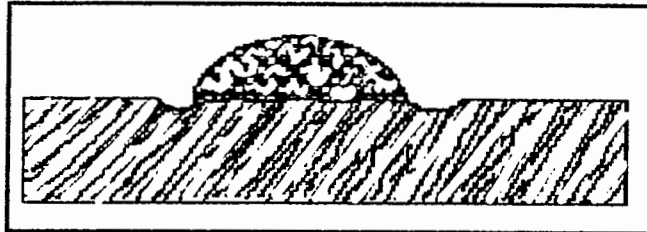


Fig. 6 Velocidades altas

**1.1.7.2. VELOCIDADES BAJAS:**

El uso de bajas velocidades aumenta la cantidad del material depositado con un aumento en el ancho del cordón y refuerzo excesivo, con deficiencia de la penetración debido a un aumento de espesor. En materiales delgados puede provocar el desfondamiento de la unión.

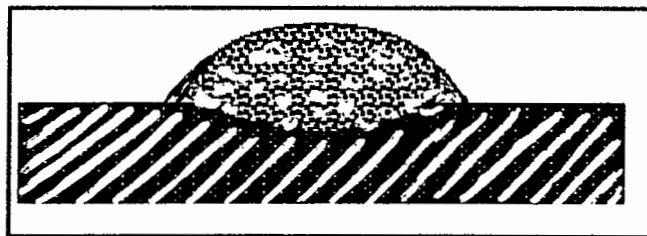


Fig. 7 Velocidades bajas

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

## SEGUNDA PARTE

### PRACTICA Nº 2

**TEMA: REALIZACION DE CORDONES CON SOLDADURAS M.I.G.**

**MATERIALES:** - Equipo de soldadura M.I.G.  
- Piezas de Acero Dulce de 4 x 6 x 1/4"  
- Cortadoras de Alambre  
- Cepillo de alambre.

**OBJETIVO:** Aprender a:

- Ajustar correctamente la distancia entre la punta del electrodo y la pieza de trabajo.
- Hacer cordones de soldadura en diferentes posiciones.
- Apagar correctamente el equipo y desmontarlo para su almacenaje

**PROCEDIMIENTO:**

- 2.1 Revise las prácticas de seguridad para la soldadura de arco
- 2.2 Verifique el ajuste de las conexiones de los cables y arranque de la máquina soldadora.
- 2.3 Arranque el sistema de enfriamiento.
- 2.4 Ajuste el mecanismo alimentador de alambre a la velocidad deseada.
- 2.5 Presione el gatillo de la pistola y deje que se alimente hasta que sobresalga 1/4" de la tobera. Figura A
- 2.6 Verifique conexiones del cilindro de gas y abra la válvula lentamente.
- 2.7 Presione el gatillo de la pistola para activar el gas y regule el flujo de la presión deseada. Figura B
- 2.8 Con piezas de cortar alambre corte el exceso de alambre que sobresalga a la tobera.
- 2.9 Ajuste el voltaje de acuerdo con las necesidades de trabajo.
- 2.10 Inicie el arco utilizando el método de rayado para iniciarlo. Figura C. Una vez establecido el arco, mueva la pistola al lo largo del metal a velocidad constante para producir una soldadura suave y ligera.
- 2.11 Es muy importante el ángulo en que se sostiene la pistola, debe inclinarse 5 ó 10 grados de la vertical. Figura D, mucho ángulo dará muy pobre la protección de gas a la soldadura.
- 2.12 Apague el equipo, inspeccione la soldadura y discuta con el instructor.

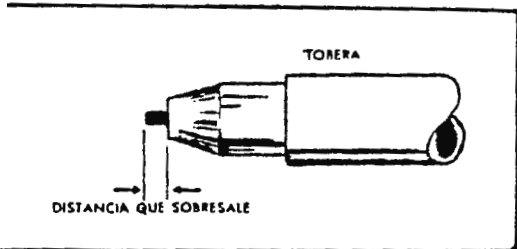


figura A

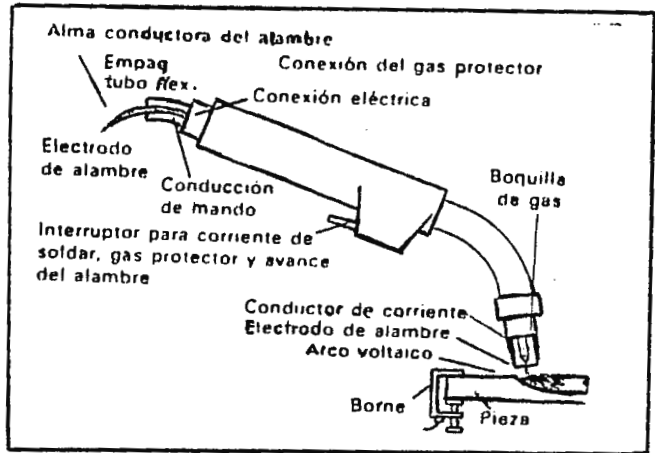


figura B

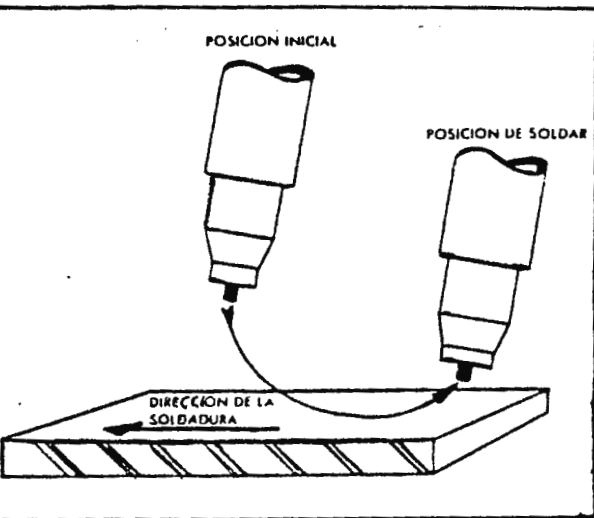


figura C

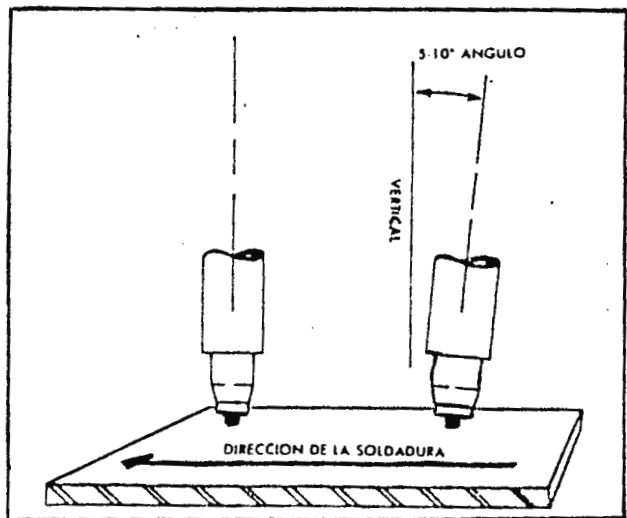


figura D

**TERCERA PARTE**

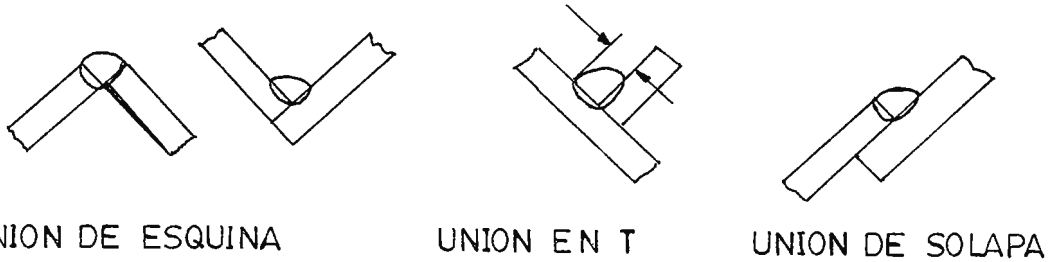
**CUESTIONARIO**

- 1- ¿ Cuáles son las condiciones esenciales para soldar correctamente con el proceso M.I.G ?
- 2- ¿ Cuáles son los parámetros para elegir la corriente apropiada ?
- 3- ¿ Qué es un ángulo de empuje ?
- 4- ¿ Qué es un ángulo de arrastre ?
- 5- Tomando en cuenta las ventajas del proceso MIG: velocidad de depósito, eficiencia 100% en el arco, de auto-regulación, limpieza de soldadura, deformaciones mínimas, que se resumen en reducción de costos de soldadura e importantes economías de tiempo, mencione los tipos de industria donde se emplea MIG.

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

## TABLAS ANEXAS

Tabla I Soldadura de Filete Plano



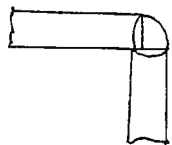
Diam. Sold. mm.	Diam. Sold. Pulg.	Espesor Chapa		No. de Pases	Diam. Alambre Pulg.	Cond. Soldadura C.C.P.I.		Gas P.C.M	Veloc. Sold. P.P.M.
		Calib.	Pulg.			Voltios	Amperios		
		24	.025	1	.030	15-17	30-50	15-20	15-20
		22	.031	1	.030	15-17	40-60	15-20	18-22
		20	.037	1	.035	15-17	65-85	15-20	35-40
		18	.050	1	.035	17-19	80-100	15-20	35-40
1.58	1/16	16	.062	1	.035	17-19	90-110	20-25	30-35
1.58	1/8	14	.078	1	.035	18-20	110-130	20-25	25-30
1.58	1/8	11	.125	1	.035	19-21	140-160	20-25	20-25
1.58	1/8*	11	.125	1	.045	20-23	180-200	20-25	27-32
4.76	3/16		.187	1	.035	19-21	140-160	20-25	14-19
4.76	3/16*		.187	1	.045	20-23	180-200	20-25	18-22
6.35	1/4		.250	1	.35	19-21	140-160	20-25	10-15
6.35	1/4		.250	1	.045	20-23	180-200	20-25	12-18

### NOTAS

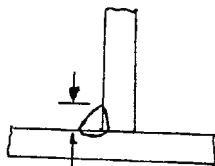
1. Gas de Protección: CO<sub>2</sub> de calidad para soldar
2. Distancia entre boquilla y trabajo: 1/4 a 3/8 de pulgada (6.35 a 9.5)
3. Selección de diámetro del electrodo marcado con \*

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

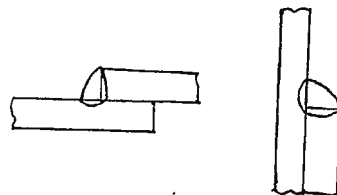
Tabla II Soldadura de Filete Horizontal (también vertical bajo techo)



UNION DE ESQUINA



UNION EN T



UNION DE SOLAPA

Diam. Sold. mm.	Diam. Sold. Pulg.	Espesor Chapa		No. de Pases	Diam. Alambre Pulg.	Cond. Soldadura C.C.P.I.		Gas P.C.M	Veloc. Sold. P.P.M.
		Calib.	Pulg.			Voltios	Amperios		
		24	.025	1	.030	15-17	30-50	15-20	15-20
		22	.031	1	.030	15-17	40-60	15-20	18-22
		20	.037	1	.035	15-17	65-85	15-20	35-40
		18	.050	1	.035	17-19	80-100	15-20	35-40
		16	.062	1	.035	17-19	90-110	20-25	30-35
		14	.078	1	.035	18-20	110-130	20-25	25-30
3.17	1/8	1/8	.125	1	.035	19-21	140-160	20-25	20-25
3.17	1/8*	1/8	.125	1	.045	20-23	180-200	20-25	27-32
4.76	3/16		.187	1	.035	19-21	140-160	20-25	14-19
4.76	3/16*		.187	1	.045	20-23	180-200	20-25	18-22
6.35	1/4		.250	1	.35	19-21	140-160	20-25	10-15
6.35	1/4		.250	1	.045	20-23	180-200	20-25	12-18

## NOTAS

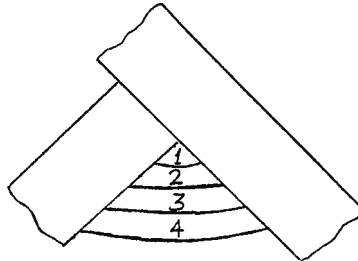
1. Gas de Protección: CO<sub>2</sub> de calidad para soldar
2. Distancia entre boquilla y trabajo: 1/4 a 3/8 de pulgada (6.35 a 9.5)
3. Selección de diámetro del electrodo marcado con \*
4. Reduzca un 10% aproximadamente el amperaje para posiciones vertical y bajo techo.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

TABLA III Soldadura de Filete Vertical Ascendente



Diam. Sold. mm	Diam. Sold. Pulg.	Nº de pases	Diam. alambre pulg.	Cond soldadura Voltios	C.C.P.I. Amperios	Gas P.H.C.	Veloc. recor. prom. por pases P.P.M.
9.5	3/8	2	.035	22-23	150-160	20-25	6-7
12.7	1/2	3	.035	22-23	150-160	20-25	4-6
19	3/4	4	.035	22-23	150-160	20-25	4-5

**Notas:**

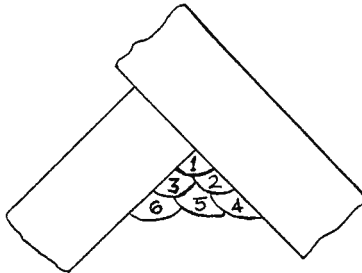
1. Gas de protección: CO<sub>2</sub> calidad de soldar
2. Distancia entre boquilla y trabajo: 1/4 a 3/8 de pulgada (6.35 a 9 mm)
3. Los filetes grandes pueden ser hechos utilizando pases adicionales.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

TABLA IV Soldadura de Filete Bajo Techo



---

Diam. Sold. mm	Diam. Sold. Pulg.	Nº de pases	Diam. alambre pulg.	Cond soldadura Voltios	C.C.P.I. Amperios	Gas P.H.C.	Veloc. recor. prom. por pases P.P.M.
9.5	3/8	3	.035	22-23	180-190	20-25	11-12
12.7	1/2	3	.035	22-23	180-190	20-25	7-8
19	3/4	4	.035	22-23	180-190	20-25	6-7

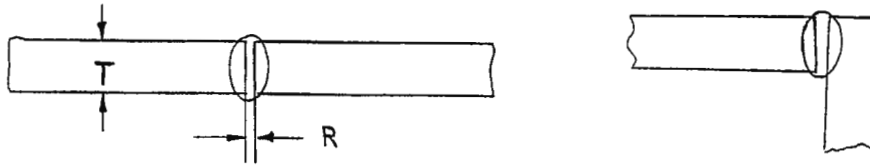
---

Notas:

1. Gas de protección: CO<sub>2</sub> calidad de soldar
2. Distancia entre boquilla y trabajo: 1/4 a 3/8 de pulgada (6.35 a 9 mm)

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

TABLA V Soldadura con ranura en escuadra (sin soportes)



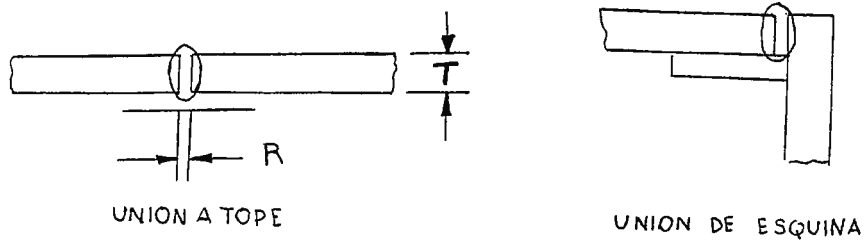
Diam. Sold. mm	Diam. Sold. Pulg.	Espeor Chapa (T) Calib	Pulg.	Nº de pases	Separ. raiz pulg.	Diam. alambre pulg. (R)	Cond. soldadura C.C.P.I voltios Amperios	Gas sold. P.C.M.	Veloc. sold. P.P.M.
		24	.025	1	0	.030	15-17 30-50	15-20	12-15
		22	.031	1	0	.030	16-18 35-55	15-20	14-16
		20	.037	1	0	.035	15-18 55-75	15-20	35-40
		18	.050	1	0	.035	16-19 70-90	15-20	45-50
1.58	1/16	16	.062	1	0	.035	18-20 80-100	20-25	30-35
1.58	1/8	1/8	.125	1	1/32	.035	19-20 120-150	20-25	15-20
1.58	1/8*	1/8	.125	1	1/32	.045	20-23 180-200	20-25	40-45
4.76	3/16*	3/16	.188	1	3/32	.035	19-21 140-160	20-25	10-15
4.76	3/16*	3/16	.188	1	1/16	.045	20-23 185-205	20-25	24-28
6.35	1/4	1/4	.250	1	1/16	.035	21-24 160-185	20-25	11-16
6.35	1/4*	1/4	.250	1	1/16	.045	21-24 205-225	20-25	23-27

### NOTAS

1. Gas de protección: CO<sub>2</sub> de calidad para soldar
2. Distancia entre boquilla y trabajo: 1/4 a 3/8 de pulgada (6.35 a 9.5)
3. Selección del diámetro del electrodo marcado con\*

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

TABLA VI Soldadura con Ranura a Escuadra (Soporte con plancha de acero o cobre)



Diam. Sold. mm	Diam. Sold. Pulg.	Espesor Chapa (T)		Nº de pases	Separ. raiz pulg.	Diam. alambre pulg. (R)	Cond. soldadura C.C.P.I		Gas P.C.M.	Veloc. sold. P.P.M.
		Calib	Pulg.				voltios	Amperios		
		24	.025	1	0	.030	15-17	30-50	15-20	15-20
		22	.031	1	0	.030	15-17	40-60	15-20	15-20
		20	.037	1	0	.035	15-17	55-75	15-20	15-20
		18	.050	1	0	.035	16-18	75-95	15-20	15-20
1.58	1/16	16	.062	1	1/32	.035	17-19	95-115	20-25	25-30
1.98	5/64	14	.078	1	1/32	.035	17-20	105-125	20-25	20-25
3.17	1/8	1/8	.125	1	1/32	.035	19-21	140-160	20-25	15-20
3.17	1/8*	1/8	.125	1	3/32	.045	22-24	190-210	20-25	25-30
4.76	3/16	3/16	.188	1	1/16	.045	23-25	210-230	20-25	16-20
6.35	1/4	1/4	.250	1	1/16	.045	23-25	230-250	20-25	10-15

### NOTAS

1. Gas de protección: CO<sub>2</sub> de calidad para soldar
2. Distancia entre boquilla y trabajo: 1/4 a 3/8 de pulgada (6.35 a 9.5)
3. Selección del diámetro del electrodo marcado con\*

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

DEFECTOS DE SOLDADURA  
CAUSAS Y CORRECCION

## MIG SOLDADURAS ESPECIALES LABORATORIO No. 3

### OBJETIVOS

- Conocer una variante del sistema MIG, proceso MAG.
- Identificar los diferentes defectos en soldadura
- Conocer las causas de los defectos y aplicar su corrección.

### PRIMERA PARTE

#### 1.0 SOLDADURA AL METAL BAJO GAS ACTIVO MAG

Este procedimiento es un desarrollo posterior del procedimiento MIG, como gas protector no se emplea argón sino el dióxido de carbono, que es mas barato o una mezcla de gases de argón, dióxido de carbono y oxígeno.

La soldadura MAG, es especialmente adecuada para chapas de aceros no aleados o de baja aleación , tanto en la producción industrial como en el trabajo manual.

En los talleres de reparación de automóviles tiene aplicación la soldadura MAG. para chapas delgadas de carrocerías, con mínima deformación.

**1.2.0** La soldadura M.I.G., como cualquier otro procedimiento de soldadura eléctrica, debe ser aplicado y controlado apropiadamente para producir soldaduras de alta calidad. En la soldadura M.I.G. pueden encontrarse defectos similares a los que se hacen con soldadura con electrodo recubierto. La información a continuación será muy útil en determinar la causa de los defectos de soldadura y la manera como corregirlos:

#### 1.2.1 POROSIDAD EN LA SUPERFICIE E INTERIOR

La causa más probable de estos defectos es la contaminación de la atmósfera. Esto puede ser causado por:

- Flujo de gas de protección muy baja. Por eso desplaza apropiadamente todo el aire que se encuentra en el área del arco.
- Flujo de gas de protección muy excesivo. Esto producirá turbulencia y mezcla con el aire, con protección ineficiente.

- La cubierta de gas es desviada por la corriente de aire. Cuando el aire es excesivo debe utilizarse una pantalla de protección, o el cuerpo del operario para proteger el arco.
- Sistema de flujo de gas defectuoso o tupido. Puede ser producido por la tupición de la tobera debido a las salpicaduras o a una línea de gas rota o a condiciones defectuosas o a un regulador congelado. Estos problemas son fáciles de encontrar.

## 1.2.2 SOLAPAS FRIAS-FALTA DE FUSION

La solapas frías son generalmente causadas por utilización de técnicas inapropiadas donde el arco de soldadura no funde el metal base. Es importante dirigir el metal electrónico al metal base. En general es mejor mantener el arco en la parte delantera del borde del charco. El metal de soldadura fundida correrá hacia el metal base que no ha sido soldado aún, produciendo solapas frías si se deja que el charco se haga exageradamente grande. Es necesario disminuir la dimensión del charco, aumentando la velocidad del recorrido o recorriendo la alimentación del alambre. Es importante evitar que el flujo del metal fundido corra más allá del arco de soldar.

## 1.2.3 DEFECTOS EN CRATER-POROSIDAD O RAJADURAS EN EL CRATER

Una de las mayores causas de defectos en el cráter, es el retirar la pistola y protección de gas antes de que el cráter se haya solidificado. Esto se evita fácilmente con solo mantener la pistola en su posición normal al final de la soldadura hasta que se detenga la alimentación del alambre y el flujo de gas. Otra posible causa de porosidad puede ser humedad en el gas de protección. Siempre debe usarse CO<sub>2</sub> seco. En caso de problema de contaminación de gas puede utilizarse filtros especiales. Otra causa posible pueden ser aceite, óxido, pintura, etc. en el metal base o en el alambre-electrodo. El material base debe ser limpiado antes de soldar y el alambre-electrodo debe ser protegido del polvo, grasa, etc., después de sacarse de su envase. El exceso de separación entre la boquilla y el trabajo puede ser también causa de porosidad, o la utilización incorrecta de un alambre, o de soldaduras hechas sobre puntos de soldadura realizados con electrodos recubiertos.

## 1.2.4 PENETRACION EXCESIVA Y PERFORACIONES

El exceso de penetración y la perforación son causas por exceso de calor concentrado en el área de soldadura. Esto puede ser corregido con la reducción de la velocidad de alimentación del alambre para conseguir un amperaje mas bajo, o aumentar la velocidad del recorrido. Las perforaciones también pueden ser causadas por un mal diseño o por falta de preparación de la unión. Si la preparación de la raíz es muy grande, o si su cara es muy pequeña, pueden producirse perforaciones. Esto puede compensarse con el

aumento de la separación entre la boquilla y el trabajo y también moviendo la pistola.

## 1.2.5 FALTA DE PENETRACION

Falta de penetración es, por lo general, el resultado de poco calor en el área de soldadura. Esto puede corregirse con el aumento de la velocidad de alimentación del alambre para obtener un mayor amperaje, y revisando la distancia entre la boquilla de trabajo. Debe emplearse una distancia normal entre la boquilla y el trabajo. La falta de penetración también puede ser debida a técnica inapropiada. El máximo de penetración se obtiene manteniendo el arco lo mas cerca posible del borde del arco.

## 1.2.6 PATILLAS

Se llaman patillas a los tramos costos de alambre-electrodo que quedan unidas a las juntas de soldadura, y se producen cuando el arco de soldadura se pasa del borde delantero del charco de soldadura. Las pequeñas secciones de alambre sobresalen de la junta quedando soldado al depósito de metal. Este defecto es fácil de corregir y el operario debe reducir la velocidad del recorrido, y si es necesario, mover la pistola. La manipulación apropiada puede evitar las patillas y en algunos casos es necesario aumentar la distancia entre la boquilla y el trabajo para reducir la velocidad del alambre y la corriente de soldadura. Es importante evitar pasar el alambre mas aya del charco de soldadura.

## 1.2.7 CARRILERAS

El método de rayos X detecta las carrileras. Si encuentran fallas separadas a lo largo de ambos lados de los depósitos de soldadura. Las carrileras son generalmente causadas por un contorno muy alto de cordón o por mucho remate del mismo. El área donde se funde el cordón a los lados de la unión queda deprimida, y los cordones sucesivos no llenan completamente estas fallas. Cuando se suelda en áreas con remates excesivos es importante asegurarse de que el arco funda los cordones anteriores y se una de los lados de la cinta. El exceso de remate en el cordón puede reducirse levantando ligeramente el voltaje del arco o aumentando la velocidad del recorrido.

## 1.2.8 OTROS DEFECTOS

Existen otros defectos asociados con la soldadura tales como combaduras, rajaduras, superficies ásperas, etc. y que son similares a los defectos que pueden obtenerse con otros procesos de soldadura. Deben emplearse los métodos normales de precaución que se utilizan en la soldadura con electrodo revestido. La soldadura MIG producirá uniones de alta calidad. La responsabilidad de producir esta alta calidad depende del operador. La revisión adecuada.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

## SEGUNDA PARTE PRACTICA No. 3

**OBJETIVO:** Poder identificar los defectos en la soldadura, conocer sus causas y aplicar su corrección .

**MATERIALES:** Equipo de soldadura M.I.G. y platinas de acero.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Revisar normas de seguridad.
2. Conecte el equipo de soldadura M.I.G.
3. Realice cordones sin protección gaseosa.
4. Regule el flujo de gas protector y realice cordón.
5. Aumente la velocidad de arrastre y luego disminuya realizando cordón.
6. Regule el amperaje aumentándolo y disminuyendo, para realizar cordones.
7. Desconecte el equipo y verifique los defectos realizados al hacer las variaciones antes mencionadas.

TERCERA PARTE

CUESTIONARIO:

1. ¿ Qué diferencia existe en la realización de soldadura con gas de protección y sin él ?
2. ¿ Cuáles fueron las variaciones entre el aumento y disminución de la velocidad de arrastre ?
3. ¿ Qué puede mencionarse con la variación del amperaje ?
4. ¿ A qué se le llaman patillas y cual es la causa de ellas ?
5. ¿ Qué causas produce las carrileras y cual es su solución ?
6. Referente al equipo de soldadura MIG que problema causa los siguiente defectos:
  - Arco discontinuo debido a que el alambre-electrodo no es arrastrado.
  - Problemas en la boquilla por deformación del alambre.
  - El alambre-electrodo se hace nudo antes de entrar a la pistola de soldar.
  - El alambre-electrodo no entra a la pistola.
  - Recalentamiento en la antorcha debido al rozamiento del alambre en el tubo de contacto.
  - Fallas en el tubo de contacto eléctrico de la antorcha.
  - En la antorcha, inestabilidad del arco.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA DE PROTECCION DE  
GAS, ENVASES, CILINDROS.

## MIG SOLDADURAS ESPECIALES LABORATORIO No. 4

### OBJETIVOS:

- Conocer los diferentes tipos de gases utilizados para la protección del arco y la soldadura.
- Saber las características de cada uno de ellos.
- Poder seleccionar el gas de protección adecuado de acuerdo a su utilización.

### 1.1 GASES DE PROTECCION

En soldadura M.I.G. o en cualquiera de los procesos de soldadura eléctrica con protección gaseosa, el gas que se utiliza para proteger el arco puede producir un efecto apreciable en las propiedades del depósito de soldadura. Por lo tanto, la soldadura se hace en una atmósfera controlada. De esta manera el arco queda rodeado de una manta de gas protector mientras que se procede con la soldadura. Como que el metal fundido de soldadura que da expuesto solamente al gas de protección, los depósitos de soldadura no son contaminados, obteniéndose soldaduras fuertes y d nzas. El efecto de la protección del arco es el de evitar que el aire de la atmósfera se ponga en contacto con el metal fundido.

El aire de la atmósfera contiene un 21% de oxígeno, 78% de nitrógeno, 0.94% de argón, y 0.04% de otros gases (dióxido de carbono). La atmósfera también contiene una cierta cantidad de agua dependiendo de la humedad en el ambiente entre los elementos que contiene el aire el oxígeno, nitrógeno e hidrógeno son los que causan más dificultades en la soldadura con arco eléctrico.

El oxígeno es un elemento altamente reactivo y se combina con otros en el metal o aleaciones para formar gases y óxidos indeseables. El óxido producido por el oxígeno puede ser eliminado con el uso de desoxidantes en la composición del acero del electrodo. Al enfriar, el oxígeno liberado en el área del arco se combina con el carbono, de los metales de la aleación, formando monóxido de carbono, si este gas queda atrapado en el metal de soldadura cuando se enfría, produce bolsas que ocasionan porosidades o huecos en el depósito de la soldadura.

Entre todos los elementos contenidos en el aire, el nitrógeno es el que causa los problemas más serios en la soldadura de materiales de acero. En

grande cantidades, el nitrógeno puede producir muchas porosidades en el metal depositado.

El hidrógeno también perjudica la soldadura. Las pequeñas cantidades de hidrógeno en la atmósfera hacen un arco errático. El hidrógeno atrapado en el metal solidificado se reúne en ciertos puntos y causa grandes presiones o relajamientos. Las presiones originan rajaduras pequeñas en el metal de soldadura las cuales pueden agrandarse posteriormente. El hidrógeno también causa los efectos conocidos como ojos de pescado, y rajaduras interiores.

La soldadura metálica con protección gaseosa en metales no ferrosos emplean gases inertes como protección. Los gases inertes consisten en átomos que son estables y no reaccionan inmediatamente como otros átomos. En la naturaleza se encuentran solamente 6 elementos que poseen esa posibilidad, y cada uno de ellos existen como gas. Los seis gases inertes son: Helio, Neón, Argón, Criptón, Xenón y Radón. Los gases inertes son muy estables y forman composiciones inmediatas con otros elementos, son muy apropiados en la soldadura con arco eléctrico como protección contra la atmósfera. De los seis gases inertes en la naturaleza, solamente el Helio y el Argón son importantes en la industria de la soldadura. Esto es debido a que son los dos únicos dos gases inertes que pueden ser obtenidos en cantidades razonables a precio económico.

El gas dióxido de carbono también puede ser usado para la protección del área de soldadura. A pesar de que no es aún gas inerte, puede hacerse compensaciones en sus tendencias oxidantes, y así poderlo emplear como protección de soldadura.

La característica de estos gases se verá a continuación:

## 1.2 ARGON.

El gas Argón ha sido usado por muchos años como un medio de protección para soldadura por fusión. El Argón se obtiene de la licuefacción y destilación del aire. El aire contiene un aproximado de 0.94% de Argón por volumen de 1.3% por peso.

Para la fabricación del Argón el aire se comprime a una gran presión y se enfría a una temperatura muy baja. El Argón hierve en el líquido a una temperatura de  $-302.4$  °F. La pureza del Argón para soldadura es de aproximadamente 99.995%. Cuando se necesiten purezas más altas, al gas es lavado químicamente hasta una pureza de 99.999%.

Comparando con el  $\text{CO}_2$ , el Argón tiene un potencial de ionización relativamente bajo. Esto significa que el arco de soldadura tiende a estabilizarse mejor cuando se utiliza Argón como gas de protección. El Argón produce un arco estable reduciendo la salpicadura. Como el Argón tiene un potencial de ionización bajo, el voltaje del arco se reduce cuando se añade

Argón al gas de protección. Esto da como resultado una fuerza más baja en el arco, y por lo tanto reduce la penetración. Esta combinación de penetración baja y reducción de la salpicadura hace el uso del Argón muy favorable cuando se sueldan hojas de metal.

En el proceso M.I.G. no se utiliza el gas Argón con mucha frecuencia. Esto es particular, especialmente en la soldadura de acero. Cuando se utiliza Argón puro en soldadura de arco, los bordes de los cordones quedan socavados. El tipo de penetración contenida con soldadura realizadas con Argón puro es muy baja en los bordes de los cordones, con una porción muy profunda en el centro de la soldadura. Esto puede producir falta de fusión en la soldadura de raíz si el arco no es dirigido exactamente sobre el centro de la soldadura.

### 1.3 ARGON Y OXIGENO, DIOXIDO DE CARBONO

Para reducir la mala apariencia del contorno del cordón de soldadura, así como la deficiencia de penetración que se obtiene cuando se suelda acero puro, se puede añadir oxígeno en la protección gaseosa. Pequeñas cantidades de oxígeno mezclados con el Argón producen un cambio significativo. Por lo general el oxígeno se añade en cantidades de 1.2 ó 5%. Esta proporción se limita a un 5% para evitar porosidades en el depósito de soldadura cuando se utilizan alambres de soldadura con protección gaseosa.

El oxígeno aumenta la penetración en el punto centro de cordón de soldadura. Esto también mejora el contorno del cordón y elimina la socavación de los bordes en la soldadura que resulta cuando se suelda acero con protección de Argón puro.

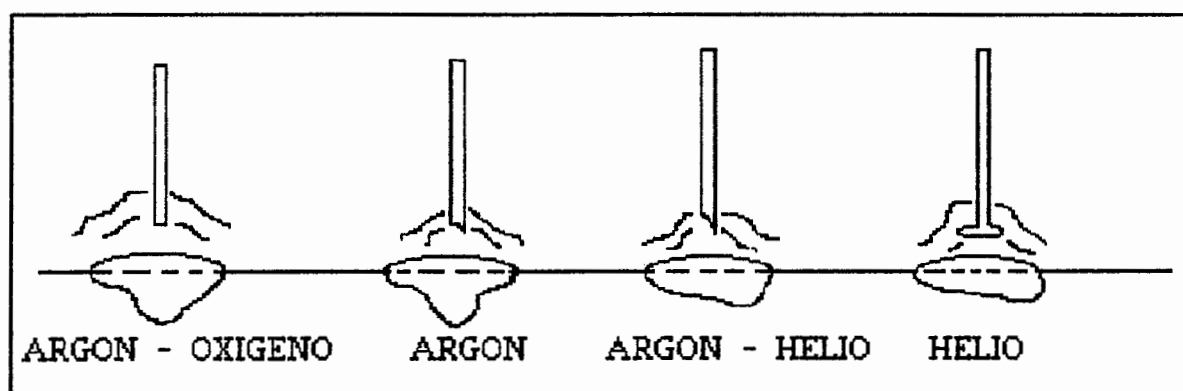


Fig. 1 Argón y Oxígeno, Dióxido de Carbono

En electrodos revestidos para soldadura en materiales de alta tensión y bajas reacciones según los estudios de los gases generados por varios tipos de recubrimientos de electrodos, encontrando que la composición de los gases generados con revestimientos de electrodos con base de Calcio, estaba formado por dióxido de carbono y monóxido de carbono en un 80-90%.

La presencia del monóxido de carbono era debida, primordialmente al hecho de que esos gases estaban generados y confinados en un área en donde no tenían contacto con el aire. Cuando se suelda normalmente en el aire, el monóxido de carbono es casi totalmente convertido en dióxido de carbono al dejar el área del arco. Debido a estos y a otros factores, se utilizó el dióxido de carbono que demostró una gran eficiencia como medio gaseoso para la protección de la soldadura M.I.G.

El dióxido de carbono es formado por moléculas, mientras que el Argón y el Helio son formados por átomos simples. Cada molécula contiene un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno. La fórmula química para la molécula de dióxido es  $CO_2$ . A menudo se menciona simplemente como gas  $CO_2$ .

A temperaturas normales el dióxido de carbono es esencialmente un gas inerte. Sin embargo, cuando es sujeto a altas temperaturas, el dióxido de carbono se separa en monóxido de carbono y oxígeno. Cuando se suelda electricamente con alta temperatura, esta disposición toma lugar a un grado tal que un 20 o 30% de los gases en el área del arco son oxígeno ( $O_2$ ). Debido a estas características de oxidación del gas  $CO_2$  los alambre que se usan con este gas tienen que contener elementos desoxidantes, más comúnmente usados con el alambre electrodo son Manganeso, Aluminio, Titanio y Vanadio.

El dióxido de carbono se fabrica en la mayoría de las plantas de gases de petróleo, y se produce al quemar el gas natural petróleo o carbón de piedra. También se obtiene como un subproducto de las operaciones de los hornos de calcio, de la fabricación de Amoníaco y de la fermentación del alcohol. El dióxido de carbono producido por la fabricación de Amoníaco, o por la fermentación del Alcohol, es casi 100% puro.

## 1.4 CARACTERISTICAS DE LA SOLDADURA CON $CO_2$

El gas dióxido de carbono elimina gran cantidad de características indeseables que se obtenían cuando se utilizaba el gas como protección gaseosa. Con el dióxido de carbono se obtiene una penetración firme y profunda. Esto facilita al operador la eliminación de defectos en la soldadura, tales como falta de fusión. El contorno del cordón es bueno y no hay tendencia de socavación en la soldadura. Otras de las ventajas con la protección con  $CO_2$  es el costo relativamente bajo cuando se compara con otros gases de protección.

La principal desventaja del  $CO_2$  es su tendencia en hacer un arco violento. Esto puede producir problemas de salpicaduras cuando se suelda en materiales delgados donde la apariencia es importancia primordial. Sin embargo, para la mayoría de las aplicaciones esto no representa mayor importancia y las ventajas de la protección del gas  $CO_2$  contrapesa favorablemente esta desventaja.

La protección para la soldadura M.I.G. puede ser hecha con cualquiera de

los gases mencionados anteriormente o con una mezcla de estos gases. Cuando se emplean mezclas de gases, se consiguen con las características de cada gas.

## 1.5 ENVASES DE GASES, CILINDROS DE GASES

Los gases Argón o el  $\text{CO}_2$  pueden obtenerse con cilindros o tanques grandes. La utilización de cada uno de estos envases depende de su aplicación o de la cantidad de soldadura que se tenga que hacer. Los cilindros son preferidos para estaciones muy pequeñas de soldaduras sencillas en el equipo de soldadura. La tabla N<sup>o</sup> 1 muestra información correspondiente a los varios gases y tipos de cilindros.

Los tanques grandes conteniendo líquido solo se emplean cuando hay muchas estaciones de soldadura conectadas a una estación central. Estos sistemas necesitan equipos para convertir el gas de forma líquida a la gaseosa, y para suministrarlo por tubería a las estaciones de soldadura. En cada estación de soldadura se requiere un regulador de presión individual con correspondiente flujómetro. Los reguladores de presión y los flujómetros también son necesarios cuando se usa el gas directamente de un cilindro.

Los dos tipos de cilindros normales para gas Argón contienen 242 pies cúbicos y 330 pies cúbicos. En los cilindros de Argón se mantiene a una presión de 2200 libras por pulgada cuadrada a una temperatura de 70 °F. En los tanques grandes el Argón se suministra como un líquido. La capacidad de sistema de tanques es normalmente de 3000 al millón de pies cúbicos.

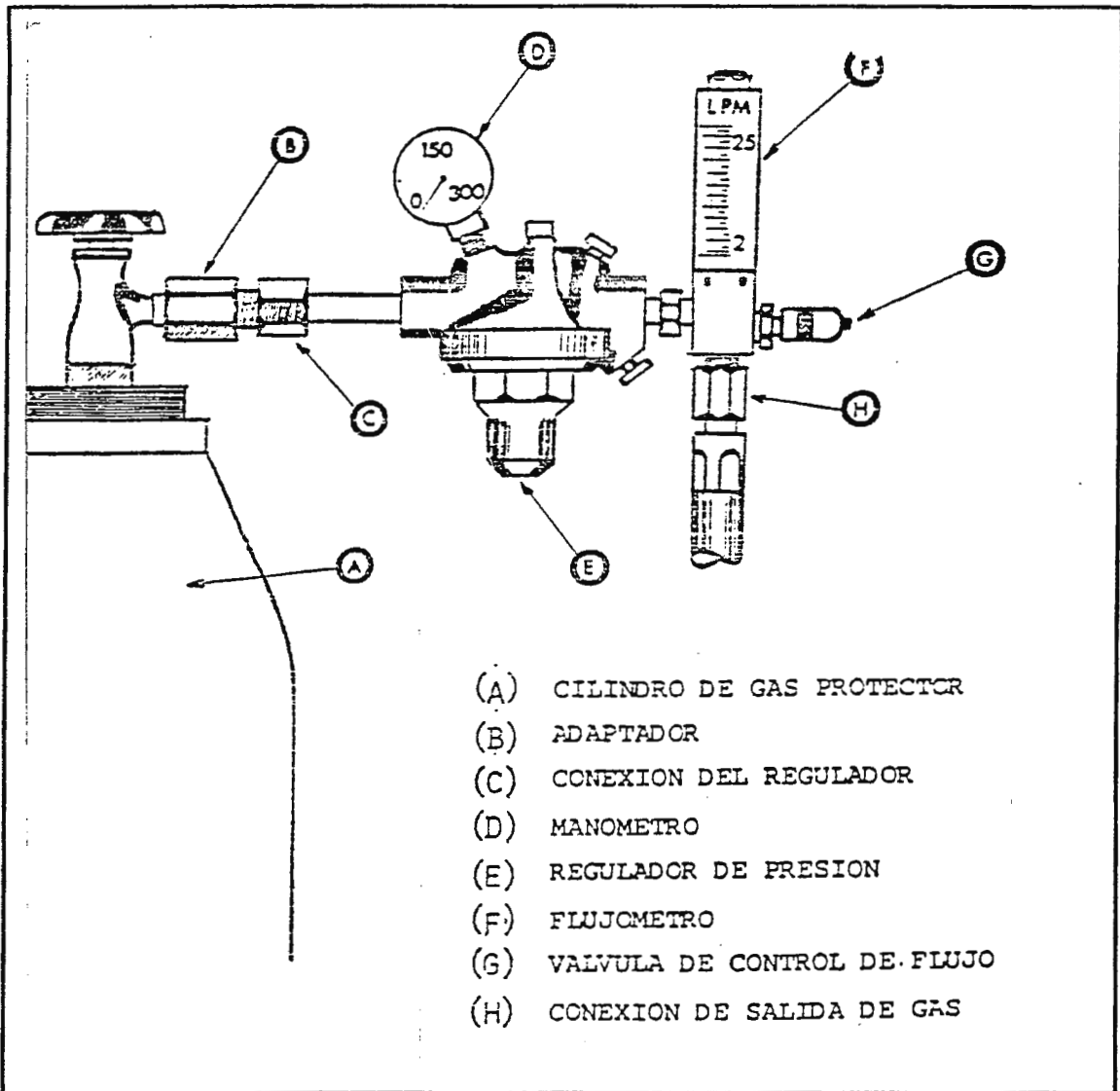
## 1.6 RANGO DE FLUJO DE GAS

El rango de flujo requerido con varios gases de protección depende, primordialmente, de la densidad o gravedad especialmente de los gases. La gravedad específica de gas se mide por su densidad realtiva a la densidad del aire. La densidad del aire se toma como uno. La gravedad específica del Helio es 0.137. Esto significa que el Helio tiene un peso aproximadamente de un décimo de aire. Por lo tanto, el Helio tiende a levantarse más rapidamente del área del soldar por lo que necesita flujos de salida más altas para proporcionar una portección adecuada. El Helio también es mucho más afectado por los cruces de corriente que pueden existir. La gravedad específica del Argón 1.38, y la gravedad específica del dióxido de carbono es 1.52. Estos dos gases tienden a formar una capa en el aire de soldadura y por lo tanto requieren un flujo más bajo que el Helio. Siendo el dióxido de carbono más pesado, dá mejor protección. Esto también produce mejor resistencia a las corrietas de aire en el ambiente.

## 1.7 ALIMENTADOR DE GAS DE PROTECCION

Este es un cilindro de gas muy similar al del oxígeno usado en el proceso oxiacetilénico, el cual aparte de un regulador de presión tiene un medidor de flujo de gas que nos indica el consumo o sea la cantidad de gas que sale por unidad de tiempo, generalmente los gradúan en pies cúbicos por hora o litros por minuto. (Figura 2), este dato de flujo de gas es necesario para tener un control del gas que fluya cubriendo el arco eléctrico, ya que cuando el metal se funde, sus componentes se combinan con bastante facilidad con el oxígeno y el nitrógeno presentes en la atmósfera, produciendo porosidades que le quitan propiedades mecánicas al material depositado.

La cantidad de gas suministrado deberá ser la correcta ya que si el flujo es alto se formarán turbulencias que tienden a mezclarse con el aire ocasionando contaminación en la soldadura, y si aplicamos un flujo bajo tendríamos entonces una protección insuficiente.



- (A) CILINDRO DE GAS PROTECTOR
- (B) ADAPTADOR
- (C) CONEXION DEL REGULADOR
- (D) MANOMETRO
- (E) REGULADOR DE PRESION
- (F) FLUJOMETRO
- (G) VALVULA DE CONTROL DE FLUJO
- (H) CONEXION DE SALIDA DE GAS

Fig. 2 Alimentador de gas de Protección

**SEGUNDA PARTE**

**PRACTICA Nº 4**

**COMPARACION DEL GAS CO<sub>2</sub> CON EL GAS ARGON**

**OBJETIVO:** Poder realizar soldaduras con estos dos tipos de gases y observar su comportamiento.

**PROCEDIMIENTO:**

- 2.1 Revisar normas de seguridad.
- 2.2 Armar equipo.
- 2.3 Conectar gas CO<sub>2</sub> al equipo.
- 2.4 Regular flujo de gas dependiendo de la atmósfera.
- 2.5 Realizar cordones en posición plana.
- 2.6 Desconectar gas CO<sub>2</sub> del equipo.
- 2.7 Conectar el gas Argón al equipo.
- 2.9 Realizar cordones.
- 2.10 Desconectar equipo.
- 2.11 Realizar conclusiones entre los gases.

**TERCERA PARTE**

**CUESTIONARIO:**

- 3.1 ¿Cuál es la función principal de los gases en la soldadura ?
- 3.2 ¿ Qué tipo de gases son más utilizados en la soldadura M.I.G. y porqué ?
- 3.3 ¿ Qué son gases inertes ?.
- 3.4 ¿ Qué tipos de gases inertes existen y cuales son los más utilizados en la soldadura M.I.G ?
- 3.5 ¿Cuál es el gas que causa más problema contenido en el aire, en la soldadura de materiales de acero ?
- 3.6 ¿Cuál es el mayor daño que ocasiona el hidrógeno en la soldadura ?
- 3.7 ¿Cuál es la principal desventaja del CO<sub>2</sub> ?
- 3.8 Al realizar la práctica ¿ qué diferencias se obtuvieron entre ellos ?
- 3.9 ¿ Cuáles son los parámetros para regular el flujo de gas ?

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

## RECOMENDACIONES GENERALES SOLDADURA MIG

Metal base	Gas Inerte	Diámetro Alambre	Amparaje DC- PI
Aluminio y Aleaciones	Argón Helio-Argón	0.030"	50-150 Amp.
		0.035"	55-200 "
		0.045"	90-250 "
		1/16"	160-350 "
Acero Dulce	CO <sub>2</sub> Argón-CO <sub>2</sub>	0.030"	50-150 Amp.
		0.035"	60-180 "
		0.045"	90-200 "
		1/16"	300-450 "
Acero de baja Aleación	Argón-Oxígeno Argón CO <sub>2</sub>	0.030"	50-150 Amp.
		0.035"	75-230 "
		0.045"	100-350 "
		1/16"	300-450 "
Acero Inoxidable	Argón-Oxígeno Helio-Argón-CO <sub>2</sub>	0.30"	75-150 Amp.
		0.035	100-160 "
		0.045	140-310 "
		1/16"	280-350 "
Níquel y Aleaciones	Argón Helio-Argón	0.035"	100-150 Amp.
		0.045"	150-260 "
		1/16"	200-400 "
Bronces	Argón Helio-Argón	1/16"	225-300 Amp.
		5/64"	275-350 "
Cobre	Argón Helio-Argón	1/16"	300-470 Amp.
Cobre-Níquel	Argón	1/16"	250-300 Amp.
Magnesio y Aleaciones	Argón Helio-Argón	0.045"	220-280 Amp.
		1/16"	240-390 "

**NOTA:** - Los valores de amperaje en esta tabla son aproximados.

- Existen diámetros mayores de alambre de aporte que no aparecen en esta tabla.
- El alambre de aporte debe ser generalmente de una composición igual o similar al metal base.
- DC-PI: Corriente Directa - Polaridad Inversa.
- Las mezclas de gases Inertes pueden ser de varias composiciones.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

TIPOS DE ALAMBRE-  
ELECTRODO

## MIG SOLDADURAS ESPECIALES LABORATORIO Nº 5

### OBJETIVOS:

- Saber seleccionar el material de aporte o alambre electrodo.
- Conocer la composición química con la cual cuenta el alambre-electrodo
- Poder leer o interpretar la simbología de la clasificación de los alambre-electrodos.

### 1.1 ELECTRODOS; CLASIFICACION

El alambre-electrodo, en este proceso normalmente tiene las mismas características en la composición química de los materiales de aporte que se usan en otros procesos de soldadura con alambres soldados.

Los alambre-electrodos de acero al carbón están recubiertos por una larga capa de cobre que los protege de la oxidación y proporciona mejor contacto eléctrico al pasar por la punta de contacto del maneral.

El alambre-electrodo no siempre debe tener las mismas características que el metal base ya que habrá casos de aplicaciones especiales.

Para la correcta selección del material de aporte se sigue la clasificación dictada por la sociedad americana de soldadura (AWS).

### 1.2 IDENTIFICACION DE LOS ELECTRODOS

Debido a que existen diferentes tipos de alambre-electrodo en el mercado, puede resultar muy confuso escoger los correctos para el trabajo que se va a ejecutar. Por esta razón la A.W.S. (Sociedad Americana de Soldadura) estableció un sistema de codificación aceptado y usado por la industria de la soldadura, por ejemplo; para aceros al carbono, al cromo molibdeno, al níquel y al manganeso molibdeno.

A.W.S. ER70 S-3

A.W.S. : American Welding Society

E : Indica que el material de aporte es alambre-electrodo.

R : Varilla que puede emplearse como material de aporte en otros procesos.

70 : Multiplicando este número por 1000, nos indica la resistencia mínima a la tracción expresada en libras por pulgada cuadrada.

S : Indica que es alambre sólido.

3 : Este número o algunas letras indican la composición química del depósito. Según los tipos de alambres en lugar del número pueden tener una letra o un número combinado con letras para especificar

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

los elementos mayoritarios y más información acerca del depósito.  
Ejemplos:

- ER-XXS-G : La letra G indica que este tipo de clasificación no requiere especificación de la composición química.  
ER-XXS-BX : La letra B indica que el alambre es del tipo al cromo molibdeno.  
ER-XXS-NiX : La letra Ni indica que el alambre es del tipo al níquel.  
ER-XXS-DX : La letra D indica que el tipo de alambre es el manganeso-molibdeno, por tanto, apto para soldar acero al manganeso-molibdeno.

Si en algún ejemplo aparece una última letra como:

- ER-XXS-BXL : La "L" significa que este alambre de bajo carbono contiene un máximo de 0.5% C.

Ejemplo para aceros inoxidable:

A.W.S. ER 3XXL

- A.W.S. : American Welding Society  
E : Indica que el material de aporte es alambre-electrodo.  
R : Varilla que puede emplearse como material de aporte en otros procesos.  
3XX : Indica el grupo al cual pertenece este acero inoxidable (según AISI).  
L : Estas u otras letras indican la composición química del electrodo (en este caso indican extra bajo carbono 0.03% C máximo).

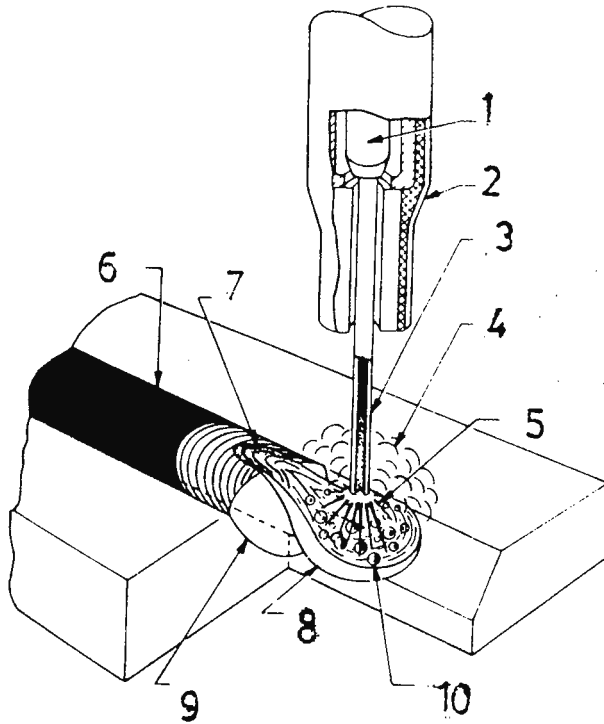
Otro caso sobre clasificación A.W.S. para aceros inoxidable , sería por ejemplo:

A.W.S. ER 16-8-2

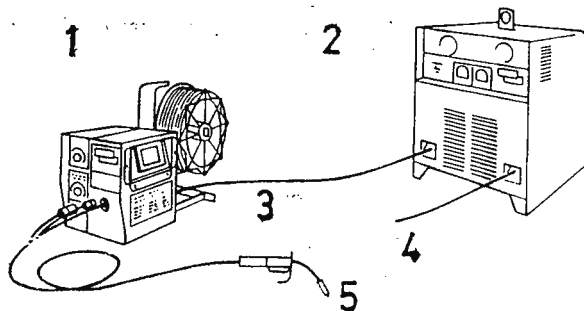
- A.W.S. : American Welding Society  
E : Indica que el material de aporte es alambre-electrodo.  
R : Varilla que puede ser usada en otros procesos como material de aporte.  
16 : Indica el 16% de cromo en la aleación.  
8 : Indica el 8% de níquel en la aleación.  
2 : Indica el 2% de molibdeno en la aleación.

### 1.3 ELECTRODO DE PROTECCION INTERNA O ELECTRODO TUBULAR.

Es un electrodo de adhesión volteado al revés y construido dentro de un alambre continuo. Todo el revestimiento protector y el material desoxidante se encuentran en el núcleo del alambre tubular. No se requiere gas protector o flujo protector externo.



1. Extremo conductor de corriente.
2. Guía aislante.
3. Núcleo de alambre consistente de metal pulverizado o vapor (o Gas) formando material desoxidante.
4. Arco protector compuesto de vapores y escoria formando metal de protección.
5. Arco.
6. Escoria Solidificada.
7. Fundente derretido.
8. Fusión de metal Soldado.
9. Metal de Soldadura Solidificado.
10. Gotco metálico, con finas escoriaciones formando el charco de fusión.



1. Alimentador de Alambre.
2. Fuente de poder DC, Voltaje etc.
3. Cable de entrada.
4. Cable de trabajo.
5. Ensamble, pistola y cable.

## VENTAJAS

Los electrodos de protección interna ofrecen muchas de simplicidad, adaptabilidad y uniformidad en la calidad de soldadura. Estos electrodos usados en proceso semiautomático logran obtener mejores trabajos de soldadura, mas rápida y con poco esfuerzo así

- Electrodo de protección interna es usada en procesos de arco abierto, permitiendo al operador el colocar en exactitud el metal soldado y visualizar y controlar el charco de soldadura para una máxima calidad.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

- Opera en todas posiciones, incluyendo ascendente, descendente y sobrecabeza.
- Soldadura a la intemperie y lugares ventilados, que lo convierten en un electrodo de uso práctico en aplicaciones semiautomáticas.
- Necesita solamente un accesorio simple - o ninguno. Usualmente pueden ser usados accesorios para electrodos de adhesión.
- Simplemente un equipo de alimentación de alambre no es estorbado por un sistema de alimentación o botellas de gas. La instalación es mas rápida y mas flexible. Los aparatos de soldadura son mas rápidos.
- Peso ligero, antorcha flexible, son fáciles de manipular minimizan la fatiga del operador durante operaciones de soldadura prolongada.
- Alimentación del alambre en forma ininterrumpida, resultado de la lubricación especial del electrodo, libre de obstáculos de salpicaduras y la capacidad de la antorcha de resistir choques del electrodo tubular en su conducción de rodadura a altas presiones.
- Resuelve muchos problemas de soldadura, el encendido del arco es mas rápido y positivo sin salpicaduras excesivas.
- Reduce el costo de soldadura debido a la alta corriente proveída incrementa el rango de deposición y la velocidad de soldadura.
- Provee trabajo en muchas aplicaciones incluyendo reparaciones, maquinaria de fabricación, soldadura por ensamble, y soldadura estructural de edificios.

## CLASIFICACION AWS ER 70S-6

Alambre de hierro  
Toda posición  
Corriente continua. Electrodo positivo  
Revestimiento: Cobrizado

## Descripción.

El alambre 70S-6 es un electrodo de acero al carbono que ofrece excelentemente, soldabilidad con una alta cantidad de elementos desoxidantes para soldadura, donde no pueden seguirse estrictas practicas de limpieza. Este electrodo es usado principalmente con CO<sub>2</sub> y otras mezclas comerciales como el Indurmig 81 . Esta soldadura ofrece un deposito prácticamente sin escoria reduciendo al mismo las operaciones de limpieza.

## Usos:

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

El alambre 70S-6 se recomienda para ser usado en aceros corrientes de baja aleación. Su contenido de Silicio y Manganeso, le confieren excelentes propiedades desoxidantes, lo que asegura una soldadura libre de posibilidades sobre una amplia gama de trabajo.

## Aplicaciones típicas:

- Recipientes a presión
- Soldadura de cañerías
- Fabricación de carrocerías, muebles, extinguidores, etc.
- Estructuras
- Recuperación de ejes

## Características típicas del metal depositado:

Pruebas de tracción con probetas de metal de aporte según norma AWS A5 18-79 dan los siguientes resultados:

Resistencia a la atracción: 88.000 Lbs/pulg.<sup>2</sup> (61,9 Kgs/mm<sup>2</sup>).  
Limite de fluencia: 68.000 Lbs/pulg.<sup>2</sup> (47,8 Kgs/mm<sup>2</sup>).  
Reducción de área: 60%  
Alargamiento en 2": 28%

## Composición química:

C. 0, 10%; Mn. 1,55%; Si 0,95%; P. 0,021%; S. 0,024%

## Diámetros y Amperajes recomendados:

Diámetros	Amperes	Volts	Flujo CO <sub>2</sub> (lt/min).
0,6	20-70	12-16	7-12
0,8	50-110	15-21	7-12
0,9	60-120	16-22	8-12
1,2	120-250	22-28	12-14
1,6	200-300	25-32	14-16

## CLASIFICACION AWS ER-308L

Alambre acero inoxidable  
Toda posición  
Corriente continua. Electrodo positivo  
Revestimiento: No tiene

Descripción.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

El alambre 308L está diseñado para cumplir con los requisitos de los aceros inoxidable que utilizan procesos de soldadura con gas inerte (MIG y TIG).

Este electrodo brinda un análisis químico bien equilibrado, que da por resultado propiedades uniformes del metal depositado y propiedades mecánicas bien balanceadas.

Este electrodo continuo se caracteriza por producir un arco estable de transferencia Spray, en el caso de usar como protección gaseosa Indurmig 81 o Argón .

## Usos

El alambre 308L es un electrodo continuo similar al 308, excepto por su contenido extra bajo de carbono (menor 0.04%). Es utilizado para soldar aceros inoxidable AISI tipos 304L Y 3081 que pueden ser utilizados en un amplio rango de condiciones corrosivas, sin necesidad de hacer tratamientos térmicos posteriores a la soldadura.

Esto es posible porque el contenido extrabajo de carbono minimiza la precipitación de carburos.

## Aplicaciones típicas:

- Aceros inoxidable tipos 308L - 304L - 308 - 321 - 347.
- Equipos de proceso y almacenamientos de productos alimenticios y químicos.
- Estantes que contengan productos químicos corrosivos.
- Bombas, intercambiadores de calor, etc.

## Características típicas del metal depositado:

Pruebas de protección con probetas de metal de aporte según normas AWS A5.9-81 dan los siguientes resultados:

Resistencia a la tracción:	80.000 lns/pulg <sup>2</sup>	(56,2 Kgd/mm <sup>2</sup> ).
Limite de fuerza :	71.400 Lbs/pulg. <sup>2</sup>	(50,2 Kgs/mm <sup>2</sup> ).
Alargamiento en 2":	40%	

## Composición química:

C. max 0,025%; Mn 1,80%; Si 0,40%; Cr. 20,5% Ni. 10,0%; S. 0,015%; P. 0.015%

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

## Diámetros y Amperajes recomendados:

---

Diámetros		Amperajes	Volts	Corriente
mm.	pulg.			
0,9	0,035	125-300	18-32	CC-EP
1,2	0,045	155-450	20-34	CC-EP

---

TABLA INDICATIVA DE LOS MATERIALES DE APORTE DE ACERO INOXIDABLE, CLASIFICACION AWS Y COMPOSICION QUIMICA APROXIMADA

CLASIFICACION	C	Cr.	Ni.	Mo.	Mn.	Cb.Ta	Si.	P.	S.	Cu.
ER-308	.08	19.5-22.0	9.0-11.0	0.50	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-308-L	.03	19.5-22.0	9.0-11.0	0.50	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-308-Mo	.08	18.0-21.0	9.0-12.0	2.0-3.0	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-308-Mo1	.04	18.0-21.0	9.0-12.0	2.0-3.0	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-309	0.12	23.0-25.0	12.0-14.0	0.50	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-310	.08-0.15	25.0-28.0	20.0-22.5	0.50	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-312	0.15	28.0-32.0	8.0-10.0	0.50	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-16-8-2	0.10	14.5-16.5	7.5-9.5	10.-2.0	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-316-L	.03	18.0-20.0	11.0-14.0	2.0-3.0	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-317	.08	18.5-20.5	13.0-15.0	3.0-4.0	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-318	.08	18.0-20.0	11.0-14.0	2.0-3.0	1.0-2.5	0.8-1.0	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-320	.07	19.0-21.0	32.0-36.0	2.0-3.0	1.0-2.5	0.8-1.0	0.60	.04	.03	3.0
ER-330	0.18-0.25	15.0-17.0	34.0-37.0	0.5	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-347	.08	19.0-21.5	9.0-11.0	0.5	1.0-2.5	--	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-340	0.7-0.13	19.0-21.5	8.0-9.5	0.35-0.65	1.0-2.5	1.0-1.4	0.30-0.65	.03	.03	0.50
ER-410 NiMo	.06	11.0-12.5	4.0-5.0	0.4-0.7	0.60	--	0.50	.03	.03	0.50
ER-420	0.25-0.40	12.0-14.0	0.60	0.50	0.60	--	0.50	.03	.03	0.50
ER-430	0.10	15.5-17.0	0.60	0.50	0.60	--	0.50	.03	.03	0.50
ER-502	0.10	4.5-6.0	0.60	0.45-0.65	0.60	--	0.50	.03	.03	0.50
ER-505	0.10	8.0-10.5	0.60	0.8-1.2	0.60	--	0.50	.04	.03	0.50

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

## SEGUNDA PARTE PRACTICA Nº 5

### SOLDADURA DE JUNTAS A TOPE, CON SOLDADURA MIG. EN POSICION PLANA.

**MATERIALES:** Un equipo para soldadura M.I.G. piezas de acero dulce de 2 x 4 x 1/16", 2 x 4 x 3/16", material de aporte, ver tablas mostradas anteriormente para alambre-electrodo, gas de protección con 75% de argón mas 25% de CO<sub>2</sub>.

**OBJETIVOS:** Realizar soldaduras atope con sistema M.I.G.

#### PROCEDIMIENTO:

- 1.- Revise las practicas de seguridad.
- 2.- Ajuste el equipo:
  - Voltaje a 19 voltios.
  - Control de velocidad de alimentación del electrodo 300 pulg./min.
  - Flujo de gas 15 pies cúbicos por hora.
  - Separación del electrodo a 1/4".
- 3.- Acomode las piezas en el banco de trabajo formando una junta a tope.
- 4.- Baje su carreta de protección , apriete el gatillo de la pistola, activando los controles y establezca un arco.
- 5.- Una con puntos de soldadura las dos piezas dejando una abertura de 1/16" en la raíz.
- 6.- Sostenga su aplicador en la posición de 90° inclínelo 5° con el aplicador apuntando en a la dirección de aplicación de la soldadura y suelde la junta a tope, avanzando de derecha a izquierda conservando el ángulo de ataque del aplicador.
- 7.- Detenga la soldadura y suelte el gatillo del aplicador.
- 8.- Repita los pasos del 3 al 7 usando platinas de 3/16" de espesor.
- 9.- Revise la soldadura y discuta con el instructor éste método de soldadura M.I.G.

**TERCERA PARTE**

**CUESTIONARIO**

1. ¿Qué diferencias existen entre los electrodos del proceso MIG, con los demás procesos de soldadura.
2. ¿Se debe tener siempre las mismas características entre el alambre electrodo y el metal base? Sí o No y ¿Por qué?
3. ¿Qué es un electrodo de protección interna o tubular?
4. ¿Cuáles son las diferencias entre el electrodo tubular y el electrodo-alambre?
5. ¿Cuáles son las ventajas que ofrece el electrodo de protección interna?

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA

VARIACIONES EN PROCEDIMIENTOS  
DE SOLDADURA

## MIG SOLDADURA ESPECIAL LABORATORIO Nº 6

### OBJETIVOS:

- Controlar la formación del cordón.
- Aprovechar al máximo el proceso de soldadura.

### 1.1 INTRODUCCION

Para poder controlar los resultados del proceso de acuerdo con las necesidades, pueden variarse los ajustes de un equipo de soldar. Para que el proceso sea efectivo, es esencial el identificamiento apropiado del efecto de cada uno de las variaciones en las propiedades o características de la soldadura.

Las variaciones de soldadura puede ser dividida en tres grupos o clases distinta, estas son: variaciones de nivel característico preseleccionado, variaciones primarias ajustables variaciones secundarias ajustables.

### 1.2 VARIACIONES DE NIVEL CARACTERISTICO PRESELECCIONADO

Estas variaciones son aquellas que solamente pueden ser cambiadas en pasos o intervalos separados, y por lo tanto son difíciles de controlar. Estas variaciones son tales como: diámetro del alambre, tipo de gas, flujo de gas, etc. Las variaciones preleccionadas se fijan de acuerdo con el tipo del material que se va a soldar, volumen de deposición necesario, y las propiedades mecánicas exigidas.

### 1.3 VARIACIONES PRIMARIAS AJUSTABLES

Se usan para controlar el proceso de soldadura después de que las variaciones preleccionadas han sido establecidas.

Estas controlan la formación del cordón de soldadura por sí mismo, afectando la penetración, el ancho del cordón, la altura del cordón, la estabilidad del arco, el promedio de deposición y la calidad de la soldadura. Las variaciones de soldadura primaria son: voltaje del arco, corriente de soldadura y velocidad de recorrido. Debido a que esto puede ser medido fácilmente y ajustado continuamente sobre un rango amplio, éstos pueden ser usados efectivamente como controladores.

#### 1.4 VARIACION DEL AJUSTE SECUNDARIO

Estas variaciones pueden ser cambiadas también continuamente sobre un amplio rango de valores. Sin embargo, algunas bases son difíciles de medir exactamente. Por lo tanto, no son fáciles de emplear como controles debido a que, en su mayor parte, no se le pueden asignar valores exactos. Esto es especialmente cierto en las operaciones de soldadura semiautomática. Además, muchas veces no afecta directamente la forma del cordón. En su lugar, por lo general causan un cambio en la variación primaria que, a su vez hacen el cambio deseado de la formación del cordón. Las variaciones de ajustes del secundario son tales como: separación entre la boquilla y el trabajo, ángulo de la tobera, y velocidades de alimentación de alambre.

##### 1.4.1 SEPARACION ENTRE LA BOQUILLA Y EL TRABAJO

Esta es la distancia que debe mantenerse normalmente entre el extremo de la boquilla de contacto y la superficie del trabajo que se quiera soldar. Este concepto se ha establecido debido al hecho que la distancia entre la boquilla y el trabajo es una dimensión que puede ser fácilmente reconocida y mantenida por el operario soldador. Ver figura 1

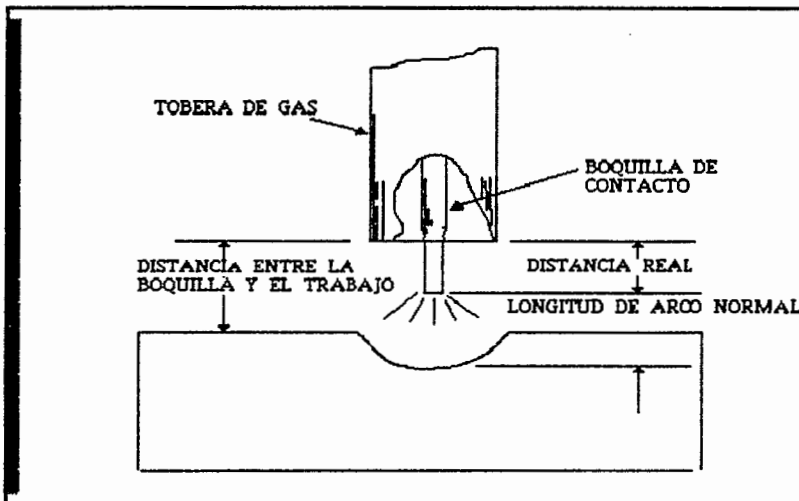


Fig. 1

Una definición más rigurosa de la distancia entre la boquilla y el trabajo sería la longitud del metal de aportación extendida después de la boquilla de contacto. Esta es el área donde ocurre el precalentamiento del metal de aportación.

## 1.4.2 VARIACION AJUSTABLE "ANGULO DE TOBERA"

Este tipo de variación se refiere a la posición de la pistola de soldar con respecto a la unión. La posición de la pistola de soldar se describe con dos ángulos: El ángulo transversal y el ángulo longitudinal.

### 1.4.2.1 ANGULO TRANSVERSAL

Este ángulo se describe como la relación de la pistola de soldar y la unión de soldadura en un ángulo perpendicular a la dirección del recorrido. En uniones de soldadura de diferente, el ángulo transversal es normalmente la mitad del ángulo incluido entre las planchas que forman las uniones. En soldadura a tope, el ángulo transversal es normalmente a  $90^\circ$  de las superficies de las planchas.

### 1.4.2.2 ANGULO LONGITUDINAL

Se describe como el ángulo entre la línea del centro de la pistola de soldar, y una línea perpendicular al eje de la soldadura. Ver fig. 2

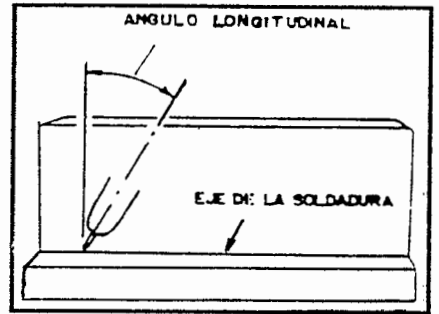


Fig. 2

El ángulo longitudinal de la tobera es además como un ángulo remolcador de arresté o como ángulo delantero (empujador). En la ilustración N° 3 se puede observar mejor los ángulos delanteros y de arrastre.

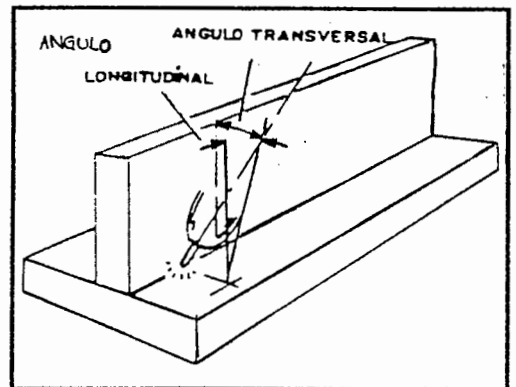


Fig. 3

## 1.5 PENETRACION

Penetración es la distancia determinada por la zonas de fusión extendidas de bajo de la superficie en la parte o partes que se están soldando. La penetración se determina por el diseño de la junta y las condiciones de soldadura .

En los diseños de unión de raíz, la penetración puede ser aumentada o disminuida según se cambia la distancia que la preparación de la unión tenga en el metal base. Con el proceso de soldadura M.I.G. no se puede obtener una penetración completa en planchas de media pulgada usando unión a tope de escuadra, con una abertura de  $3/32$ " en la raíz . Sin embargo, puede observarse la penetración necesaria si se emplea una unión de diseño sencillo tipo V. Cuando se establece un tipo de unión apropiada, se puede tener mayor control de la penetración regulándose las variaciones de soldadura.

En la gráfica Nº 1 se muestran los efectos de las variaciones ajustables primarias en la penetración. Estas curvas indican que cuando se varían el voltaje del arco y la velocidad del recorrido con un valor óptico, se obtiene una disminución en la penetración . También se puede notar que en los cambios en la velocidad de recorrido no da como resultado un cambio muy importante en la penetración cuando se comp aren con el efecto de otras variaciones de soldadura primaria ajustable. Por estas razones, el voltaje del arco y la velocidad de recorrido no son controles eficientes de penetración.

## 1.6 USOS DE VARIACIONES DE SOLDADURA

Quando se presenta una variación en que sea necesario hacer un cambio en una de las características de soldadura, por ejemplo penetración, la variación ajustable primaria (que tiene un efecto muy grande en estas característica) debe ser considerado primero para conseguir el control requerido.

Si solamente se requiere cambio en la penetración por un corto tramo de la soldadura, como sucede en el área en que la abertura de la raíz de la unión es muy pequeña o alargada. Puede usarse unas de las variaciones del secundario para obtener el cambio deseado. Si se necesita reducir la penetración para compensar una abertura de la raíz muy grande, El operador puede aumentar la distancia entre la boquilla y el trabajo, lo cual reduce la corriente de soldadura, que a su vez reducirá la penetración de esta área.

Si la situación requiere aumentar la penetración a todo lo largo de la unión, pero teniendo el caso que la corriente de soldadura que se usa esta en la máxima disponibilidad para un diámetro particular del alambre, será necesario cambiar una de las variaciones preseleccionadas de nivel preciso. En este caso, el cambio puede ser efectuado utilizando un alambre de diámetro inmediatamente superior, y de esa manera se aumenta al máximo la corriente de soldadura que se puede utilizar.

## 1.7 EFECTOS DE LAS VARIACIONES DE SOLDADURA

El ejemplo anterior muestra como puede utilizarse tres tipos diferentes de variaciones de soldadura para corregir un problema específico de soldadura. Para utilizar esta técnica al resolver otros problemas de soldadura, es necesario conocer cual de las variaciones afecta más la característica particular que se necesita ajustar. El cuadro que se muestra en la fig. 5 indica el cambio de variaciones requeridas para alterar diferentes características de soldadura.

Por otro lado, la curva que muestra la relación entre la corriente de soldadura (amperios) y la penetración, demuestra que con cualquier cambio de la corriente de soldadura hay un cambio de penetración correspondiente en la misma dirección. En otras palabras a medida que se aumenta la corriente, de la soldadura la penetración aumenta, y a medida que se disminuye la corriente de soldadura, la penetración disminuye. Esto indica que la corriente de soldadura es un control eficiente de la penetración, y debe ser considerado primero cuando sea necesario hacer cambios en las características de soldadura.

La distancia de la boquilla al trabajo también ejerce influencia en la penetración a través de su efecto de la corriente de soldadura. El operador puede ajustar esta distancia mientras suelda con el proceso semiautomático, este representa una compensación excelente de variación de uniones sin tener que estar interrumpiendo el arco de soldadura.

## 1.5 TIPOS DE TRANSFERENCIA DE METAL EN EL PROCESO MIG

### 1.5.1 TRANSFERENCIA POR ARCO DE ROCIADO:

Método en el cual los electrodos son mayores que en el de corto circuito, y el arco se mantiene constante. Esto produce un depósito pesado de metal de aporte, y es bastante adecuado para hacer soldaduras gruesas en una sola pasada o en varias pasadas en posición plana.

Se utiliza corriente directa polaridad invertida; El metal invertido pasa en forma de pequeñas gotitas a alta velocidad, desde el electrodo hasta la pieza. Se recomienda para soldaduras de alta velocidad y calidad, en secciones gruesas. Espesores mínimos recomendadas para este proceso 3/16" en aluminio y 1/8" en acero. Gas inerte utilizado Argón Helio o mezcla de éstos.

## 1.5.2 TRANSFERENCIA GLOBULAR:

El metal fundido pasa en formas de gotas gruesas en diámetro mayor que el del electrodo. Esto ocurre cuando las densidades de corriente son bajas. El CO<sub>2</sub> se utiliza primordialmente con gas de protección.

## 1.5.3 TRANSFERENCIA EN CORTO CIRCUITO:

El electrodo avanza hasta tocar el metal, produciéndose una estricción en la punta del alambre, siendo la velocidad de fusión mayor que la de alimentación del alambre lo que permite el corte del mismo.

Si la corriente es demasiado alta, ocurre una separación violenta. Esto ocasiona salpicaduras y un esquema de solidificación pronunciada en el cordón.

Si la corriente está en el valor correcto la separación es tersa o suave con poco o nada de salpicadura, apareciendo en el cordón un dibujo en friso apropiado. La magnitud de la corriente disponible en el corto circuito se controla seleccionando la pendiente, o sea, la magnitud de la caída de voltaje por 100 amperes, que controla la cantidad de corriente disponible desde la fuente de poder.

El CO<sub>2</sub> y argón o mezcla de esta se utilizan como gases de protección. El proceso se recomienda para soldaduras de espesores, menores de 1/4" y corrientes menores de 150 amperios.

## 1.6 MANIPULACION DEL ELECTRODO

Oprima el gatillo de la pistola, el electrodo continuo es impulsado a través de la pistola, donde se produce un contacto eléctrico deslizante que energiza el electrodo como terminal positivo de un generador o rectificador de corriente continua.

La pieza a formar a sido conectada al terminal negativo, con lo cual produciéndose el contacto, se establece el arco.

Después de iniciado el arco cerca del punto donde haya de comenzarse la soldadura, el arco puede ser algo inestable debido a la baja temperatura del metal base por lo que se deberá mantener un arco ligeramente más largo que el normal.

El avance a lo largo de la costura puede hacerse en sentido hacia adelante o hacia atrás, tal como lo desee el operario o como lo exija el trabajo. El avance a lo largo debe hacerse a una velocidad uniforme para formar un buen cordón. El electrodo debe mantenerse en una posición vertical con la superficie del cordón aunque es permisible inclinar ligeramente el electrodo.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

---

El arco a de mantenerse lo mas corto posible ya que de lo contrario hay una gran cantidad de metal derretido que se sale expulsado en todas direcciones en forma de salpicadura y si es demaciado corto, se apagará frecuentemente.

La velocidad de consumo del electrodo para soldar aluminio es de 2 a 3 veces mayor que la de los electrodos para soldar acero y no se necesita de oscilar el electrodo como se hace para soldar acero.

## SEGUNDA PARTE PRACTICA Nº 6

### VARIACIONES EN PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA

**MATERIALES:** Un equipo de soldadura M.I.G.

#### OBJETIVO:

- Controlar la formación del cordón de soldadura y variar la penetración del material de aporte.
- Aprender a ejecutar soldaduras de filete en una junta en "T", en acero dulce o similar, de 1/16" y 3/16" en posición horizontal.

#### PROCEDIMIENTO:

- 2.1.- Revise las practicas de seguridad para soldadura.
- 2.2.- Identificar el material a soldar y realizar las variaciones de nivel característico preseleccionado, como es el tipo de alambre, tipo de gas, etc. de acuerdo al material identificado a soldar.
- 2.3.- Despues que las variaciones preseleccionadas han sido establecidas, realizar las variaciones primarias ajustables como son: voltaje del arco, corriente de soldadura, y velocidad del recorrido.
- 2.4.- Realizar soldadura en T utilizando la variación de ajuste secundario. Remítase a la tabla II, laboratorio 2 y "tipos de uniones" soldaduras especiales, M.I.G.
- 2.5.- Disponga las dos piezas de metal para hacer una junta en T.
- 2.6.- Una con puntos de soldadura ambos extremos de las láminas.

---

# UNIVERSIDAD DON BOSCO

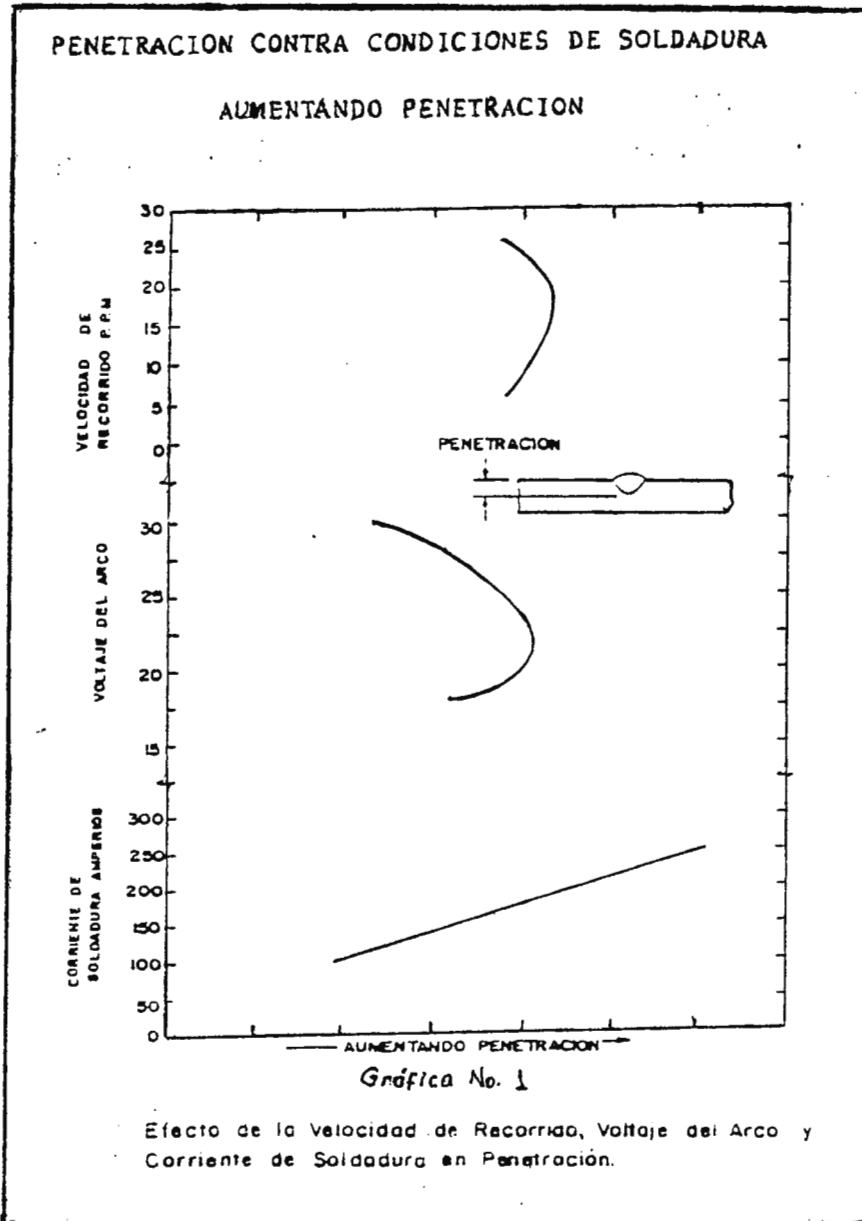
---

- 2.7.- Posicione la antorcha de manera que la boquilla bisecte a la junta. Incline de  $5$  a  $10^\circ$ , con la antorcha apuntando en dirección contraria a la del avance y suelde la junta en T haciendo un filete horizontal en cada lado.
- 2.8.- Después de realizada la soldadura, apague el equipo, inspeccione la soldadura y discuta con el instructor.

## TRECERA PARTE

### CUESTIONARIO:

- 3.1.- ¿Cuáles son los tres grupos de variaciones de soldadura ?
- 3.2.- ¿Cómo puede controlarse la formación del condrón de soldadura por si mismo ?
- 3.3.- ¿Qué ángulos puede describir la pistola de soldar ?
- 3.4.- ¿Qué es la penetración ?
- 3.5.- ¿Qué sucede al aumentar la distancia entre la boquilla y el trabajo ?



## GLOSARIO TECNICO

### PRINCIPALES ESPECIFICACIONES DE ACEROS.

- ASTM. American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para prueba de Materiales), sus especificaciones van siempre presedidas por el prefijo ASTM.
- ASME. American Society of Merchanical Equineer (Sociedad Americana de Ingenieros Mecanicos), generalmente utiliza los mismos numeros que los de ASTM.
- AISI. American Iron and Steel Institute (Instituto Americano del hierro y del Acero), usa números de códigos que indican su composición. Los aceros inoxidables estan identificados por los númeos AISI.

### TERMINOS DE SOLDADURA

- ARCO ELECTRICO: Flujo de corriente generado entre los conductores separados por el aire.
- ACERO ALTO EN CARBONO: Acero contenido 0.45% de Carbono o mas.
- ACERO BAJO EN CARBONO: Acero conteniendo 0.20% de carbono o menos, también se le conose como Acero Dulce.
- ELECTRODO: Material fundente, el cual une las superficies de los materiales a soldar, pude ser electrodo desnudo o con revestimiento.
- ELECTRODO DESNUDO: Un electrodo para soldadura eléctrica, consiste en un alambre metálico sin recubrimiento.
- ELECTRODO RECUBIERTO: Es un electrodo para soldadura eléctrica, consiste en un alambre metalico con recubrimiento que protege el metal fundido del aire, mejora las propiedades del metal de soldadura y estabiliza el arco.
- ELECTODO DE TUNGSTENO: Un electrodo de alambre de tungsteno, no consumible, utilizado en la soldadura por arco eléctrico.
- FUNDENTE: Material usado para disolver y evitar la formación de óxido y otras inclusiones indeseables que se forman al soldar.
- LONGITUD DE ARCO: La distancia entre el extremo del electrodo y el punto donde el arco hace contacto con la superficie de trabajo.
- GENERADOR: Fuente de alimentación la cual transforma energía

mecánica en energía eléctrica.

- METAL APORTADO: La porción del electrodo fundida con el metal base al soldar
- METAL BASE: El metal que se va soldar
- OXIDACION: Es la transformación de un cuerpo mediante la acción del oxígeno o de un oxidante.
- PENETRACION: La distancia en que la zona de fundición se extiende por debajo de la superficie de la parte que se ha soldado.
- POLARIDAD DIRECTA: La disposición de los terminales de soldar de manera que el trabajo tenga el polo positivo y el electrodo el polo negativo.
- POLARIDAD INVERTIDA: La conexión de los terminales de soldar de manera que, el circuito del arco, el trabajo es el polo negativo y el electrodo es el polo positivo.
- POSICION VERTICAL: La posición de soldar donde el eje de la soldadura es una línea vertical.
- POSICION BAJO TECHO: La posición de soldadura que se hace desde la parte inferior de la junta.
- POSICION HORIZONTAL: Soldadura de ángulo: La posición en que la soldadura se hace en la parte superior de una superficie horizontal y contra la superficie más vertical.
- SOLDADURA ARCOGEN: Soldadura que ocupa electrodo y una llama de acetileno-oxígeno
- SOLDADURA ARCOTOM: Soldadura que ocupa electrodo de Wolframio
- SOLDADURA ARGONARC Y HELIARC: Soldadura que ocupa electrodo / metálico y gas de protección atmosférica.
- SOLDADURA DE BISEL: La posición de soldadura en que el eje de la misma descansa en un plano horizontal y la cara de la soldadura está en posición vertical.
- POSICION PLANA: La posición de soldadura que se realiza desde el lado superior de la junta y la cara de la soldadura.
- TRANSFORMADOR: Dispositivo electromagnético que transforma un nivel de voltaje AC a otro distinto.
- TRANSFORMADOR DE SOLDADURA: Dispositivo electromagnético que transforma a altas intensidades de corriente variando su flujo magnético por diferentes métodos (variación de núcleo) con el fin

de derretir un electrodo y efectuar soldadura.

- TRATAMIENTO TERMICO: El calentamiento uniforme de las estructuras hasta una temperatura suficiente por debajo de la crítica para eliminar la tensión residual.
- VOLTAGE EN CIRCUITO ABIERTO: El voltage entre los terminales de una máquina de soldadura cuando no está suministrando corriente.
- A.W.S , Sociedad Americana de soldadura (American Welding Society).

## CONCLUSION

La realización del presente trabajo es sólo un comienzo para el desarrollo de métodos eficaces para impartir conocimientos técnicos sobre lo indispensable en el campo de la soldadura, por lo que se cumple su objetivo inicial.

Se contribuye con este material: al conocimiento, utilización y conservación en buenas condiciones de los equipos disponibles en los talleres, a la no improvisación de prácticas de trabajo y aprovechamiento del tiempo de los laboratorios, incentiva a la investigación y verificación de los conceptos dados.

También se sugiere implementar más horas de práctica y variar las mismas en forma planificada por los instructores responsables de impartirlas para no volver estas monótonas o rutinarias.

## BIBLIOGRAFIA

- Fundación Industrial de Prevención de Riesgos Ocupacionales (FIPRO). Prevención de Riesgos Ocupacionales en los Trabajos por Soldadura. Departamento de Capacitación. Julio, 1994.
- González Vásquez, J. Manual de Soldadura Eléctrica. Ediciones Ceac Perú, Barcelona, España. Sexta Edición, Noviembre, 1989.
- González Vásquez, J. Manual de Soldadura con Llama. Ediciones Ceac Perú, Barcelona, España. Cuarta Edición, 1987.
- Houldcroft, P.T. Tecnología de los Procesos de Soldadura. Ediciones Ceac Perú, Barcelona, España. Tercera Edición, Junio, 1990.
- Horwitz, Henry. Soldadura, Aplicaciones y Prácticas. México D.F. IRSI, 1984.
- Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). Los Procesos de Soldadura TIG y MIG. San José, Costa Rica, 1986. Departamento Técnico Industrial.
- Indura. Sistemas y Materiales de Soldadura. Catálogo No. 19, Chile, Junio, 1987.
- Oxígeno y Gases de El Salvador. Manual del Soldador. San Salvador. "S.F." 3-65