

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN**  
**MECANICA AUTOMOTRIZ**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA**  
**REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN LABORATORIO DE SOLDADURA TIPO**  
**TIG.**

**JUAN CARLOS CADENA ZAMBRANO**  
**JORGE ISRAEL NOLIVOSCARDENAS**

**DIRECTOR: ING. ANDRES GAVILANEZ**

**OCTUBRE, 2012**

**Quito, Ecuador**

## **DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACION Y APROBACION**

Yo, ANDRÉS GAVILANEZ, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, los Señores JORGE ISRAEL NOLIVOS CARDENAS, JUAN CARLOS CADENA ZAMBRANO, son los autores, exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

.....  
ING.ANDRÉS GAVILANEZ.

DIRECTOR DE TESIS

## **CERTIFICACION Y ACUIERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

JORGE ISRAEL NOLIVOS CARDENAS, JUAN CARLOS CADENA ZAMBRANO, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado de la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicada y divulgada en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

.....

JORGE ISRAEL NOLIVOS CARDENAS

CI:0603577743

.....

JUAN CARLOS CADENA ZAMBRANO

CI: 1714746102

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro tutor por su dedicación y generosidad para compartir su tiempo y conocimientos.

A todos quienes creyeron en nosotros y a quienes no lo hicieron, porque descubrimos que el esfuerzo personal debe trascender más allá de los prejuicios y las contradicciones de la vida, porque sólo así pudimos comprender que el saber nos hace responsables.

A todos quienes hicieron esto posible, de forma directa o indirecta.

**Jorge Israel Nolivos Cardenas / Juan Carlos Cadena Zambrano**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres, quienes han sido los pilares fundamentales de mi carrera, brindándome todo el apoyo necesario con la confianza condicional de ellos hacia mí.

A mis hermanos quienes me han brindado todo el apoyo necesario durante mi vida estudiantil.

**Jorge**

Este trabajo se lo dedico a mis padres que son mi fortaleza moral, a mis hermanos quienes con su comprensión me impulsaron en el transcurso de los estudios de la carrera, para seguir adelante y que gracias al esfuerzo de ellos he logrado conseguir esta nueva meta.

**Juan Carlos**

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos .....	2
1.3. JUSTIFICACION.....	3
1.5. METAS .....	4
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>5</b>
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. SOLDADURA .....	5
2.2. TIPOS DE SOLDADURA .....	6
2.2.1. Soldadura manual por arco eléctrico SMAW .....	6
2.2.2. Soldadura Oxiacetilénica .....	7
2.2.3. Soldadura MIG / MAG .....	8
2.2.4. Soldadura TIG .....	10
2.2.5. Soldadura por plasma.....	11
2.2.6. Soldadura por rayo láser.....	13
2.2.7. Soldadura por puntos .....	14
2.2.8. Soldadura robotizada .....	16
2.2.9. Soldadura en frío .....	17
2.3. UNIONES POR SOLDADURA.....	18
2.3.1. Unión a Tope o Empalmada .....	18
2.3.2. Unión de Solapado, Superpuesta o Traslape.....	19
2.3.3. Unión de Esquina o Angulo Exterior .....	20
2.3.4. Unión en T o Angulo Interior .....	21
2.3.5. Unión de borde.....	21
2.4. EL CORDÓN DE LA SOLDADURA .....	22
2.4.1. Clasificación de los cordones de soldadura.....	24

2.5.	<i>GESTIÓN POR PROCESOS</i> .....	26
2.5.1.	Definición de proceso.....	26
2.5.2.	Definición de gestión por procesos.....	28
2.5.3.	Diagramas de flujo.....	29
2.6.	<i>INDICADORES DE GESTIÓN</i> .....	30
2.6.1.	Tipos de indicadores de gestión.....	30
<b>CAPITULO III</b> .....		<b>38</b>
SELECCIÓN DE LA PROPUESTA.....		38
3.1.	<i>SOLDADURA TIG</i> .....	38
3.1.1.	Aplicaciones del sistema TIG.....	39
3.1.2.	Características y ventajas del sistema TIG.....	39
3.1.3.	Generadores de Soldadura.....	40
3.1.4.	Corriente continua y polaridad inversa.....	42
3.1.5.	Corriente continua y polaridad directa.....	43
3.1.6.	Corriente Alterna.....	43
3.2.	<i>EL PROCESO GTAW, TIG Ó HELIARCO</i> .....	44
3.2.1.	Equipo básico para TIG o GTAW.....	47
3.3.	<i>EL PORTAELECTRODOS</i> .....	48
3.4.	<i>ELECTRODOS</i> .....	50
3.4.1.	Electrodos para sistema TIG.....	51
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>53</b>
MANUAL PROCESO SOLDADURA TIG.....		53
4.1.	<i>OBJETIVOS DEL MANUAL DE PROCESOS</i> .....	53
4.2.	<i>UTILIDAD DEL MANUAL DE PROCESOS</i> .....	53
4.3.	<i>PROCESO SOLDADURA TIG</i> .....	54
4.3.1.	Soldadura TIG con algunos materiales.....	61
4.3.1.1.	Hierro y acero al carbono.....	61
4.3.1.2.	Aceros Inoxidables.....	61
5.1.1.1.	Titanio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.1.1.2.	Aluminio.....	63
5.1.1.3.	Magnesio.....	65

5.2.	<i>DIAGRAMA DE FLUJO SOLDADURA TIG</i> .....	68
5.2.1.	Subproceso preparación.....	69
5.2.1.1.	Descripción de actividades y responsable subproceso preparación .....	69
5.2.1.2.	Diagrama de flujo subproceso preparación .....	69
5.2.2.	Sub proceso soldadura .....	70
5.2.2.1.	Descripción de actividades subproceso soldadura .....	71
5.2.2.2.	Diagrama de flujo subprocesos soldadura .....	72
5.3.	<i>EQUIPO A UTILIZAR</i> .....	73
5.3.1.	Especificaciones.....	73
5.3.2.	Accesorios.....	74
5.3.3.	Unidad principal soldadura TIG .....	76
5.3.4.	Funciones de las perillas.....	77
5.3.4.1.	Switch de encendido .....	77
5.3.4.2.	Lámpara de encendido.....	77
5.3.4.3.	Sobre corriente/luz de aviso de sobrecalentamiento.....	77
5.3.4.4.	Display digital .....	77
5.3.4.5.	Switch de función de posición.....	78
5.3.4.6.	Control de pedal.....	78
5.3.4.7.	Switch de pulso ON/OFF .....	79
5.3.4.8.	Corriente de pulso. (Corriente de Pulso 5-### amps).....	80
5.3.4.9.	Frecuencia de pulso (Frecuencia de Pulso 0.5-25 ciclos por segundo)...	80
5.3.4.10.	ANCHO DE PULSO (0.1 a 0.9 o 10-90%) .....	80
5.3.4.11.	Pendiente abajo (0-10 segundos) .....	81
5.3.4.12.	Frecuencia de C A (Corriente de frecuencia alterna 20-100 ciclos por segundo) .....	81
5.3.4.13.	BALANCE CA (30-70%).....	81
5.3.4.14.	POST FLUJO (1-25 segundos) .....	82
5.3.4.15.	Switch 4T/2T.....	82
5.3.4.16.	Regulador de presión .....	83
5.3.5.	Conectores.....	83
5.3.5.1.	Pinza de tierra DIN (+) .....	83
5.3.5.2.	Conector de antorcha DIN (-).....	83
5.3.5.3.	Conector antorcha CONTROL/PEDAL.....	83

5.3.5.4. Conector de antorcha de plasma arco piloto.....	84
5.3.5.5. Salida de gas .....	84
5.3.5.6. Entrada de gas (detrás de la unidad) .....	84
5.3.6. Selección del Tungsteno .....	84
5.3.7. Mantenimiento.....	86
5.3.8. Precauciones y seguridad .....	87
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>88</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
6.1. CONCLUSIONES .....	88
6.2. RECOMENDACIONES .....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	90
<b>ANEXOS .....</b>	<b>92</b>
ANEXO 1. SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	92
FUENTE: SEÑALÉTICA BLOG SEGURIDAD INDUSTRIAL. “LETREROS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL” .....	92
ANEXO 2. CONEXIONES DE LA SOLDADURA TIG.....	97
ANEXO 3. PARÁMETROS SOLDADURA TIG .....	98
ANEXO 4. SEGURIDAD .....	101
FUENTE: WELDALL®. “MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL” EQUIPO WELDALL .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>5</b>
FIGURA 1. PROCESO DE SOLDADURA .....	5
FIGURA 2.2 SOLDADURA POR ARCO SMAW .....	7
FIGURA 2.3 SOLDADURA AUTÓGENA .....	8
FIGURA 2.4 SOLDADURA MIG - MAG.....	9
FIGURA 2.5 SOLDADURA TIG .....	11
FIGURA 2.6 SOLDADURA POR PLASMA.....	12
FIGURA 2.6 SOLDADURA POR LÁSER .....	14
FIGURA 2.7 SOLDADURA POR PUNTOS.....	15
FUENTE: ESAB SOLDADURA & CORTE. “SOLDADURA POR PUNTOS”. INDUSTRIA DE SOLDADURA Y CORTE. ESPAÑA.....	15
FIGURA 2.8 SOLDADURA ROBOTIZADA .....	16
FIGURA 2.9 SOLDADURA EN FRÍO .....	17
FIGURA 2.10 UNIÓN A TOPE .....	18
FIGURA 2.11 UNIÓN A TRASLAPADA .....	19
FUENTE: MANUFACTURA TECHNICAL DOCUMENTS. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.....	19
FIGURA 2.12 UNIÓN DE ESQUINA .....	20
FIGURA 2.14 UNIÓN EN T .....	21
FUENTE: FUNDAMENTOS DE SOLDADURA. MECÁNICA EN ACCIÓN .....	21
FIGURA 2.15 UNIÓN DE BORDE .....	22
FIGURA 2.16 PARTES DEL CORDÓN DE SOLDADURA.....	23
FIGURA 2.17 DIMENSIONES FUNDAMENTALES DE UNA SOLDADURA .....	24
FIGURA 2.18 SOLDADURAS A TOPE.....	24
FIGURA 2.19 SOLDADURAS EN ÁNGULO .....	25
FIGURA 2.20 CLASIFICACIÓN DE LOS CORDONES DE SOLDADURA RESPECTO AL ESFUERZO.....	25
FIGURA 2.21 CLASIFICACIÓN DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SEGÚN SU POSICIÓN DURANTE LA POSICIÓN DE SOLDAR.....	26
FIGURA 2.22 SIMBOLOGÍA DIAGRAMAS DE FLUJO .....	29
FIGURA 2.23 CALIDAD .....	32
FIGURA 2.24 GESTIÓN DE LA CALIDAD .....	34

FIGURA 2.25 NORMATIVA SE SEGURIDAD INDUSTRIAL .....	37
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>53</b>
FIGURA 4.1 COMENZAR EL ARCO CON TIG .....	57
FIGURA 4.2 UBICACIÓN VARILLA DE APORTE .....	58
FIGURA 4.3 ÁNGULOS DE LA VARILLA DE APORTE Y SOPLETE.....	59
FIGURA 4.4 POSIBLES POLARIDADES DE CORRIENTE CONTINUA .....	60
FIGURAS 4.5 SISTEMA TIG CORRIENTE ALTERNA .....	60
FIGURA 4.6 PURGA DE GASES ATMOSFÉRICO .....	62
FIGURA 4.7 DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO PREPARACIÓN .....	70
FIGURA 4.8 DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO SOLDADURA.....	72
TABLA 4.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO .....	73
FIGURA 4.9 IMPLEMENTOS SOLDADURA TIG .....	75
FIGURA 4.10 WELDALL® 250PI UNIDAD MULTI-PROPOSITO .....	76
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>92</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1 GASES INERTES PARA GWAT.....	45
TABLA 3.2 ELECTRODO DE TUNGSTENO Y BOQUILLAS .....	49
TABLA 3.2 IDENTIFICACIÓN DE ELECTRODOS .....	51
TABLA 4.1 PROPORCIÓN DE PRODUCTOS.....	66
TABLA 4.2 VALORES ÓPTIMOS SOLDADURA DEL MAGNESIO.....	67
TABLA 4.3 TRATAMIENTOS TÉRMICOS .....	67
TABLA 4.4 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES .....	69
TABLA 4.5 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y RESPONSABLES SUBPROCESO SOLDADURA¡ERROR! MARCADO	
TABLA 4.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO .....	73

## SÍNTESIS

El presente proyecto de investigación, que tiene como objeto el diseño de un manual de procedimientos lo suficientemente didáctico pero con base científica, para que el personal que se involucra en el estudio de los procesos de soldadura pueda realizar sus prácticas en lo referente al sistema TIG con el fin de complementar la enseñanza teórica y fortalecer sus habilidades.

El primer paso, se investigó sobre el concepto y antecedentes del proceso de soldadura en general, así como también los tipos de soldadura existentes en nuestro medio y a partir de esto describir cada uno de ellos.

Luego de conocer los diferentes sistemas de soldadura se seleccionó el sistema TIG. Se analizó el procedimiento de soldadura TIG, la constitución de un equipo, ventajas y desventajas de su uso en el campo automotriz, las normas de seguridad que se deben tener en cuenta así como también los equipos de protección personal.

Se describe los pasos que se deben realizar en el proceso de soldadura TIG, se analizan las actividades que agregan o no valor al proceso, se definen responsables y controles de gestión.

Luego de definido el proceso, se procede a realizar la documentación del mismo con la finalidad de diseñar el manual de procedimientos más adecuado, con el propósito de que sirva como guía para el personal que se desempeña en el área de soldadura.

## SUMMARY

This research project, which aims to design a procedures manual but enough science-based training for personnel who are involved in the study of welding processes can perform their practices with regard to TIG to complement the theoretical and strengthen their skills.

The first step, we investigated the concept and history of the welding process in general, as well as existing welding processes in our environment and from this describe each of them.

After learning the different systems of welding TIG system was selected. We analyzed the TIG process, the establishment of a computer, advantages and disadvantages of its use in the automotive field, the safety standards that must be taken into account as well as personal protective equipment.

It describes the steps to be performed in the TIG welding process, we analyze the activities that add value to the process or not, are defined responsibility and management controls.

After defined the process, it proceeds with its documentation in order to design the most appropriate procedures manual, in order to serve as a guide for personnel working in the welding area.

# **CAPITULO I**

## **Introducción**

### **1.1. ANTECEDENTES**

El proceso de soldadura en la mayoría de empresas y talleres especializados en el país, se lo ha venido realizando sin tomar en cuenta estándares de control de calidad, los procedimientos de soldadura son mínimos en los talleres de mantenimiento automotriz. También sucede que en la mayoría de estos talleres especializados, el personal de servicio mecánico; no posee una guía básica de autoayuda al momento de iniciar el proceso de reparación de partes por suelda, los trabajos se han realizado de una forma desordenada y sin planificación alguna su trabajo.

Bajo estos criterios, se ha visto la necesidad de realizar este trabajo investigativo cuyo objetivo principal será el de construir una base informativa que instruya de forma práctica y objetiva, los procesos que se aplican para reparar autopartes mediante la utilización de suelda TIG. Es primordial tener presente que para demostrar en forma práctica estos procesos, el investigador deberá primeramente respaldarse con información teórica y práctica contenida en bibliografía especializada que hable sobre el tema, para luego poder recoger información real y estadística dentro de una empresa o taller de sueldas especiales

Los procesos en soldadura necesitan de un manual guía, que sirva de soporte técnico para el personal que ejecuta el trabajo mecánico. Este Manual contendrá información básica sobre los procedimientos de limpieza, verificación de desgaste, reparación y montaje. Contendrá información sobre las actividades que incrementan valor, normas de calidad aplicada a cada proceso, coordinación e integración de labores en el trabajo de equipo, como también la disposición de recursos necesarios para su ejecución.

La misión de toda empresa o taller de soldadura, es brindar un servicio de calidad óptima en todos sus procesos, y sin la ayuda de un manual que sustente la aplicación de tales procesos será imposible cumplir con su objetivo principal que es el de entregar al cliente un trabajo de calidad reflejado en el buen funcionamiento del elemento rectificado, como también en que alcance una vida útil considerable.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

Implementar un manual de procedimientos para la realización de prácticas en laboratorio de soldadura tipo TIG bajo estándares de Calidad.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Conocer sobre el proceso y equipos de soldadura TIG
- Determinar ventajas e inconvenientes del proceso TIG
- Determinar normas de seguridad a seguir en el proceso de soldadura TIG.

### **1.3. JUSTIFICACION**

El presente proyecto se realizará por estimar que es necesario para la enseñanza de la carrera de Ingeniería Automotriz clases teóricas-prácticas y más puntualmente en una asignatura como es la de soldadura. En la actualidad la Facultad no cuenta con un laboratorio especializado en el proceso TIG, laboratorio en el cual los estudiantes pondrían en práctica los conocimientos teóricos y apreciarían los resultados de las diferentes aplicaciones que se pueden realizar en el área automotriz o en otras del sector industrial.

Este proyecto es enfocado también en la correcta manipulación de los diferentes tipos de máquinas de soldadura TIG y de las normas de seguridad a seguir.

En este proyecto se va a utilizar el principio del "KNOW-HOW", ya que al momento de diseñar y montar las cabinas de soldadura TIG estamos poniendo en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Automotriz.

El manual de procesos tiene como propósito fundamental servir de soporte para el desarrollo de las acciones, que en forma cotidiana se realizan.

#### **1.4. ALCANCE**

El presente trabajo de investigación es realizado en base a información técnica con metodología explicativa, en la que se detalla el proceso que se aplican en la soldadura TIG, por tanto el límite de esta investigación lo conforman aquellos aspectos técnicos que todo taller debe tomar en cuenta al momento de realizar un trabajo se suelda.

Debido a que es una investigación exploratoria, explicativa y descriptiva, por la forma de detallar paso a paso el proceso de soldadura TIG, el análisis de información se limita a solamente al proceso mencionado proceso de soldadura TIG

Se espera que esta investigación contribuya con el desarrollo de una industria, así como estrechar los lazos entre la comunidad académica con la realidad económica en el país.

#### **1.5. METAS**

El tema del presente trabajo es la propuesta de un manual de procesos para soldadura TIG con la finalidad de que el proceso de soldadura se maneje bajo estándares de calidad basada en un enfoque de gestión por procesos y de calidad, para que el trabajo final sea óptimo.

## CAPÍTULO II

### Marco Teórico

#### 2.1. SOLDADURA

Una Soldadura, según la definición de la American Welding Society (AWS), es “una unión localizada (la fusión o crecimiento conjunto de la estructura del grano de los materiales soldados) de metales o no metales, producida por el calentamiento de éstos a temperaturas de soldadura requeridas, con o sin la aplicación de presión, o aplicando sólo presión y con o sin el uso de materiales de aportación”.

Según Rowe y Jeffus en su libro Manual de soldadura GMAW (2008), se define a soldadura como un “proceso de unión producido por la fusión de materiales debido a su calentamiento a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión, o aplicando solo presión, y con o sin el uso de metal de aportación”. Pág. 1

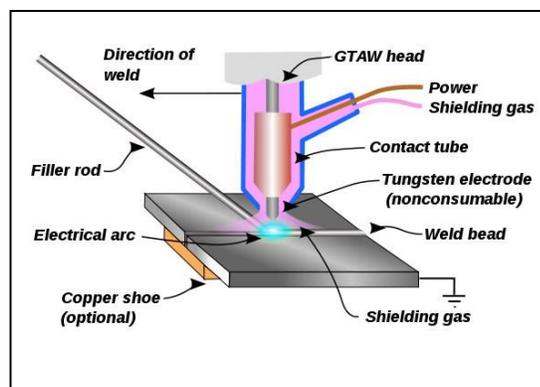


Figura1. Proceso de Soldadura

Fuente: <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-tig>

## **2.2. TIPOS DE SOLDADURA**

En la actualidad existen varios tipos de soldaduras a continuación explicaremos las más usadas en mecánica automotriz:

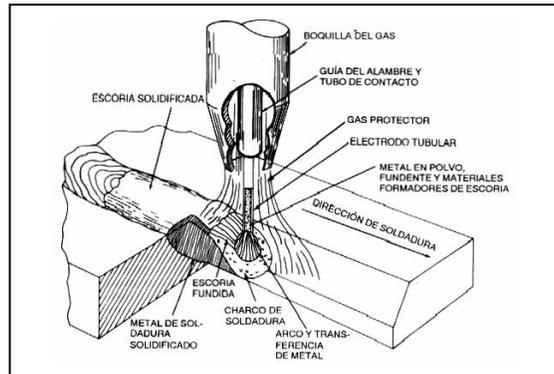
### **2.2.1. Soldadura manual por arco eléctrico SMAW**

Segun Kalpakjian, Serope, and Steven Schmid en. Manufacturing Engineering and Technology (2006) “El sistema de soldadura eléctrica con electrodo recubierto se caracteriza, por la creación y mantenimiento de un arco eléctrico entre una varilla metálica llamada electro, y la pieza a soldar”

La soldadura eléctrica es un tipo de soldadura por fusión, es decir utiliza una fuente de calor de tipo termoeléctrica. (La temperatura alcanzada es de 3500 a 4000 °C aproximadamente).

El calor para la fusión para la zona de soldadura se logra mediante el arco que se genera entre la pieza a soldar y el material de aporte que se lo conoce como electrodo.

Este tipo de soldadura por arco eléctrico es utilizada comúnmente debido a la facilidad de transporte y a la economía de dicho proceso. La calidad del terminado depende mucho de la experiencia del operario y de las prestaciones que se logre con el equipo.



**Figura 2.2 Soldadura por arco SMAW**

**Fuente:** <http://vivesoldando-camilo.blogspot.com/2010/06/proceso-smaw.html>

### **2.2.2. Soldadura Oxiacetilénica**

A la Soldadura Oxiacetilénica comúnmente mal llamada Autógena es un tipo de soldadura que utiliza una fuente de calor producida por la combustión de la mezcla de acetileno y oxígeno que arden a la salida de una boquilla (soplete).

La soldadura Oxiacetilénica permite obtener soldaduras heterogéneas y homogéneas, el técnico tiene mucha ayuda de este tipo de soldadura, la capacidad de soldar piezas de diferentes espesores depende del diámetro de la boquilla y la presión de salida de los tanques que contienen los gases.

En este tipo de soldadura el calor lo proporciona una llama producida por la combustión de una mezcla de acetileno y oxígeno, en la proporción 1:1, que se hace arder a la salida de una boquilla. La temperatura que se alcanza en la llama es de

unos 1300 °C, el calor producido funde los extremos a unir, con lo que se obtiene después de la solidificación, un enlace homogéneo.



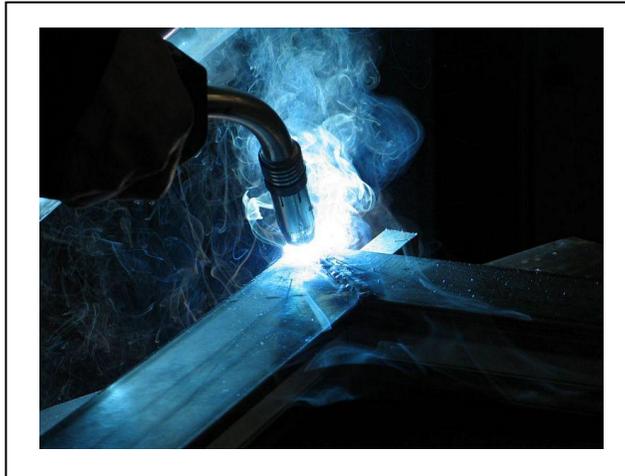
**Figura 2.3 Soldadura Autógena**

**Fuente: Jorge Israel Nolivos Cárdenas / Juan Carlos Cadena Zambrano**

### **2.2.3. Soldadura MIG / MAG**

Según ESAB Soldadura & Corte. Soldadura (MIG/MAG ó GMAW). Blog de internet, “El procedimiento de soldadura GMAW, consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar. Tanto el arco como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte.”

En la soldadura MIG, se utiliza como gas protector al argón, el electrodo está constituido por un hilo continuo que se funde dando como material de aporte (electrodo fundible) y que se lo hace avanzar manualmente por acción del requerimiento del operario.



**Figura 2.4 Soldadura MIG - MAG**

**Fuente: Jorge Israel Nolivos Cárdenas / Juan Carlos Cadena**

Debido a que el sistema de soldadura MIG es un procedimiento rápido y de fuerte penetración, se lo utiliza comúnmente para soldar espesores notables y materiales de alta resistencia como, aceros inoxidable, cobre, aluminio, chapas galvanizadas y aleaciones ligeras.

Al momento de emplear la suelda esta caliente una pequeña zona alrededor de la junta, simultáneamente a la alimentación con hilo, este tiene lugar a una adición del gas inerte que enfría las superficies y protege el metal de la acción del aire ambiental. (Este gas evita la oxidación).

En el sistema de soldadura MAG, el gas protector que se utiliza es el anhídrido carbónico  $\text{CO}_2$  mezclado con varias composiciones. El electrodo es un hilo continuo y consumible

Comúnmente la soldadura MAG se utiliza en aceros no aleados o de baja aleación. No se puede emplear para soldar aceros inoxidable, aluminio o aleaciones de aluminio. Como se mencionó este tipo de soldadura se diferencia a la soldadura MIG, en el gas protector que se emplea, sin embargo este procedimiento es más económico debido al costo del gas que se utiliza.

#### **2.2.4. Soldadura TIG**

Las iniciales TIG corresponden a las palabras tungsteno gas inerte, es un soldadura por arco con protección gaseosa que utiliza el calor de un arco eléctrico ( $\pm$  4500 °C, procedimiento que emplea un electrodo de tungsteno prácticamente inconsumible, y una atmósfera protectora de gas inerte suministrada en forma externa, generalmente de Helio, Argón o una mezcla de ambos. El electrodo, el arco y el área que rodea al baño de fusión, están protegidos de la atmósfera por un gas inerte. Si es necesario aportar material de relleno, debe de hacerse desde un lado del baño de fusión.

A este proceso de soldadura también se le denomina GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), El objetivo del gas de protección es el de desplazar el aire para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura para el oxígeno y nitrógeno presentes en la atmósfera.

Este sistema de soldadura puede ser utilizado con metales como: aluminio, acero inoxidable, acero al carbón, hierro fundido, cobre, magnesio, níquel, etc., en distintos espesores.



**Figura 2.5 Soldadura TIG**

**Fuente: Jorge Israel Nolivos Cárdenas / Juan Carlos Cadena Zambrano**

La soldadura TIG, es un tipo de soldadura limpia y de gran calidad, debido a que no produce escoria. De este modo, se elimina la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no necesita limpieza final. La soldadura TIG puede ser utilizada para soldar casi todo tipo de metales y puede hacerse tanto de forma manual como automática. La soldadura TIG, se emplea principalmente para soldar aluminio, y aceros inoxidable, donde lo más importante es una buena calidad de soldadura.

#### **2.2.5. Soldadura por plasma**

Este es un proceso muy similar al de soldadura Tig, solo que este es más desarrollado y proporciona un aumento de la productividad. En el sistema de soldadura por plasma hay dos flujos independientes de gas, el gas plasmágeno, que fluye alrededor del electrodo de Tungsteno, que forma el núcleo del arco plasma y el gas de protección que es el que protege el baño de fusión.

Este tipo de soldadura también se la conoce como la PAW, (Plasma Arc Welding), y se puede presentar en tres tipos diferentes.

- Soldadura microplasma, que tiene una corriente de soldadura desde 0.1 AMP. Hasta 20 AMP.
- Soldadura medio plasma, que tiene una corriente de soldadura desde 20 AMP. hasta 100 AMP.
- Soldadura Keyhole, por encima de los 100 AMP, en el cual el arco plasma penetra todo el espesor del material a soldar.



**Figura 2.6 Soldadura por plasma**

**Fuente:**[http://www.uc3m.es/portal/page/portal/laboratorios/LPMA\\_Pub\\_Portada/Talleres%20de%20Prototipos](http://www.uc3m.es/portal/page/portal/laboratorios/LPMA_Pub_Portada/Talleres%20de%20Prototipos)

### **2.2.6. Soldadura por rayo láser**

Según Montes, Castro Martínez & del Real Romero en el libro, Procesos industriales para materiales no metálicos. (2006). “La soldadura por rayo láser es un proceso de soldadura por fusión que utiliza la energía aportada por un haz láser para fundir y recristalizar el material o los materiales a unir, obteniéndose la correspondiente unión entre los elementos involucrados.” Pág. 142

La soldadura por rayo láser se efectúa enfocando un haz de luz de xenón a través de un rubí (Óxido de aluminio con una pequeña concentración de óxido de cromo en solución). Durante la exposición, algunos de los átomos de cromo son excitados hasta un nivel de alta energía, haciendo que el rubí emita una luz roja. Algo de esta luz roja escapa por el extremo del cristal, en forma de un haz, casi perfectamente monocromático y no divergente, de luz roja. Este haz puede ser manipulado por sistemas ópticos simples para obtener un calentamiento localizado, dando lugar a la fusión en el punto de contacto de dos piezas de trabajo, para formar una soldadura.

El acabado de la soldadura de rayo láser es de buena penetración y de alta calidad, se utiliza mayormente en pequeñas zonas y no se realizan cordones muy anchos



**Figura 2.6 Soldadura por Láser**

**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-soldadura/attachment/laser-welding>

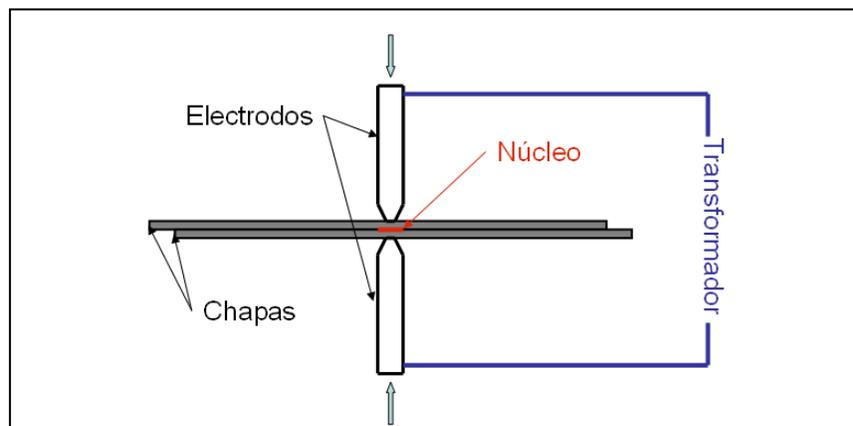
En la soldadura láser no se utiliza aportación de ningún material externo, por lo que la soldadura se realiza únicamente por la fusión de la zona a soldar. Mediante espejos se focaliza toda la energía del láser en una zona extremadamente reducida del material. Debido a la gran energía aportada incluso después que el material llegue a la Temperatura de Fusión, se produce la ionización de la mezcla del material fundido con los vapores generados en el proceso (formación de plasma).

### **2.2.7. Soldadura por puntos**

La soldadura de puntos es un sistema mayormente utilizado en la industria automotriz, con este mecanismo de unión se realiza el ensamblado de las piezas de chapa de la carrocería. Este sistema de soldadura también es utilizado en multitud de ocasiones para la reparación, debido a que es una soldadura limpia (no requiere

mecanización posterior) y que se puede retirar con facilidad usando una despuntadora.

- El ciclo de soldadura comprende tres fases.
- Acercamiento de los electrodos a las chapas superpuestas
- Rápido paso de la corriente con mucha intensidad y ejerciendo al mismo tiempo presión los electrodos, durante esta fase se forma el hueco fundido
- Prolongamiento de la presión sin paso de corriente para obtener homogeneidad del punto de soldadura durante el enfriamiento (presión de forja).



**Figura 2.7 Soldadura por puntos**

Fuente:<http://www.google.com.ec/imgres?hl=es&biw=1055&bih=513&tbn=isch&tbnid=ipgGKrJSy130vM:&imgrefurl=http://www.elchapista.com/>

### **2.2.8. Soldadura robotizada**

La soldadura robotizada se caracteriza por el uso de herramientas programables mecanizadas (robots), con las que se lleva a cabo un proceso de soldadura completamente automático, tanto en la operación de soldeo como sosteniendo la pieza.

Generalmente, la soldadura robotizada se usa para la soldadura por puntos y la soldadura por arco que se aplican en producción a gran escala como sucede en la industria del automóvil.



**Figura 2.8 Soldadura robotizada**

**Fuente: [http://www.crank.pt/cap\\_tecnica.php?lang=5](http://www.crank.pt/cap_tecnica.php?lang=5)**

### **2.2.9. Soldadura en frío**

El proceso de soldadura en frío o conocido como contacto, es un proceso de soldadura que se lo lleva a cabo sin la necesidad de ninguna fusión para poder realizar la unión de las partes. A diferencia de la soldadura por fusión, los procesos de soldadura en frío se realizan, sin que ningún líquido (o fase líquida) esté presente en la articulación de las dos piezas que se sueldan.

En la década de los años cuarenta se reconoce lo que es la suelda en frío, ya que, se descubrió que dos superficies planas y limpias de metales similares, se adhieren firmemente si se ponen en contacto aplicando el vacío y la presión apropiada.



**Figura 2.9 Soldadura en frío**

**Fuente: <http://www.ikkaro.com/content/soldadura-fr%C3%AD-de-gran-resist%C3%A9ncia>**

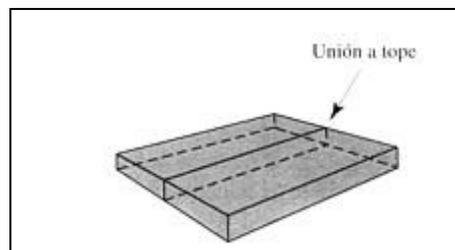
## 2.3. UNIONES POR SOLDADURA

Cuando una pieza ha sido elaborada por diferentes procedimientos mecánicos en algunos de los casos se deben unir sus extremos, a esta operación se la conoce como unión. Las estructuras se forman mediante conjuntos de chapas o perfiles unidos entre sí con enlaces capaces de soportar los esfuerzos que se transmiten entre las piezas.

El objeto principal de la unión es el de asegurar la mejor continuidad de las piezas, continuidad que será más perfecta cuanto más uniforme sea la transmisión del esfuerzo.

### 2.3.1. Unión a Tope o Empalmada

Este tipo de unión es una de las más utilizadas, esta consiste en unir las chapas que se encuentran situadas en el mismo plano. El principal objetivo de este tipo de unión es conseguir una penetración completa y que se logre una transición satisfactoria entre los elemento soldados.



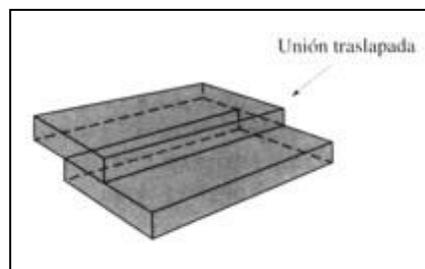
**Figura 2.10 Unión a tope**

Fuente: [http://www.tecnoficio.com/docs/doc4.php?psps\\_page=5](http://www.tecnoficio.com/docs/doc4.php?psps_page=5)

### **2.3.2. Unión de Solapado, Superpuesta o Traslape**

En este tipo de unión, se caracteriza por dos partes que se sobreponen. Es muy utilizada en la fabricación de carrocerías de vehículos y da resultados satisfactorios en la sustitución parcial de paneles exteriores, ya que se puede verificar que la configuración de costura cumple con las condiciones necesarias para restablecer la resistencia original del material.

En este método existe un solapado de las piezas a unir de unos doce milímetros en la zona de la costura. Este Solapamiento es realizado por medio del escalonado de uno de los bordes, todo esto en función de la rigidez de la superficie. Las Uniones de solapado se pueden realizar mediante soldadura por resistencia eléctrica por puntos, así como también por soldadura TIG/.

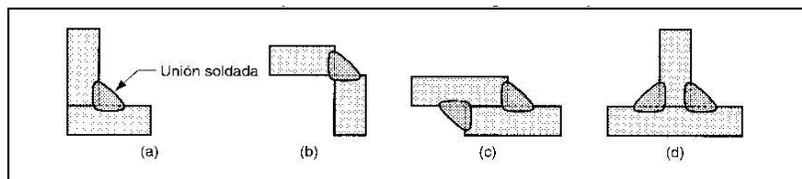


**Figura 2.11 Unión a traslapada**

**Fuente:** [http://www.tecnoficio.com/docs/doc4.php?psps\\_page=5](http://www.tecnoficio.com/docs/doc4.php?psps_page=5)

### 2.3.3. Unión de Esquina o Angulo Exterior

Consiste en unir dos chapas situadas en distinto plano, sobrepuestas para rellenar los bordes de las placas creadas mediante uniones de esquinas, sobrepuestas y en T. Las esquinas de chapas donde coinciden los puntos de cruce de cordones, deben cortarse para evitar el cruce. Nunca se ejecuta una soldadura a lo largo de otra ya que no va a tener una suelda firme.



**Figura 2.12 Unión de esquina**

**Fuente:** <http://hectorariel26.wordpress.com/category/uncategorized/>

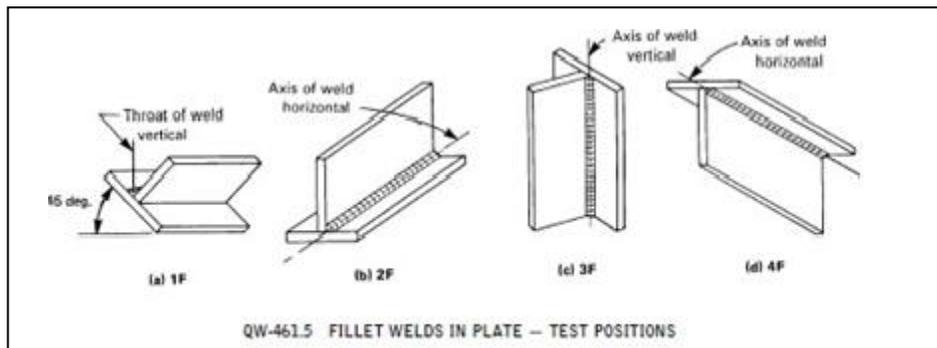
En esta unión los tipos de cordones con relación a su oposición respecto a la fuerza que van a realizar son los siguientes:

- Cordón de ángulo, Chapas ortogonales
- Cordón frontal, su dirección es normal a la fuerza.
- Cordón lateral, su dirección es paralela a la fuerza.
- Cordón oblicuo, su fuerza es oblicua a su fuerza

Los parámetros en cuanto al ángulo de avance suelen ser de 60 grados aprox. el ángulo de posicionamiento con la pieza es de 45 grados, que forman las piezas a unir.

### **2.3.4. Unión en T o Angulo Interior**

Esta unión es bastante usada en la industria, se caracteriza principalmente por tener la forma de la letra T, este tipo de unión se puede definir como la unión entre dos partes que se encuentran formando ángulos rectos.



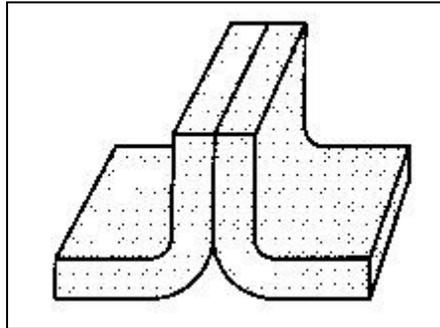
**Figura 2.14 Unión en T**

**Fuente:** <http://soldadurasmaw.blogspot.com/2011/04/angulos-de-la-union-en-t-segun-asme-sec.html>

### **2.3.5. Unión de borde**

Este tipo de unión se hace en los bordes de dos o más partes, en donde las partes a unir están paralelas con uno de sus bordes en común. Este tipo de unión se utiliza principalmente para espesores finos, sin aporte de material, el procedimiento

de soldeo se basa en crear un baño de fusión con el metal base y así lograr desplazarlo por toda la junta.



**Figura 2.15 Unión de borde**

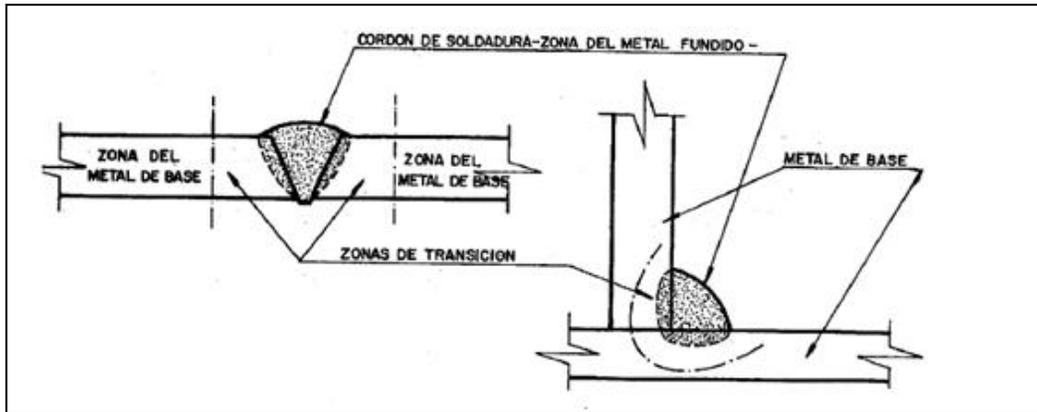
**Fuente:** <http://hectorariel26.wordpress.com/category/uncategorized/>

## **2.4. EL CORDÓN DE LA SOLDADURA**

El cordón de soldadura tiene tres partes bien diferenciadas:

- a) Zona de soldadura.-** Es la zona central, que está formada fundamentalmente por el metal de aportación.
  
- b) Zona de penetración.-** Es la parte de las piezas que ha sido fundida por los electrodos. La mayor o menor profundidad de esta zona define la penetración de la soldadura. Una soldadura de poca penetración es una soldadura generalmente defectuosa.
  
- c) Zona de transición.-** Es la más próxima a la zona de penetración. Esta zona, aunque no ha sufrido la fusión, sí ha soportado altas temperaturas, que la han

proporcionado un tratamiento térmico con posibles consecuencias desfavorables, provocando tensiones internas.



**Figura 2.16 Partes del cordón de soldadura**

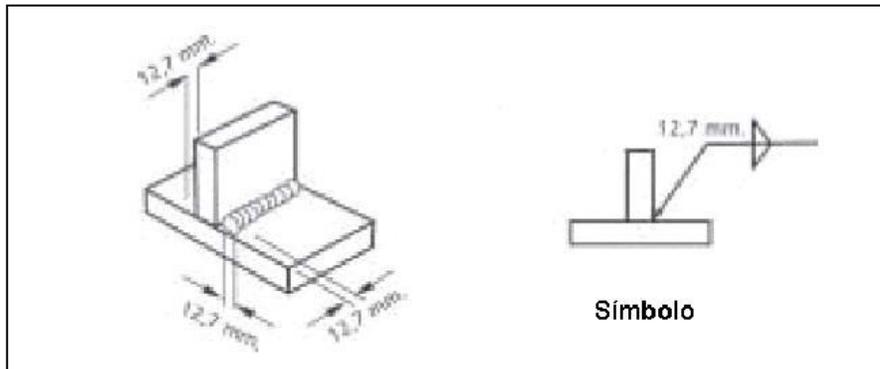
**Fuente:** <http://vgatec.blogspot.com/2011/12/medios-de-union-de-estructuras.html>

Las dimensiones fundamentales que sirven para determinar un cordón de soldadura son la garganta y la longitud.

La garganta ( $a$ ) es la altura del máximo triángulo isósceles cuyos lados iguales están contenidos en las caras de las dos piezas a unir y es inscribible en la sección transversal de la soldadura.

Se llama longitud eficaz ( $l$ ) a la longitud real de la soldadura menos los cráteres extremos. Se admite que la longitud de cada cráter es igual a la garganta.

$$l_{\text{eficaz}} = l_{\text{geométrica}} - 2 \times a$$



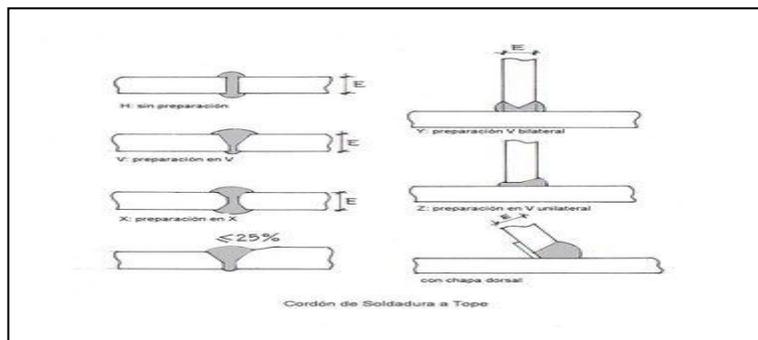
**Figura 2.17 Dimensiones fundamentales de una soldadura**

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn40.html>

#### **2.4.1. Clasificación de los cordones de soldadura**

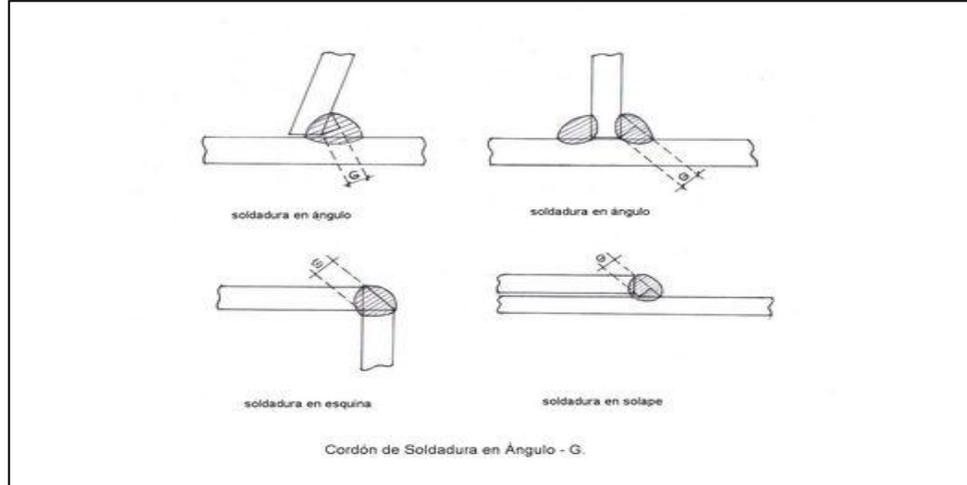
Los cordones de soldadura se pueden clasificar:

- Por la posición geométrica de las piezas a unir.



**Figura 2.18 Soldaduras a tope**

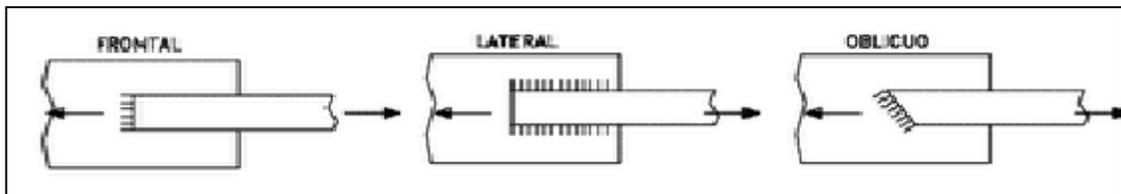
Fuente: [http://www.construmatica.com/construpedia/Uniones\\_por\\_Soldadura](http://www.construmatica.com/construpedia/Uniones_por_Soldadura)



**Figura 2.19 Soldaduras en ángulo**

Fuente: [http://www.construmatica.com/construpedia/Uniones\\_por\\_Soldadura](http://www.construmatica.com/construpedia/Uniones_por_Soldadura)

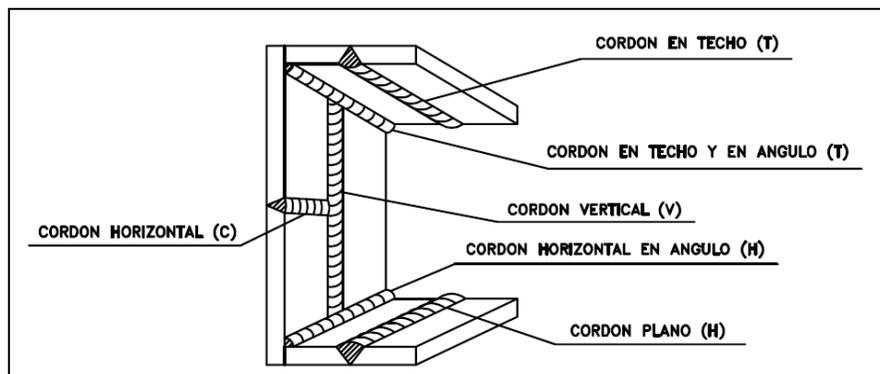
- Por la posición del cordón de soldadura respecto al esfuerzo
  - Cordón frontal
  - Cordón lateral
  - Cordón oblicuo



**Figura 2.20 Clasificación de los cordones de soldadura respecto al esfuerzo.**

Fuente: <http://www.entradas.zonaingenieria.com/2009/05/clasificacion-de-los-cordones-de.html>

- Por la posición del cordón de soldadura durante la operación de soldar
- Cordón plano (se designa con H)
- Cordón horizontal u horizontal en ángulo (se designa por C).
- Cordón vertical (se designa con V)
- Cordón en techo o en techo y en ángulo (se designa con T)



**Figura 2.21 Clasificación de los cordones de soldadura según su posición durante la posición de soldar.**

Fuente: <http://www.entradas.zonaingenieria.com/2009/05/clasificacion-de-los-cordones-de.html>

## 2.5. GESTIÓN POR PROCESOS

### 2.5.1. Definición de proceso

La palabra proceso viene del latín processus, que significa avance y progreso.

Un proceso es una serie de actividades de trabajo interrelacionadas que se caracterizan por requerir ciertos insumos (inputs: productos o servicios obtenidos de otros proveedores) y tareas particulares que implican valor añadido, con miras a obtener ciertos resultados.

Otra posible definición: gestión de todas las actividades de la empresa que generan un valor añadido; o bien, conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Proceso no es lo mismo que procedimiento. Un procedimiento es el conjunto de reglas e instrucciones que determinan la manera de proceder o de obrar para conseguir un resultado. Un proceso define qué es lo que se hace, y un procedimiento, cómo hacerlo.

No todas las actividades que se realizan son procesos. Para determinar si una actividad realizada por una organización es un proceso o subproceso, debe cumplir los siguientes criterios:

- La actividad tiene una misión o propósito claro.
- La actividad contiene entradas y salidas, se pueden identificar los clientes, proveedores y producto final.
- La actividad debe ser susceptible de descomponerse en operaciones o tareas.

- La actividad puede ser estabilizada mediante la aplicación de la metodología de gestión por procesos (tiempo, recursos, costes).
- Se puede asignar la responsabilidad del proceso a una persona.

### **2.5.2. Definición de gestión por procesos**

Un proceso comprende una serie de actividades realizadas por diferentes departamentos o servicios de la Institución , que añaden valor y que ofrecen un servicio a su cliente, Este cliente podrá ser tanto un "cliente interno" (otro servicio) como un "cliente externo" (paciente/acompañante).

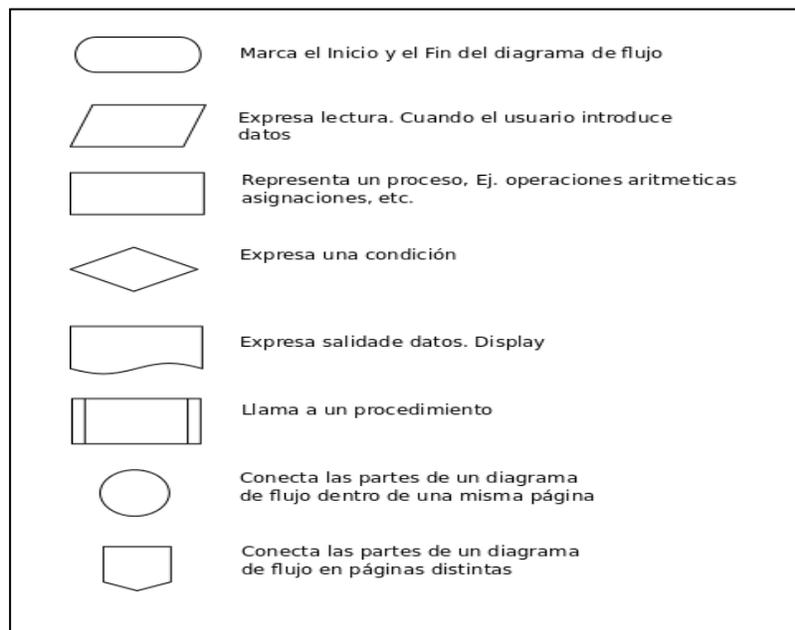
La gestión por procesos (Business Process Management) es una forma de organización diferente de la clásica organización funcional, y en el que prima la visión del cliente sobre las actividades de la organización. Los procesos así definidos son gestionados de modo estructurado y sobre su mejora se basa la de la propia organización.

La gestión de procesos aporta una visión y unas herramientas con las que se puede mejorar y rediseñar el flujo de trabajo para hacerlo más eficiente y adaptado a las necesidades de los clientes. No hay que olvidar que los procesos lo realizan personas y los productos los reciben personas, y por tanto, hay que tener en cuenta en todo momento las relaciones entre proveedores y clientes.

### 2.5.3. Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo constituyen una herramienta de representación del mapa de procesos en una empresa; ya que el nivel de detalle de la representación gráfica es el adecuado para cada objetivo en la organización.

La simbología utilizada en estos diagramas de procesos, según las normas ANSI son los siguientes:



**Figura 2.22 Simbología diagramas de flujo**

**Fuente:** <http://tareastecinfoupiicsairving.blogspot.com/2011/09/blog-post.html>

En un lugar en particular, y en un momento dado, pueden existir simultáneamente varias de estas causas.

## **2.6. INDICADORES DE GESTIÓN**

Según PEREZ José. “Gestión por procesos” “Indicador de gestión, es aquel dato que ayuda a medir objetivamente la evolución de un proceso”. ESIC Editorial. España, pág 49. El indicador de gestión mide los inductores de resultados, para la cumplir metas u objetivos en la empresa.

Todo indicador se evalúa por percepciones y estableciendo correlaciones.

Las características principales de estos indicadores de gestión son las siguientes:

- Son medibles
- Son interpretables
- Son identificables
- Se pueden convertir en ratios de medición.
- Se los puede comparar con datos históricos, objetivos, competidores, etc.
- Deberá estar vinculado a la estrategia de la empresa.

### **2.6.1. Tipos de indicadores de gestión**

Los tipos de indicadores de gestión más utilizados para medir la gestión administrativa de una empresa son:

- Indicadores de eficacia
- Indicadores de eficiencia
- Indicadores de calidad
- Indicadores comerciales
- Indicadores de compras

## **2.7. MANUAL DE PROCESOS**

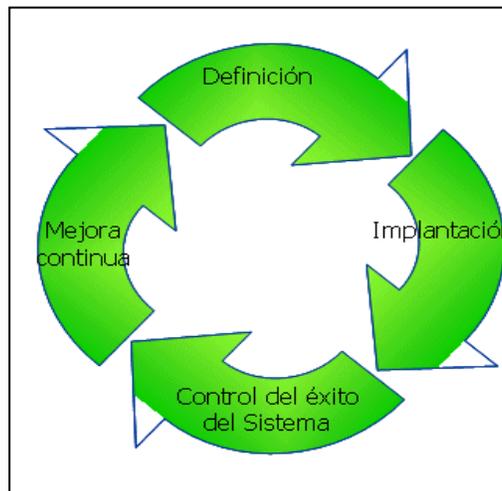
La base de un Sistema de Calidad se compone de dos documentos, denominados Manuales de Aseguramiento de la Calidad, que definen por un lado el conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos genéricos que una organización establece para llevar a cabo la gestión de la calidad (Manual de Calidad), y por otro lado, la definición específica de todos los procedimientos que aseguren la calidad del producto final (Manual de Procedimientos).

El Manual de Calidad nos dice ¿Qué? y ¿Quién?, y el Manual de Procedimientos, ¿Cómo? y ¿Cuándo? Dentro de la infraestructura del Sistema existe un tercer pilar que es el de los Documentos Operativos, conjunto de documentos que reflejan la actuación diaria de la empresa.

El manual de procesos sintetiza de forma clara, precisa y sin ambigüedades los procedimientos Operativos, donde se refleja de modo detallado la forma de actuación y de responsabilidad de todo miembro de la organización dentro del marco del Sistema de Calidad de la empresa y dependiendo del grado de involucración en la consecución de la Calidad del producto final.

## 2.8. CALIDAD

Según los autores “muchos tienen su propia definición de calidad, algunos se refieren al área de trabajo, otros al entorno de trabajo, y otros más nos referimos a calidad como parte de un todo, ya que la calidad no se da por partes, o por secciones, o hay mala calidad y buena calidad”,



**Figura 2.23 Calidad**

Fuente: <http://empresamundogloballyadaptacionalcambio.blogspot.com/2011/06/entornos-internacionales-conciencia-y.html>

Es un concepto generalizado en cual nos dice el hacer bien las cosas a la primera vez, y que es aplicable en todos los ámbitos (personal, laboral, organizacional, y en la vida diaria) cuando hablamos de CALIDAD nos referimos a que se debe dar este tipo de aspectos funcionales en toda la organización, así mismo en la vida cotidiana del involucrado, (personal, familiar)

La productividad se mide como la capacidad de las máquinas, las áreas de trabajo o las personas mismas, especialmente estas últimas de hacer algo, de generar algo. Una persona es productiva cuando cumple con los estándares o está por encima de ellos; no es productiva, por tanto, si está por abajo de ellos. Esta es la forma de ver las cosas; si se cumple con los estándares - entre los que se incluye el desperdicio, como medida logística -, entonces se es productivo, independientemente de la calidad con que se cumplan.

La calidad es una filosofía y forma de vida que son integrales, incluyen diferentes aspectos que hacen que productividad y calidad se encuentran relacionadas entre sí. Si se tiene "calidad de vida", si se hacen las cosas con calidad en el sentido real a la vida, la calidad es reflejada directamente en la productividad en todo los aspectos antes mencionados, por mucho que ambas se tengan que definir a veces por separado por razones prácticas. En torno a los conceptos e ideas actuales de lo que es o se entiende por calidad.

## 2.9. GESTIÓN POR CALIDAD TOTAL

Según la ADMINISTRACIÓN, MERCADEO Y FINANZAS “Un atributo esencial de la Administración por Calidad Total es el entendimiento general de que el cliente es el árbitro final de la calidad. La Administración por Calidad Total se basa en la premisa de que el cliente es quien impone y define la calidad.”Administración de la Calidad Total”. Blog de WordPress.com.



**Figura 2.24 Gestión de la Calidad**

**Fuente:** <http://www.acatlan.unam.mx/campus/270/>

La dedicación de la alta dirección, es un atributo clave de la Administración por Calidad Total. Muchos de los principios y prácticas requeridos en un ambiente de Administración por Calidad Total pueden ser contrarios a prácticas arraigadas.

Solo una dirección vigorosa que vele por mejorar la calidad, puede vencer la resistencia y la inercia inevitables mediante el establecimiento de objetivos bien definidos y de sistemas y métodos para lograr dichos objetivos.

Es necesario que la empresa planifique o programe un curso adecuado de acciones tanto para el personal que trabaja, como para los directivos de la organización, con el fin de que se asimile en toda la empresa el concepto de la calidad.

Este programa integral de mejora de la calidad consta de los siguientes puntos:

1. La dirección se compromete en aplicar a todos su procedimientos las normas de calidad total
2. Aplicar la planificación estratégica de la calidad
3. Auditar la empresa
4. Informar de las ventajas de practicar la calidad total en los procesos.
5. Expandir la práctica de la calidad a otras áreas de la empresa.
6. Capacitarse continuamente en técnicas de calidad total.

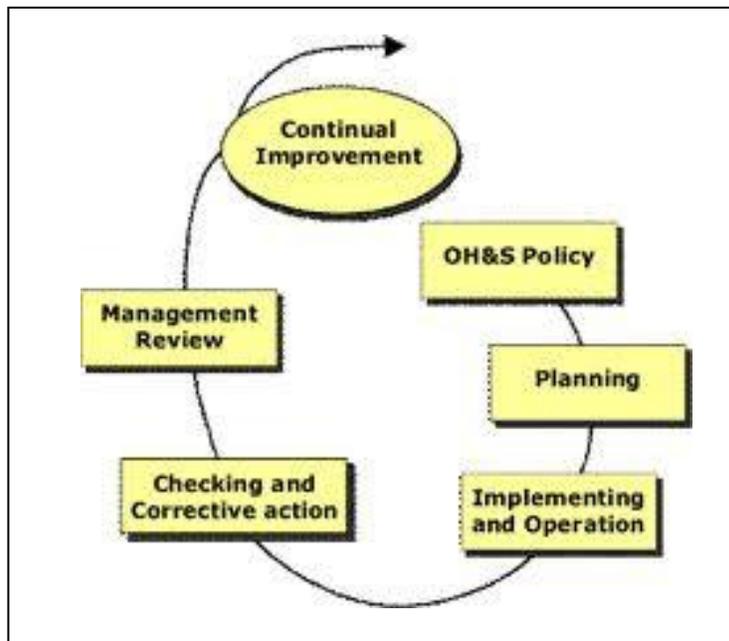
## **2.10. SEGURIDAD INDUSTRIAL**

La seguridad industrial se define como un conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar pérdidas personales y/o materiales.

Según los autores lo definen como “El proceso mediante el cual el hombre, tiene como fundamento su conciencia de seguridad, minimiza las posibilidades de daño de sí mismo, de los demás y de los bienes de la empresa”.

Otros consideran que la seguridad es la confianza de realizar un trabajo determinado sin llegar al descuido. Por tanto, la empresa debe brindar un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos los trabajadores y al mismo tiempo estimular la prevención de accidentes fuera del área de trabajo. Si las causas de los accidentes industriales pueden ser controladas, la repetición de éstos será reducida.

También, la seguridad industrial, se ha definido como el conjunto de normas y principios encaminados a prevenir la integridad física del trabajo, así como el buen uso y cuidado de las maquinarias, equipos y herramientas de la empresa.



**Figura 2.25 Normativa se seguridad industrial**

**Fuente:** <http://dc128.4shared.com/doc/45EbcGS6/preview.html>

La seguridad industrial se puede traducir en una obligación que la ley impone a patrones y a trabajadores y que también se debe organizar dentro de determinados cánones (Reglas) y hacer funcionar dentro de determinados procedimientos. El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales (cada una de las instrucciones o reglas que se dan o establecer para el manejo o conocimiento de un arte o facultad) sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuada para prevenir accidente en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción.

## **CAPITULO III**

### **Selección de la propuesta**

#### **3.1. SOLDADURA TIG**

En la actualidad las exigencias tecnológicas en cuanto a calidad y confiabilidad de las uniones soldadas, exigen a adoptar nuevos sistemas, destacando entre ellos la soldadura al arco por electrodos de tungsteno y protección gaseosa (TIG). El sistema TIG es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa que utiliza el intenso calor del arco eléctrico, generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede utilizarse o no metal de aporte. Se utiliza un gas de protección cuyo objetivo es desplazar el aire, para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura por el oxígeno y nitrógeno presente en la atmósfera. Como gas protector se puede emplear argón o helio o una mezcla de ambos. La característica más importante que ofrece este sistema es entregar alta calidad de soldadura en todos los metales, incluyendo aquellos difíciles de soldar, como también para soldar metales de espesores delgados y para depositar cordones de raíz en unión de cañerías.

Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales. Cuando se necesita alta calidad y mayores requerimientos de terminación, se hace necesario

utilizar el sistema TIG para lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso.

### **3.1.1. Aplicaciones del sistema TIG**

La soldadura TIG es casi aplicado a cualquier tipo de metal, como: aluminio, acero dulce, inoxidable, fierro, fundiciones, cobre, níquel, manganeso, etc.

Se utiliza para unión de metales de espesores delgados desde de 0.5 mm, debido al control preciso del calor del arco y la facilidad de aplicación con o sin metal de aporte. Ej. Tuberías, estanques, etc. Se utiliza en 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.

### **3.1.2. Características y ventajas del sistema TIG**

- No se requiere de fundente, y no será necesaria la limpieza posterior en la soldadura.
- No se producen salpicadura, chispas ni emanaciones, al circular metal de aporte a través del arco
- Brinda una soldadura de alta calidad en todas las posiciones, sin distorsión.
- Al igual que todos los sistemas de soldadura con protección gaseosa, el área de soldadura es visibles claramente.

- El sistema puede ser automatizado, controlado mecánicamente la pistola y/o el metal de aporte.

### **3.1.3. Generadores de Soldadura**

Para soldar con TIG se puede utilizarse cualquier grupo convencional, de corriente continua o de corriente alterna, de los que se emplean en la soldadura por arco, con electrodos revestidos. Sin embargo, es importante que permita un buen control de la corriente en el campo de las pequeñas intensidades. Esto es necesario con vistas a conseguir una buena estabilidad del arco incluso a bajas intensidades. Esto es necesario con vistas a conseguir una buena estabilidad del arco, incluso a bajas intensidades, lo que resulta especialmente interesante en la soldadura de espesores finos.

Cuando se utilice corriente continua que no cumpla esta condición, es recomendable conectar una resistencia en el cable de masa, entre el generador y la pieza. Esta solución permite conseguir arco estable, incluso a muy bajas intensidades.

En cuanto a las máquinas de corriente alterna (transformadores), deben equiparse con un generador de alta frecuencia. A este respecto, hay que recordar que en la soldadura de corriente alterna el sentido de circulación de la corriente está cambiando continuamente.

En cada inversión nos encontraremos con un pequeño período de tiempo en el que no circula corriente. Esto produce inestabilidades en el arco, e incluso puede provocar una extinción. Cuando se acopla un generador de alta frecuencia, circula una corriente más uniforme y se estabiliza el arco.

Tanto la resistencia, para los generadores de corriente continua, como el generador de alta frecuencia, para los transformadores pueden obtenerse fácilmente, en la mayoría de las casas suministradoras de material de soldadura. Válvulas y otros instrumentos de control para soldadura semiautomática o automática, también se suministran por separado. Estos dispositivos pueden acoplarse a los grupos para controlar la circulación del gas de protección y del agua de refrigeración.

También se encuentran generadores especialmente diseñados para soldadura TIG, equipados con todos estos accesorios. La mayor parte de estas máquinas pueden suministrar tanto corriente continua, como alterna. La elección del tipo de generador más adecuado depende de las características del metal a soldar. Algunos metales se sueldan más fácilmente, con corriente alterna, mientras que otros, para conseguir buenos resultados, exigen el soldeo con corriente continua.

Con vistas a entender los efectos de ambos tipos de corriente, en el apartado siguiente se estudia su comportamiento, así como su influencia en el proceso de soldeo.

#### **3.1.4. Corriente continua y polaridad inversa**

Cuando se trabaja con corriente continua, el circuito de soldadura puede alimentarse, con polaridad directa, o con polaridad inversa, la circulación de electrones se produce desde la pieza hacia el electrodo, originando un fuerte calentamiento de este último. El intenso calor generado en el electrodo tiende a fundir el extremo del mismo y puede producir la contaminación del cordón de soldadura, con polaridad inversa, requiere el empleo de electrodos de mayor diámetro que lo utilizados con polaridad directa a la misma intensidad. Por ejemplo, un electrodo de tungsteno de 1.5 mm de diámetro, puede soportar una corriente de unos 125 A, cuando se trabaja con polaridad directa. Con el mismo electrodo y la misma intensidad de corriente, pero con polaridad inversa, el extremo del electrodo entraría rápidamente en fusión del electrodo, sería necesario recurrir a un diámetro de unos 6 mm, por lo menos.

La polaridad también afecta a la forma del cordón. Concretamente, la polaridad directa da lugar a cordones estrechos y de buena penetración. Por el contrario, la polaridad inversa produce cordones anchos y pocos penetrados.

Por estas razones, la corriente continua con polaridad inversa no se utiliza nunca en el procedimiento TIG. Como excepción, se utiliza ocasionalmente en el soldeo de aluminio o magnesio. En estos metales se forma una pesada película de óxido, que se elimina fácilmente cuando los electrones fluyen desde la pieza hacia el electrodo (polaridad inversa). Esta acción de limpieza del óxido no se verifica cuando

se trabaja e polaridad inversa. Este tipo de acción limpiadora, necesaria en el soldeo del aluminio y del magnesio, no se precisa en otros tipos de metales y aleaciones. La limpieza del óxido se atribuye a los iones de gas, cargados positivamente, que son atraídos con fuerza hacia la pieza, tienen suficiente energía para romper la película de óxido y limpiar el baño de fusión.

En general, la corriente alterna es la que permite obtener mejores resultados en la soldadura del aluminio y del magnesio.

#### **3.1.5. Corriente continua y polaridad directa**

En general, es la que permite obtener mejores resultados, por lo tanto se emplea en la soldadura TIG de la mayoría de metales y aleaciones.

Puesto que la mayor concentración de calor se consigue en la pieza, el proceso de soldeo es más rápido, hay menos deformación del metal base y el baño de fusión es más estrecho y profundo que cuando se suelda con polaridad inversa. Además, como la mayor parte del calor se genera en el baño de fusión, puede utilizarse electrodos de menor diámetro.

#### **3.1.6. Corriente Alterna**

La corriente alterna viene a ser una combinación de corriente continua, con polaridad directa y corriente continua con polaridad inversa. Durante medio ciclo se comporta como una corriente continua de una determinada polaridad, y el semi-ciclo restante está polaridad se invierte.

En la práctica, la suciedad y los óxidos que se puedan acumular sobre la pieza, junto con el bajo poder de la misma (está relativamente fría), dificultan la circulación de la corriente durante el semiciclo de polaridad inversa (fenómeno de rectificación). Cuando la rectificación es total, la onda de la corriente alterna toma la forma de una línea que va de polo negativo a positivo.

Este fenómeno de rectificación, que va a ser parcial o total, provoca la inestabilidad del arco, e incluso puede llegar a extinguirlo. Para evitar los inconvenientes de la rectificación y estabilizar el arco, los grupos de corriente alterna para soldadura TIG están dotados de un generador de alta frecuencia. La corriente de elevada frecuencia. La corriente de elevada frecuencia, suministrada por este generador, salta fácilmente entre el electrodo y la pieza, rompiendo la película de óxido y abriendo paso para la corriente principal.

### **3.2. EL PROCESO GTAW, TIG Ó HELIARCO**

El proceso GTAW, TIG o Heliarco es por fusión, en el cual se genera calor al establecerse un arco eléctrico entre un electrodo de tungsteno no consumible y el metal de base o pieza a soldar. Como en este proceso el electrodo no aporta metal ni se consume, de ser necesario realizar aportes metálicos se harán desde una varilla o alambre a la zona de soldadura utilizando la misma técnica que en la soldadura oxiacetilénica. La zona de soldadura estará protegida por un gas inerte, evitando la formación de escoria o el uso de fundentes o "flux" protectores.

El Helio fue el primer gas inerte utilizado en estos procesos. Su función era crear una protección sobre el metal fundido y así evitar el efecto contaminante de la atmósfera (Oxígeno y Nitrógeno). La característica de un gas inerte desde el punto de vista químico es que no reacciona en el proceso de soldadura. De los cinco gases inertes existentes (Helio, Argón, Neón, Kriptón y Xenón), solo resultan aptos para ser utilizados en esta aplicación el Argón y el Helio. Para una misma longitud de arco y corriente, el Helio necesita un voltaje superior que el Argón para producir el arco.

El Helio produce mayor temperatura que el Argón, por lo que resulta más efectivo en la soldadura de materiales de gran espesor, en particular metales como el cobre, el aluminio y sus aleaciones. El Argón se adapta mejor a la soldadura de metales de menor conductividad térmica y de poco espesor, en particular para posiciones de soldadura distintas a la plana. En la Tabla 3.1 se describen los gases apropiados para cada tipo de material a soldar.

**Tabla 3.1 Gases inertes para GWAT**

<b>METAL A SOLDAR</b>	<b>GAS</b>
Aluminio y sus aleaciones	Argón
Latón y sus aleaciones	Helio o Argón
Cobre y sus aleaciones (menor de 3 mm)	Argón
Cobre y sus aleaciones (mayor de 3 mm)	Helio
Acero al carbono	Argón
Acero Inoxidable	Argón

**Fuente: Jorge Nolivos & Juan Carlos Cadena**

Cuanto más denso sea el gas, mejor será su resultado en las aplicaciones de soldadura con arco protegido por gas. El Argón es aproximadamente 10 veces más denso que el Helio, y un 30% más denso que el aire. Cuando el Argón se descarga sobre la soldadura, este forma una densa nube protectora, mientras que la acción del Helio es mucho más liviana y vaporosa, dispersándose rápidamente. Por este motivo, en caso de usar Helio, serán necesarias mayores cantidades de gas (puro o mezclas que contengan mayoritariamente Helio) que si se utilizara Argón.

En la actualidad y desde hace bastante tiempo, el Helio ha sido reemplazado por el Argón, o por mezclas de Argón-Hidrógeno o Argón-Helio. Ellos ayudan a mejorar la generación del arco eléctrico y las características de transferencia de metal durante la soldadura; favorecen la penetración, incrementan la temperatura producida, el ancho de la fusión, la velocidad de formación de soldadura reduciendo la tendencia al socavado. Además, estos gases proveen condiciones satisfactorias para la soldadura de la gran mayoría de los metales reactivos tales como aluminio, magnesio, berilio, columbio, tantalio, titanio y zirconio. Las mezclas de Argón-Hidrógeno o Helio-Hidrógeno sólo pueden ser usadas para la soldadura de unos pocos metales como por ejemplo algunos aceros inoxidable y aleaciones de níquel.

En las uniones realizadas aplicando el sistema TIG, el metal se puede depositar de dos formas:

- Por transferencia en forma de "spray"
- Por transferencia globular.

La transferencia de metal en forma de spray es la más indicada y deseada. Esta produce una deposición con gran penetración en el centro de la unión y decreciendo hacia los bordes. La transferencia globular produce una deposición más ancha y de menor penetración a lo largo de toda la soldadura.

Por lo general, el Argón promueve a una mayor transferencia en spray que el Helio con valores de corriente menores. A su vez, posee la ventaja de generar fácilmente el arco, una mejor acción de limpieza en la soldadura sobre aluminio y magnesio (trabajando con CA) con una resistencia mayor a la tracción.

### **3.2.1. Equipo básico para TIG o GTAW**

El equipamiento básico necesario para ejecutar este tipo de soldadura está conformado por:

- Un equipo para soldadura por arco con sus cables respectivos.
- Provisión de un gas inerte, mediante un sistema de mangueras y reguladores de presión.
- Provisión de agua (solo para algunos tipos de sopletes).
- Soplete para soldadura TIG. Puede poseer un interruptor de control desde el cual se comanda el suministro de gas inerte, el de agua y el de energía eléctrica.

### **3.3. EL PORTAELECTRODOS**

Tienen la misión de conducir la corriente y el gas de protección hasta la zona de soldeo. Puede ser de refrigeración natural (por aire) o de refrigeración forzada (mediante circulación de agua). Los primeros se emplean en la soldadura de espesores finos, que no requieren grandes intensidades, y los de refrigeración forzada se recomiendan para trabajos que exijan intensidades superiores a los 200 amperios. En estos casos, la circulación del agua por el interior del porta-electrodos evita el sobrecalentamiento del mismo.

El electrodo de tungsteno, que transporta la corriente hasta la zona de soldeo, se sujeta rígidamente mediante una pinza alojada en el cuerpo del porta-electrodos. Cada porta-electrodos dispone de un juego de pinzas, de distintos tamaños, que permiten la sujeción de electrodos de diferentes diámetros. El gas de protección llega hasta la zona de soldadura a través de la boquilla de material cerámico, sujeta en la cabeza del porta-electrodos. La boquilla tiene la misión de dirigir y distribuir el gas protector sobre la zona de soldadura. A fin de acomodarse a distintas exigencias de consumo cada porta-electrodos va equipado con un juego de boquillas de diferentes diámetros. Con vistas a eliminar turbulencias en el chorro de gas, que podrían absorber aire y contaminar la soldadura, algunos porta-electrodos van provistos de un dispositivo consistente en una serie de mallas de acero inoxidable, que se introduce en la boquilla, rodeando al electrodo.

Actuando sobre el interruptor de control situado en el porta-electrodos, se inicia la circulación de gas y de corriente. En algunos equipos la activación de los circuitos de gas y de corriente se realiza mediante un pedal. Este segundo sistema presenta la ventaja de que permite un control más riguroso de la corriente de soldeo cuando nos aproximamos al final del cordón. Decreciendo gradualmente la intensidad de la corriente, disminuye el cráter que se forma al solidificar el baño y hay menos peligro de que la parte final de la soldadura quede sin la protección gaseosa adecuada.

Las boquillas para gas se eligen de acuerdo con el tipo y tamaño de la porta-electrodo, y en función del diámetro del electrodo. La siguiente tabla puede servir de orientación, aunque, en general, es conveniente seguir las recomendaciones de los fabricantes.

**Tabla 3.2 Electrodo de Tungsteno y boquillas**

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Boquilla</b>
1.5	6 – 10
2.5	10 – 12
3	12 – 14
5	14 – 20

**Fuente: Jorge Israel Nolivos Cárdenas / Juan Carlos Cadena Zambrano**

### 3.4. ELECTRODOS

Los diámetros más utilizados son los de 1.5 - 2.5 y 3 mm. Pueden ser de tungsteno puro, o de tungsteno aleado. Estos últimos suelen tener un uno o un dos por ciento de torio, o de circonio. La adición de torio aumenta la capacidad de corriente del electrodo, así como su poder de emisión electrónica. Además, para una intensidad dada, mantiene más frío el extremo del electrodo; facilita el cebado del arco; permite mantener un arco más estable y disminuye el riesgo de contaminación del electrodo ante un eventual contacto con la pieza.

Trabajando a la misma intensidad, los electrodos con el 2% de torio conservan la forma puntiaguda del extremo durante más tiempo que los de 1% de torio. Los electrodos más ricos en torio se utilizan con mucha frecuencia en la soldadura de uniones críticas, en las industrias aeronáuticas y espaciales. Sin embargo, apenas presentan ventajas sobre los menos toriados, en la soldadura de la mayoría de los aceros.

Además de los mencionados, existen los electrodos con sector de torio, los cuales combinan las ventajas de los de tungsteno puro y llevan, en toda su longitud, un sector altamente aleado en torio.

La selección del diámetro del electrodo se realiza en la función de la intensidad necesaria y del tipo de corriente a utilizar. Cuando se trabaja en polaridad inversa, se necesitan diámetros mayores en la polaridad directa.

Afilado del electrodo. Para obtener buenos resultados en la soldadura deben utilizarse un electrodo afilado correctamente. En general, suelen afilarse en punta, para el soldeo de la corriente continua; y en forma semiesférica, para soldar con corriente alterna.

También es importante que el electrodo esté bien recto, pues en caso contrario, el chorro de gas protector y el arco no serían concéntricos.

### **3.4.1. Electrodo para sistema TIG**

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

Su identificación se realiza por el color de su extremo

**Tabla 3.2 Identificación de electrodos**

<b>Tipos de electrodo</b>	<b>Identificación</b>	<b>AWS</b>
Electrodo de tungsteno puro	Punto verde	EWP
Electrodo de tungsteno - torio (1% Th)	Punto amarillo	EWTh – 1
Electrodo de tungsteno - torio (2% Th)	Punto rojo	EWTh – 2
Electrodo de tungsteno – circonio	Punto café	EWZr

**Fuente: Jorge Israel Nolivos Cárdenas / Juan Carlos Cadena Zambrano**

Diámetros más utilizados : 1.6 mm (1/16"), 2.4mm (3/32"). 3.2 mm (1/8"): largo estándar: 3"y7".

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

## **CAPÍTULO IV**

### **Manual Proceso Soldadura TIG**

Los manuales de procesos son un compendio de acciones documentadas que contienen en esencia, la descripción de las actividades que se realizan producto de las funciones de una o varias personas, dichas funciones se traducen en lo que denominamos procesos y que entregan como resultado un producto o servicio específico.

#### **4.1. OBJETIVOS DEL MANUAL DE PROCESOS**

- Proporcionar información que sirva de base para evaluar la eficiencia del sistema en el cumplimiento de sus funciones específicas..
- Utilizar herramientas que ayuden a agilizar el flujo de información y de esta manera facilitar el entendimiento, para ayudar en la formación.

#### **4.2. UTILIDAD DEL MANUAL DE PROCESOS**

- Permite conocer el funcionamiento interno con lo que respecta a descripción de tareas, ubicación, requerimientos y a los puestos responsables de su ejecución.
- Sirve para el análisis o revisión de los procedimientos de un sistema (Auditoria sistémica).

- Proporciona ayudas para el emprendimiento en tareas como; la simplificación de trabajo como; análisis de tiempos, delegación de autoridad, eliminación de pasos, etc.
- Para uniformar y controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajo y evitar su alteración arbitraria
- Facilita las labores de evaluación del control interno y estudio de desempeño.
- Aumenta la eficiencia de los empleados, indicándoles lo que deben hacer y cómo deben hacerlo.
- Ayuda a la coordinación de actividades y evitar duplicidades, regulando a su vez la carga laboral.

#### **4.3. PROCESO SOLDADURA TIG**

El sistema de soldadura TIG (arco de tungsteno protegido por gas) es un proceso de soldadura que se desarrolla de manera similar al proceso de soldadura más común por arco, aunque posee mucho de los sistemas de soldadura por gas. De todas maneras se realizará una breve descripción de los puntos que se deben tener en cuenta al realizar un trabajo:

- Es muy importante que la superficie a ser soldada debe estar perfectamente limpia, cualquier impureza por más pequeña que sea podría

dañar la calidad de la soldadura. De ser necesario se podrían utilizar productos químicos que ayuden con la limpieza de las partes a unir, es muy importante la eliminación de impurezas o escoria con la finalidad de tener un mejor acabado y una soldadura duradera.

- La varilla de aporte debe ser corta de un tamaño que sea de fácil maniobrabilidad para el técnico o persona que se inicia en el procesos de la soldadura TIG, la medida aconsejable que debe tener ésta varilla de aporte está en el rango de los 40 a 45 cm. Es importante tener en cuenta el tamaño principalmente para las personas que comienzan con este tipo de soldadura.
- Es muy importante y recomendable manejar la varilla de aporte con la mano menos diestra para que con la mano que utilizamos comúnmente sostengamos el soplete. Esto nos facilitará realizar un trabajo de mejor calidad.
- La posición con la que vamos a proceder a soldar debe ser la más cómoda posible, el técnico debe adoptar una posición que le permita realizar su trabajo de la mejor manera y siempre cuidando su integridad especialmente cuando se realiza un trabajo rutinario en el cual pueden en un futuro presentarse lesiones laborales. Utilizar los elementos de protección necesarios (casco, lentes, guantes, etc.). A pesar de que la luz producida

por la soldadura TIG no parezca peligrosa, en realidad lo es. Ella posee una gran cantidad de peligrosa radiación ultravioleta.

- Teniendo en cuenta el tipo de metal a soldar y principalmente su espesor debemos seleccionar el diámetro del electrodo de tungsteno a utilizar, se recomienda que el mismo sea aproximadamente la mitad del espesor del metal a soldar.
- El diámetro de la tobera deberá ser lo mayor posible para evitar que restrinja el pasaje de gas inerte a la zona de soldadura.
- Para obtener una soldadura de mayor calidad se debe tratar de aislar mayormente el ambiente en donde se realizará el trabajo.

Aunque parezca exagerado la más mínima brisa hará que las soldadura realizada con TIG se quiebre o fisure.

Además, puede ser que por efecto del viento, se sople o desvanezca el gas inerte de protección.



**Figura 4.1 Comenzar el arco con TIG**

**Fuente: Jorge Israel Nolivos Cárdenas / Juan Carlos Cadena Zambrano**

- Una vez que se tomaron todas las recomendaciones anteriores, para iniciar el proceso de soldadura, es recomendable que el soplete los sostengamos a un ángulo de  $45^\circ$  respecto al plano de soldadura. Con la otra mano acercamos el electrodo de tungsteno a la pieza mediante un giro de muñeca (fig. 4.1). Se deberá mantener una distancia entre el electrodo y la pieza a soldar de más o menos 3 a 6 mm. Es importante que nunca el electrodo de tungsteno toque con la pieza a soldar. El arco se generará sin necesidad de ello.
- Se procede a calentar el soplete con la finalidad de generar un punto incandescente. Es importante mantener alejada la varilla de aporte hasta que no se haya alcanzado la temperatura de trabajo adecuada. Cuando ya

se ha logrado el punto incandescente sobre el material a soldar, se procede acercar la varilla de aporte (fig. 4.1), realizando movimientos hacia adentro y hacia fuera de la zona de. No se debe tratar de fundir el metal de aporte con el arco. Se debe dejar que el metal fundido de la pieza lo absorba.

Al sumergir el metal de aporte en la zona de metal fundido, ésta tenderá a perder temperatura, por lo que se debe mantener una cadencia en la intermitencia empleada en la varilla de aporte.



**Figura 4.2 Ubicación varilla de aporte**

**Fuente:** [http://mecweb.messer-is.com/wCastolin\\_mx/produkte/Varillas\\_TIG.php](http://mecweb.messer-is.com/wCastolin_mx/produkte/Varillas_TIG.php)

- Antes de realizar una soldadura definitiva, es recomendable hacer varios puntos pequeños de soldadura en varios sectores de las piezas a unir. De esta forma se evitarán que las piezas se pudieran mover, dificultando el proceso.

- El material de aporte debe ser alimentado en forma anticipada al arco (fig. 4.3), respetando un ángulo de  $10^\circ$  a  $25^\circ$  respecto al plano de soldadura, mientras el soplete deberá tener un ángulo de  $90^\circ$  respecto al eje perpendicular al sentido de la soldadura y ligeramente caído en el eje vertical (aproximadamente  $10^\circ$ ). Es muy importante que el ángulo de alimentación del aporte sea lo menor posible. Esto asegura una buena protección del gas inerte sobre el metal fundido y reduce el riesgo de tocar la varilla con el electrodo de tungsteno.



**Figura 4.3 Ángulos de la varilla de aporte y soplete**

**Fuente: Jorge Israel Nolivos Cárdenas / Juan Carlos Cadena Zambrano**

- En la figura 4.4 se pueden observar las dos polaridades posibles en corriente continua: la directa y la inversa. En la misma se distinguen la dirección de los iones desde y hacia la pieza.

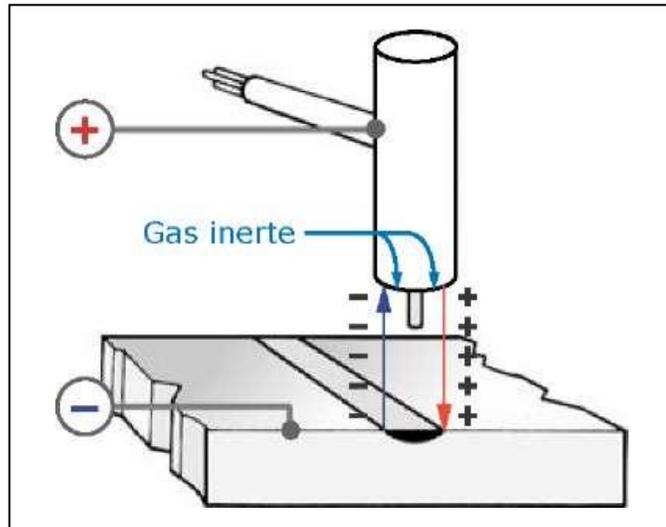
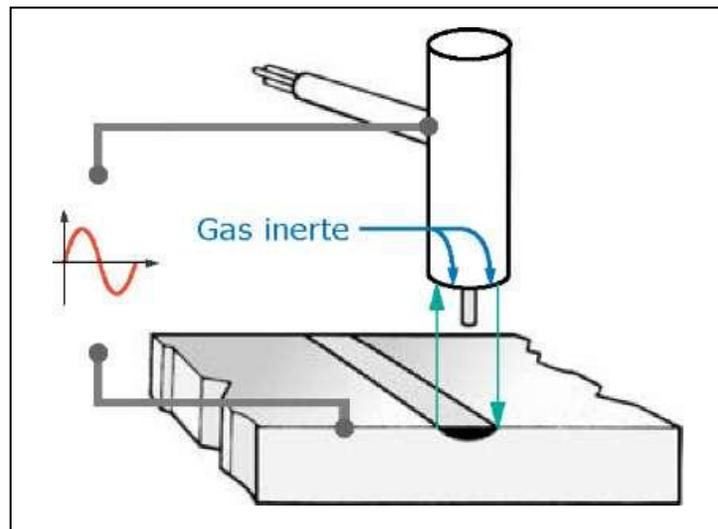


Figura 4.4 Posibles polaridades de corriente continua

Fuente: <http://soldadura.org/soldadura-2/soldadura-basica/corriente-alterna-tig/>

En la figura 4.5 se puede observar la misma circunstancia ilustrada en el esquema anterior, pero con una tensión alterna aplicada..



Figuras 4.5 Sistema TIG corriente alterna

Fuente: <http://soldadura.org/soldadura-2/soldadura-basica/corriente-alterna-tig/>

### **4.3.1. Soldadura TIG con algunos materiales**

#### **4.3.1.1. Hierro y acero al carbono**

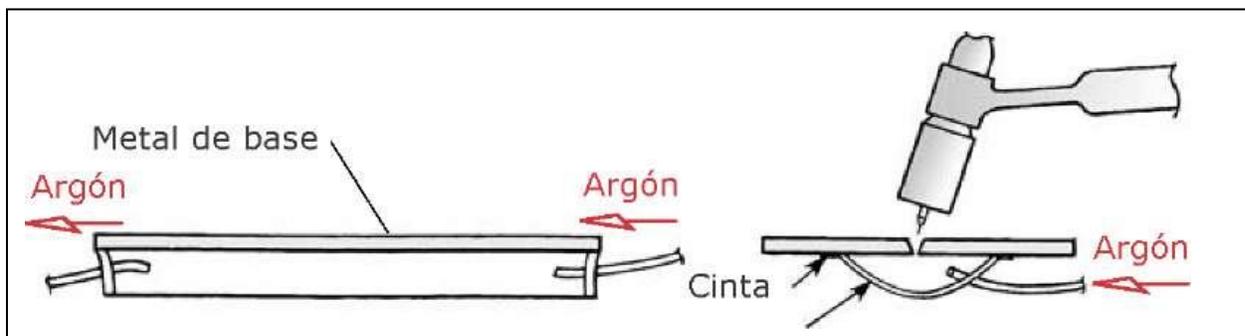
Los dos tipos de materiales pueden ser soldados con TIG utilizando el mismo procedimiento, se detallan en una sola especificación. El procedimiento a seguir deberá ser el detallado:

- 1) Utilizar una varilla de aporte apropiada.
- 2) Utilizar CC directa.
- 3) Utilizar, si se dispone, el equipo de alta frecuencia.
- 4) Utilizar, si se dispone, el sistema de refrigeración por agua.
- 5) Ajustar el control de corriente a 75 Ampere para espesores de acero de 1,6 mm.

#### **4.3.1.2. Aceros Inoxidables**

El procedimiento TIG utilizado para la soldadura de aceros inoxidables es similar al detallado para hierro y acero al carbono. La única diferencia radica en la necesidad de realizar una purga de oxígeno del lado trasero del material a soldar. Ello es indispensable para evitar que el metal fundido se cristalice en contacto con la atmósfera. Este efecto debilita considerablemente la soldadura y el metal de base cercano a la unión.

Para lograr desplazar al oxígeno de la parte trasera de la soldadura, se pueden utilizar dos sistemas. Uno consiste en utilizar un flux especial para este tipo de situaciones. El otro sistema consiste en desplazar el oxígeno mediante el uso de gas inerte. Para ello, se deberá acondicionar la pieza a soldar según lo ilustrado en la fig. 4.6. La cámara trasera para purga de oxígeno puede ser realizada con cartón y cinta de enmascarar. Se deberá alejar esta construcción auxiliar de las zonas de alta temperatura.



**Figura 4.6 Purga de gases atmosférico**

**Fuente:** <http://dc128.4shared.com/doc/45EbcGS6/preview.html>

Mismo procedimiento descripto para hierros y aceros. A pesar de ello, no todas las aleaciones conteniendo titanio pueden ser soldadas con este sistema. Ello se debe a la gran susceptibilidad que el titanio posee ante posibles contaminantes. A su vez, el titanio caliente reacciona con la atmósfera causando fragilidad en su estructura cristalina.

Si las cantidades de carbón, oxígeno y nitrógeno presentes en el metal son altas, el grado de contaminación será el causante de que no se pueda realizar la

unión deseada sobre el titanio. El punto fundamental a tener en cuenta es que el titanio desde una temperatura ambiente normal (25 °C) hasta los 650 °C, reacciona absorbiendo nitrógeno y oxígeno del aire. Para lograr fundir el titanio a unir, se deberá alcanzar una temperatura cercana a los 1.800 °C. Con lo explicado, es evidente que el metal adquirirá suficientes agentes contaminantes como para que la soldadura falle sin lugar a dudas. El sistema a aplicar para desplazar los gases de la atmósfera deberá ser similar al del acero inoxidable, pero será importante el ciclo de enfriamiento. Se deberá aguardar, antes de suprimir el flujo de gas inerte, que la temperatura del metal haya descendido naturalmente por debajo de los 400 °C

#### **4.3.1.3. Aluminio**

La metodología para la soldadura con TIG del aluminio resulta ligeramente distinta a la del acero. Los ajustes del equipo son diferentes, y la característica más difícil de controlar es que el aluminio no cambia de coloración cuando llega a su temperatura de fusión. Los pasos a seguir para lograr soldar sobre aluminio son:

1. El área a soldar deberá estar lo más limpia posible, y deberá estar libre de óxido de aluminio. Esta limpieza se deberá efectuar un momento antes de efectuar la soldadura. El óxido de aluminio se forma sobre la superficie del aluminio muy rápidamente, y no se percibe su existencia a simple vista. La limpieza se puede realizar mecánicamente (cepillo de cerdas de acero inoxidable, tela esmeril o fibra abrasiva) o químicamente (inmersión en soda cáustica al 5% durante 5 minutos). Luego lavar con agua jabonosa y enjuagar

con abundante agua. Secar el área a soldar con alcohol, acetona o algún solvente volátil.

2. Para la unión de piezas de aluminio forjado o fundido, realizar una unión con borde achaflanado con forma de V, para lograr una mejor penetración. Si se suelda chapa laminada de más de 1,5 mm, también se recomienda realizar el mismo tipo de unión.
3. Antes de tratar de soldar cualquier tipo de aleación de aluminio, asegurarse que la aleación en cuestión permite dicha operación.
4. Se deberá trabajar con CA, con alta frecuencia.
5. De disponerse, se deberá habilitar la refrigeración por agua.
6. Ajustar la corriente a 60 Ampere.
7. Se deberá utilizar electrodo de Tungsteno Puro, o con un 2% como máximo de Thorio. El Thorio contamina la costura en las soldaduras de aluminio.
8. Se deberá utilizar varilla de aporte 4043 (material de aporte desnudo, sin flux, para soldadura TIG de aluminio).
9. En casos de piezas de gran tamaño, se recomienda el precalentamiento ya que facilita la realización de la soldadura. Esto no resulta indispensable ya que el calor que se produce en la zona de la soldadura es suficiente para mantener la pieza caliente.

#### **4.3.1.4. Magnesio**

El magnesio arde y puede soportar su propia combustión. El agua o los matafuegos de polvo no extinguen el incendio provocado por magnesio. En términos prácticos, la única forma en que se puede extinguir el fuego es dejar que se consuma todo el metal.

Por lo expuesto, cuando se requiera soldar magnesio, realizarlo en un lugar abierto, lejos de todo material inflamable. Si por cualquier circunstancia este se incendia, aléjese y déjelo consumir, ya que es probable que no se pueda suprimir su combustión.

Como con otros metales, el magnesio se deberá limpiar para eliminar todo resto de suciedad y corrosión en la zona a soldar con TIG. Utilizar para remover el óxido blanquecino característico un cepillo de acero inoxidable o bien una viruta de aluminio o de acero. Si esto resultara insuficiente, se usarán productos químicos para su decapado. Habitualmente se utiliza la siguiente proporción (Tabla 4.1)

Productos y Condiciones	Cantidades y Datos
Acido Crómico	200 gramos
Nitrato Férrico	38 gramos
Fluoruro de Potasio	0,45 gramos
Agua	1.000 cm <sup>3</sup>
Temperatura	20 a 30°C
Tiempo	3 minutos

**Tabla 4.1 Proporción de productos**

**Fuente: RODRIGUEZ, Pedro, “Manual de Soldadura “. Librería y Editorial Alsina. Argentina.**

Se deberá sumergir en la solución de decapado y luego lavar por inmersión en agua caliente. Dejar que la pieza se seque al aire previo al trabajo de soldadura. No soplear con aire comprimido, puesto que puede llegar a contaminarse con suciedad, agua o aceite.

En los casos en que el magnesio se encuentre aleado con aluminio, se produce un fenómeno de fisurado y de corrosión en forma espontánea. Para evitar este inconveniente, las aleaciones luego de soldadas deberán ser tratadas térmicamente para eliminar el "stress" generado por efecto de la soldadura.

De no realizar este procedimiento, se sucederán irremediamente los efectos de la corrosión y del fisurado. En la Tabla 4.2 se dan algunas indicaciones sobre los valores óptimos para la soldadura TIG del magnesio

**Tabla 4.2 Valores óptimos soldadura del magnesio**

<b>Espesor mm</b>	<b>Corriente Ampere</b>	<b>Φ Electrodo mm</b>	<b>Φ Aporte mm</b>
1	35	1,6	1,6
1,6	50	1,6	1,6
2	75	2,4	2,4
2,5	100	2,4	2,4
3,2	125	3,2	2,4
6,35	175	3,2	3,2
(Los valores detallados son aproximados)			

**Fuente: RODRIGUEZ, Pedro “Manual de Soldadura “, Editorial Alsina. Argentina**

En la Tabla 4.3 se dan indicaciones sobre los tratamientos térmicos a realizar sobre piezas de laminación y fundidas confeccionadas con magnesio aleado.

**Tabla 4.3 Tratamientos térmicos**

<b>Magnesio laminado</b>		
Aleación	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
AZ31B-0	130	15
AZ31B-H24	65	60
HK31A-H24	160	30
HM21A-T8	190	30
HM21A-T81	205	30
ZE10A	110	30
ZE10A-H24	40	60
(Los valores detallados son aproximados)		
<b>Magnesio fundido</b>		
Aleación	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
AM100A	130	60
AZ63A	130	60
AZ81C	130	60
AZ91C	130	60
AZ92A	130	60
(Los valores detallados son aproximados)		

**Fuente: RODRIGUEZ, Pedro “Manual de Soldadura “ Editorial Alsina. Argentina.**

Las condiciones de tratamiento especificadas en la Tabla 4.3 se pueden realizar mediante cualquier sistema de calentamiento, preferentemente en un horno o mufla.

#### **4.4. DIAGRAMA DE FLUJO SOLDADURA TIG**

#### 4.4.1. Subproceso preparación

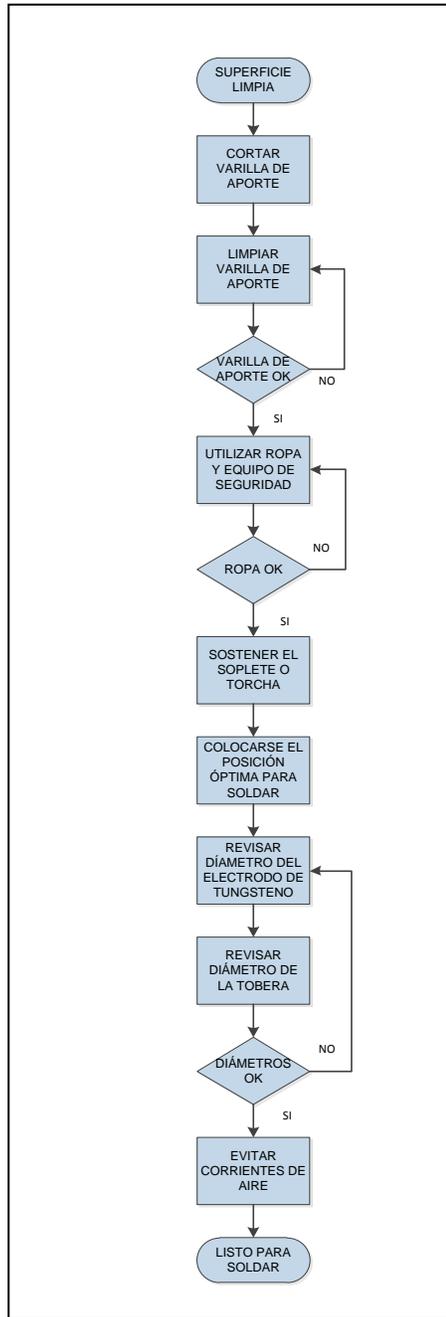
##### 4.4.1.1. Descripción de actividades y responsable subproceso preparación

**Tabla 4.4 Descripción de actividades**

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Superficie limpia	Técnico	La superficie deberá estar perfectamente limpia.
2	Cortar varilla de aporte	Técnico	Para una mejor manejo cortar la varilla de aporte en tramos de no más de 450 mm
3	Limpia varilla de aporte	Técnico	Se deberán limpiar la varilla de aporte, el polvillo contamina la soldadura
4	Varilla de aporte OK	Técnico	Revisar que la varilla de aporte esta en condiciones adecuadas para soldar
5	Utilizar ropa y equipo de trabajo	Técnico	Utilizar ropa y elementos de protección necesarios (casco, lentes, guantes, etc.). Tener a la mano herramientas y accesorios necesarios
6	Ropa y equipo OK	Supervisor área soldadura	Revisar que se utilicen todos los elementos de seguridad industrial, uqe garanticen la protección de la persona que va a soldar
7	Sostener el soplete o torcha y varilla de aporte	Técnico	Si se es diestro, deberá sostener el soplete o torcha con la mano derecha y la varilla de aporte con la mano izquierda. Si es zurdo, se deberán intercambiar los elementos de mano
8	Colocarse en posición óptima para soldar	Técnico	Tratar de adoptar una posición cómoda para soldar, sentado, con los brazos afirmados sobre el banco o mesa de trabajo. Se debe aprovechar que este sistema no produce chispas que vuelen a su alrededor.
9	Revisar diámetro del electrodo de tungsteno	Supervisor área de soldadura y Técnico	Se deberá estimar el diámetro del electrodo de tungsteno a utilizar en aproximadamente la mitad del espesor del metal a soldar
10	Revisar diámetro de la tobera	Supervisor área de soldadura y Técnico	El diámetro de la tobera deberá ser lo mayor posible para evitar que restrinja el pasaje de gas inerte a la zona de soldadura
11	Diámetros OK	Supervisor área de soldadura	Se procede con el desbaste de material de exceso o defectuoso
12	Evitar corrientes de aire	Técnico	Deben evitarse corrientes de aire en el lugar de soldadura. La más mínima brisa hará que las soldadura realizada con TIG se quiebre o fisure. Además, puede ser que por efecto del viento, se sople o desvanezca el gas inerte de protección.
13	Listo para soldar	Técnico	Se han cumplido todas las actividades previas al procesos de soldadura de elementos

Fuente: Jorge Israel Nolivos Cardenas / Juan Carlos Cadena Zambrano

##### 4.4.1.2. Diagrama de flujo subproceso preparación



**Figura 4.7 Diagrama de flujo subproceso preparación**

**Fuente: Jorge Israel Nolivos Cardenas / Juan Carlos Cadena Zambrano**

**4.4.2. Sub proceso soldadura**

#### 4.4.2.1. Descripción de actividades subproceso soldadura

**Tabla 4.5 Descripción de actividades y responsables subproceso soldadura**

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Inicio soldadura	Técnico	Técnico listo para realizar procesos de soldadura
2	Soplete a 45°	Supervisor área soldadura Técnico	Para comenzar la soldadura, el soplete deberá estar a un ángulo de 45° respecto al plano de soldadura
3	Acercar electrodo de tungsteno	Técnico	Se acercará el electrodo de tungsteno a la pieza mediante un giro de muñeca
4	Mantener distancia entre electrodo y pieza	Técnico	Revisar que la varilla de aporte esta en condiciones adecuadas para soldar
5	Se generó arco	Supervisor área soldadura y Técnico	Se debe producir arco de suelda entre el electrodo y pieza
6	Alcanzar punto de incandescencia	Supervisor área soldadura y Técnico	Calentar con el soplete hasta generar un punto incandescente. Mantener alejada la varilla de aporte hasta tanto no se haya alcanzado la temperatura de trabajo correcta
7	Sostener el soplete o torcha y varilla de aporte	Técnico	Si se es diestro, deberá sostener el soplete o torcha con la mano derecha y la varilla de aporte con la mano izquierda. Si es zurdo, se deberán intercambiar los elementos de mano
8	Adicionar aporte con varilla metálica	Técnico	Una vez logrado el punto incandescente sobre el material a soldar, adicionar aporte con la varilla metálica
9	Realizar movimientos "PICADO"	Técnico	Se deberá estimar el diámetro del electrodo de tungsteno a utilizar en aproximadamente la mitad del espesor del metal a soldar
10	Sumergir el material de aporte	Técnico	No se debe tratar de fundir el metal de aporte con el arco. Se debe dejar que el metal fundido de la pieza lo absorba
11	Temperatura de fundición OK	Supervisor área de soldadura y Técnico	Temperatura OK pasa act. 13, caso contrario pasa act. 12
12	Incrementar calentamiento	Técnico	Si a pesar de aumentar la frecuencia de "picado" la zona fundida pierde demasiada temperatura, se deberá incrementar el calentamiento
13	Realizar varios puntos de soldadura previa	Supervisor área soldadura y Técnico	Previo a la realización de la costura definitiva, es aconsejable hacer puntos de soldadura en varios sectores de las piezas a soldar. De esta forma se evitarán desplazamientos en la unión por dilatación
14	Costura ó cordón definitivo de soldadura	Técnico	El técnico procede a realizar el cordón definitivo que unirá las piezas o partes seleccionadas
15	Revisión cordón	Supervisor área soldadura	El supervisor procede a revisar el cordón definitivo

**Fuente: Jorge Israel Nolivos / Juan Carlos Cadena Zambrano**

#### 4.4.2.2. Diagrama de flujo subprocesos soldadura

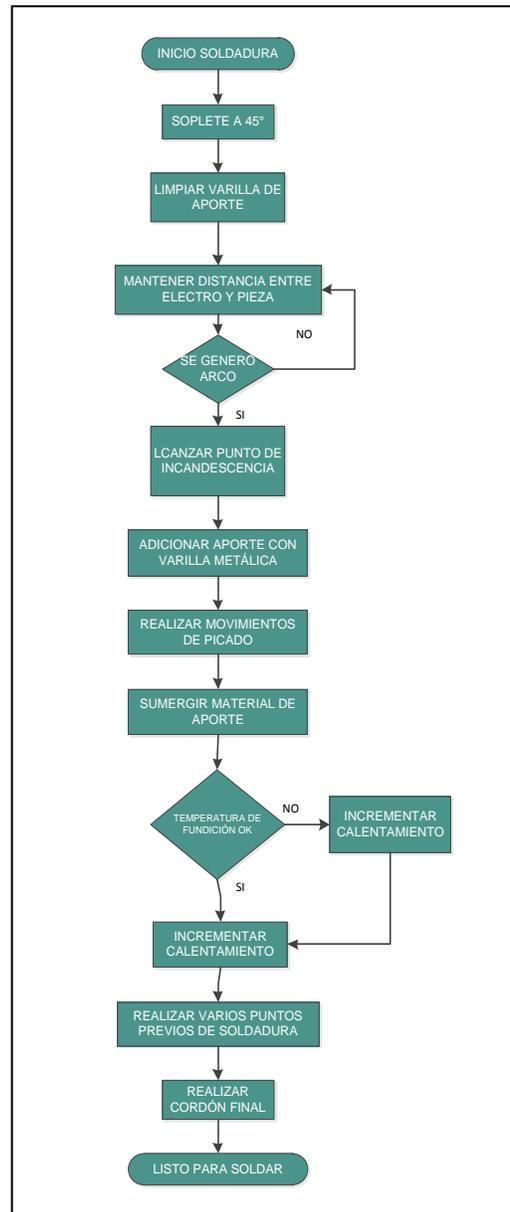


Figura 4.8 Diagrama de flujo subproceso soldadura

Fuente: Jorge Israel Nolivos Cárdenas / Juan Carlos Cadena Zambrano

## 4.5. EQUIPO A UTILIZAR

### 4.5.1. Especificaciones

**Tabla 4.6 Especificaciones técnicas del equipo**

MODO	Parámetro	Tipo		
		WeldAll® 160PI	WeldAll® 200PI	WeldAll® 250PI
Unidades 160/200/250PI	Potencia de Voltaje	AC220-240V		
	Frecuencia de Entrada	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
	Tasa de Corriente de Entrada	15A	20A	16A
	Capacidad de Potencia	4.8KVA	5.0KVA	4.8KVA
	Voltaje de no carga	60 – 80V		
	Voltaje de Trabajo	26.4V	28.1V	29.0V
	Eficiencia %	>80%	>80%	>80%
	Factor de Potencia	0.93	0.93	0.93
	Clase de Aislamiento	F	F	F
	Clase de Protección	IP21S	IP21S	IP21S
	Peso	27kg	27kg	27kg
	Tamaño	18.9 X 9.4 X 13.0 pulgadas.	19.4 X 13.0 X 12.6 pulgadas.	22.0 X 14.4 X 14.0 pulgadas.
	Grosor de Soldadura (Acero)	.31 pulgadas.	.39 pulgadas.	.5 pulgadas.
	Grosor de Corte (Acero)	.63 pulgadas.	.79 pulgadas.	.79 pulgadas.

**Fuente: WELLALL, Manual de operaciones**

#### **4.5.2. Accesorios**

Los accesorios que incluye la soldadura TIG son:

- Antorcha de plasma
- Accesorias y antorcha TIG
- Receptáculo Stick
- Pinza de tierra
- Pedal
- Manguera aire/gas
- Regulador de aire
- Regulador de argón
- Accesorios adicionales



**Figura 4.9 Implementos soldadura TIG**

**Fuente: WELLALL, Manual de operaciones**



#### **4.5.4. Funciones de las perillas**

##### **4.5.4.1. Switch de encendido**

El Interruptor de doble tiro está situado en la parte posterior de la unidad.  
(NOTA: Cuando haya terminado de soldar o cortar, siempre deje que el ventilador de la máquina corra por un minuto o dos para enfriar la máquina antes de apagar la alimentación de la máquina.)

##### **4.5.4.2. Lámpara de encendido**

Esta luz se ilumina mientras la unidad está encendida.

##### **4.5.4.3. Sobre corriente/luz de aviso de sobrecalentamiento**

Se ilumina cuando el ciclo de trabajo se ha excedido o la máquina se ha recalentado debido a la ventilación inadecuada. Suspenda su uso hasta que la lámpara se apague. Permita que el ventilador siga funcionando. Una vez que la lámpara se apague, puede volver a utilizar la unidad.

##### **4.5.4.4. Display digital**

La pantalla muestra los ampers de soldadura aproximados controlados por la corriente de base.

#### **4.5.4.5. Switch de función de posición**

Seleccione soldadura Stick, Corte de Plasma, o Soldadura TIG. SWITCH CA/CD: Use CA para Aluminio y Magnesio, CD para todos los otros metales. El corte de Plasma debe realizarse en modo CD. CORRIENTE BASE: (Corriente de base 5 - ampers de soldadura, 20 -ampers de corte de plasma) Este es el control de amperaje primario para todas las funciones. En el modo de pulso TIG, este mando ajusta la corriente base (bajo) de amperaje. Para el ajuste de pulso TIG, ajuste la perilla de corriente de pulso toda hacia la izquierda, a continuación, establezca la corriente base de deseada (bajo amperaje) usando la perilla de corriente base. La pantalla digital mostrará la configuración de amps. A continuación, utilice el control de corriente de pulso para establecer la intensidad de corriente alta de ciclo de pulso. A medida que gira el control de corriente de pulso hacia la derecha la pantalla digital mostrará el incremento, mostrando sus ampers de pico del pulso.

#### **4.5.4.6. Control de pedal**

El control de pie anula la perilla de corriente base. La perilla de corriente base no funciona cuando el pedal de control esté conectado a la máquina. Cuando el pedal es presionado, la corriente de soldadura comienza. La Corriente Base aumentará presionando el pedal. En el modo de pulso, los cambios de control de pedal de amps base (bajo) de amps de impulsos (alto), al igual como si se girara la perilla de la corriente base. La perilla de control en el pedal se puede utilizar para reducir la corriente máxima permitida por el control de pedal. Ejemplo para 200PI: Ajustando la

perilla en la posición 5 limitará el amperaje máximo a aproximadamente 20 amperios, la posición 6 en aproximadamente 50 amps, 7 alrededor de 90 amps , 8 por ahí de 150, y la posición 9 a 200 amps. Esto permite que el control de pie sea menos sensible.

#### **4.5.4.7. Switch de pulso ON/OFF**

Permite la Soldadura TIG pulsada CA y CD. La soldadura de pulso es una técnica de soldadura avanzada que permite un control preciso en el proceso de soldadura. El modo de pulso da el mismo efecto que mover rápidamente la perilla de corriente base hacia delante y atrás entre un ajuste de amps bajo y alto, a un ritmo que sería imposible hacerlo a mano. Para establecer la corriente de impulsos de alta y baja, primero establece la perilla completamente hacia la izquierda, a continuación, establecer la corriente base deseada (bajo amperaje) usando la perilla de corriente base. La pantalla digital mostrará la configuración de amps. A continuación, utilice el control de corriente de pulso para establecer la intensidad de amps de alta de los ciclo de pulsos altos. A medida que gire el control de corriente de pulso a la derecha, el amperaje de corriente en la pantalla digital se incrementará, mostrando los ampers pico de pulso.

#### **4.5.4.8. Corriente de pulso. (Corriente de Pulso 5-### amps)**

Únicamente active en el modo de pulso. Esto configure el amperaje de pico de pulso (alto) de los ciclos de pulso. Seleccione el pico de amperaje con este control para lograr el amperaje máximo requerido para el ciclo de pulso alto. El cambio del amperaje se verá reflejado en el display digital.

#### **4.5.4.9. Frecuencia de pulso (Frecuencia de Pulso 0.5-25 ciclos por segundo)**

Únicamente active en el modo de pulso. El control de pulso TIG controla el número de ciclos por segundo (Hz). Cambiando la frecuencia configure la duración de cada ciclo de pulso, entonces lo bajo de la frecuencia será lo largo del pulso. Una frecuencia de pulso nos dará un ciclo de pulso más corto. Esto permite un fino control de la entrada de calor en el metal base.

#### **4.5.4.10. ANCHO DE PULSO (0.1 a 0.9 o 10-90%)**

Únicamente activo en modo de pulso. Este control de pulso TIG ajusta el monto relativo de tiempo de pulso en el pico de corriente (alto) durante el ciclo de pulso. Por ejemplo, configurando la perilla de control a 90% o .9 le dará 90% de tiempo en el pico (alto) en el nivel de corriente y 10% en el base (bajo) del pulso de ciclo. Nota: El ancho de pulso no controla todo el largo del pulso. La frecuencia de pulso configura el largo de ciclo, estableciendo así la longitud total de cada etapa del ciclo.

#### **4.5.4.11. Pendiente abajo (0-10 segundos)**

El tiempo de pendiente abajo controla el ciclo final de la soldadura bajando lentamente la corriente de soldadura. La pendiente hacia abajo ayuda a evitar el agrietamiento de la soldadura y la formación de agujeros en el cráter, cuando el final de la soldadura se va alcanzando y el gatillo de la antorcha es liberado.

#### **4.5.4.12. Frecuencia de C A (Corriente de frecuencia alterna 20-100 ciclos por segundo)**

Sólo se activa en modo de CA. Este control TIG CA y Stick ajusta la frecuencia del arco. Configurando la alta frecuencia reduce el arco de soldadura por lo que es más direccional y la penetración cada vez mayor. Bajar la frecuencia amplía el arco y hace más profundas cuentas de soldadura.

#### **4.5.4.13. BALANCE CA (30-70%)**

Únicamente Activo en modo CA. Este control TIG CA y Stick determina cuanto tiempo el ciclo de CA pasa en DCEN (Corriente Directa Electro Negativa -) o DCEP (CD Electro Positiva +). El DCEP es preferido para limpiar la oxidación, particularmente en aluminio. DCEN es preferido por su mejor penetración y más rápido recorrido. Una configuración de 50% iguala el tiempo de permanencia en ambos. 30% de ajuste es un buen punto de partida. Un mayor ajuste de balance de CA va a limpiar más la soldadura, pero pondrá más calor en el electrodo, reduzca

esta configuración si se derrite el electrodo. Para un mayor balance de configuración CA utilice un electrodo más grueso para evitar que se derritan.

#### **4.5.4.14. POST FLUJO (1-25 segundos)**

Este temporizador controla el flujo de gas de protección después del arco de que la soldadura TIG se termina. Si no hay suficiente post flujo puede causar contaminación de soldadura o el sobrecalentamiento de la antorcha. Durante el corte por plasma, el post flujo permite enfriar con el aire después de terminar el arco. Mantenga la antorcha TIG en posición sobre la soldadura hasta que el post flujo termine. Cinco segundos para corte de plasma y de 5 a 10 segundos para soldadura TIG es un punto de inicio recomendado.

#### **4.5.4.15. Switch 4T/2T**

Este interruptor de selección es para el control del ciclo de soldadura TIG a través del gatillo de la antorcha TIG. En el modo 2T, pulse y mantenga pulsado el gatillo para iniciar el arco y siga presionando mientras se suelda. Suelte el gatillo para terminar.

En el modo de 4T cada pulsación del gatillo cambia entre encendido y apagado (presione y suelte el gatillo una vez para iniciar, presione y suelte una vez para detener la soldadura).

#### **4.5.4.16. Regulador de presión**

Para ajustar el regulador de presión, tire de la perilla para desbloquear. Gire la perilla a la izquierda para disminuir el flujo de argón / aire, o hacia la derecha para aumentar el flujo. Tanto el aire presurizado para corte por plasma y el gas argón para la soldadura se ven afectados por esta perilla.

#### **4.5.5. Conectores**

##### **4.5.5.1. Pinza de tierra DIN (+)**

La pinza de tierra está normalmente conectada a este terminal. Puede utilizar la inversión de polaridad en el modo stick cambiando la pinza de tierra y el receptáculo stick.

##### **4.5.5.2. Conector de antorcha DIN (-)**

(TIG, Stick Cortador de Plasma) normalmente se conectan a esta terminal, pero los conectores + y - pueden ser invertidos para DCEP (corriente directa electro positiva +) de soldadura stick.

##### **4.5.5.3. Conector antorcha CONTROL/PEDAL**

El conector de Antorcha y el conector de Pedal se conectan al receptáculo

#### **4.5.5.4. Conector de antorcha de plasma arco piloto**

La antorcha de plasma de arco piloto se conecta aquí.

#### **4.5.5.5. Salida de gas**

Las líneas gas/air de las Antorchas TIG y de plasma se conectan a este receptáculo.

#### **4.5.5.6. Entrada de gas (detrás de la unidad)**

El suministro para la Antorcha de plasma y el gas argón para el proceso TIG se suministra hacia la maquina usando este receptáculo dentado de manguera

#### **4.5.6. Selección del Tungsteno**

Seleccionar el tungsteno adecuado es crucial para una soldadura TIG adecuada. Se debe asegurar de que el tungsteno correcto es usado para el tipo de metal que este soldado, el tipo de tecnología usado en su soldadora tales como el transformador o inversor, y el grosor del metal que requiere soldar. Esto nos da una variedad de tamaños que van desde 1/16 a 1/8" y los tipos de tungsteno tales como Tungsteno Puro (TP), 2% Tungsteno Toriado (TT2), 2% Tungsteno Ceriado (TC2), y 2% Tungsteno Lantanado (TL2). Afortunadamente, LONGEVITY ofrece electro tungstenos de alta calidad y explica que tungsteno es requerido para la aplicación que usted requiere. El Tungsteno Puro (TP) – (de punta verde) - El Tungsteno Puro forma una bola al final. Está diseñado para usarse con Fuentes de

alimentación con transformadores-base para soldadura CA de aluminio. Desafortunadamente, LONGEVITY no cuenta con equipos con tecnología de transformadores-base considerando el tamaño y el peso de los TRANSFORMADORES para soldadoras. Por lo tanto, este tungsteno es raramente adquirido.

Tungsteno Toriado 2% (TT2) – (Punta roja) – Este tungsteno es el más comúnmente usado con los equipos LONGEVITY CD TIG. Es generalmente utilizado para soldadura CD de acero suave, bronce, y acero inoxidable y básicamente todos los metales excepto aluminio y ofrece un desempeño excelente. Un inconveniente es que este tungsteno tiene una protección baja a la radiación y también el hecho de que no se recomiendan para soldar aluminio. Le recomendamos este tungsteno para nuestras soldadoras TIG de solo CD, nuestra serie WeldMax de soldadoras multipropósito, que tienen la capacidad de soldadura CD TIG. El Tungsteno 2% Toriado funciona bien con las soldadoras con inversión. Tungsteno 2% Ceriado (TC2) – (Punta gris) – El 2% ceriado es un excelente sustituto para el tungsteno 2% toriado y está diseñado para transformar e invertir la fuente de potencia base. Para las soldadoras de Transformador CD, este tungsteno requiere menos amperaje para iniciarse por lo tanto es recomendado para metales delgados. Ofrece un arco estable y puede ser usado para ya sea para soldadura CA o CD con inversión de potencia y es nuestro tungsteno mas popular y más vendido ya que puede ser usado para soldar cualquier tipo de metal ya sea en modos CA / CD en nuestras soldadoras de INVERSOR TIG LONGEVITY. Le recomendamos esta unidad con

nuestro ArcMate 200AMP CACD TIG/STICK o nuestro multi funcional WeldAll debido a la versatilidad de soldadura CA y CD. Tungesteno 2% Lantanado (TL2) – Punta azul – 2% el lantanado es probablemente el sustituto más popular para el tungesteno 2% toriado. Ofreciendo una vida más larga que el tungesteno 2% toriado, es una buena alternativa, pero no tan recomendado como nuestro Tungesteno 2% Toriado. Este tungesteno puede ser usado tanto con transformador y con tecnología de inversión y en modos CA y CD.

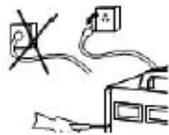
#### **4.5.7. Mantenimiento**

La vida útil de su máquina y la calidad del trabajo realizado con la máquina, se verán reforzados por la puesta en práctica de mantenimiento periódico. En intervalos regular, limpia el polvo que se podría acumular en la maquina usando aire comprimido seco y limpio. Si las condiciones donde se opera la maquina son de alto smog y suciedad, la máquina de soldar deberá ser limpiada una vez al mes.

- Mantenga el exterior de la máquina limpia con un jabón suave y agua.
- No camine o conserve artículos sobre los cables o cordones.
- Siempre conecte la maquina a un enchufe con aterrizaje a tierra.
- Siempre cheque los consumibles de antorcha antes y después y asegúrese que están libres de obstrucciones, y que ninguna parte está dañada.

- Reemplace cualquier consumible dañado o gastado antes de usar la máquina.

#### 4.5.8. Precauciones y seguridad

<p>La soldadura y los cortadores de plasma pueden resultar peligrosos para el operador y para las personas alrededor, si el equipo no es operado correctamente. La soldadura o corte deben ser realizados de acuerdo con las normas de seguridad pertinentes. Lea y entienda cuidadosamente este manual de instrucciones antes de instalar y operar este equipo.</p>	
<p><b>Cambiado los modos de funcionamiento mientras se suelda puede causar daños en el equipo.</b></p> <p>Antes de soldar, desconecte el cable porta-electrodo del equipo.</p> <p>Un interruptor de circuito es necesario para evitar la sobrecarga eléctrica del equipo.</p> <p>Solo herramienta para soldar de alta calidad debe ser usada.</p>	
<p><b>Un Shock Eléctrico puede ser fatal.</b></p> <p>Asegúrese de que el cable de tierra está perfectamente bien conectado siguiendo los códigos de seguridad.</p> <p>Numca toque los electrodos, cables o los circuitos con las manos libres. Use guantes para soldar secos mientras suelda.</p> <p>El operador debe estar aislado de la pieza de trabajo.</p>	
<p><b>El humo y el gas pueden ser perjudiciales para la salud.</b></p> <p>Asegúrese de que el área de trabajo este bien ventilada.</p> <p>Evite respirar el humo y los gases generados durante el proceso de soldadura. Los procesos de corte y soldadura pueden causar cáncer por el humo que despiden la soldadura y los cortes.</p>	
<p><b>La luz emitida por el Arco puede ser dañina para los ojos y la piel.</b></p> <p>Siempre use un casco para soldar, vidrio anti radiación, y ropa de trabajo mientras se suelda.</p> <p>Garantice que las personas que están cerca de la zona de trabajo estén protegidas.</p>	
<p><b>Las chispas de Soldadura pueden causar fuego.</b></p> <p>Mantenga los materiales inflamables lejos del lugar de trabajo.</p> <p>Mantenga un extinguidor cerca, e instruya a su personal sobre su uso.</p> <p>El ruido generado mientras se suelda y se corta puede ser dañino para la audición.</p>	
<p><b>En caso de que la maquina falle.</b></p> <p>Revise el manual de instrucciones.</p> <p>Si no puede determinar cuál es la falla, contacte a su distribuidor local o mayorista para recibir asistencia.</p>	

Fuente: WELDALL®. “Manual de seguridad Industrial” Weldall 250PI Unidad

Multi-Proposito

## **CAPÍTULO 5**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- Se identificaron cada una de las tareas y actividades que conforman el proceso soldadura TIG que se desarrolla en empresas dedicadas a la soldadura de partes y piezas.
- Se establecieron los procesos y subprocesos que nos permitirán desarrollar cada una de las actividades de la mejor manera con la finalidad de brindar un trabajo de calidad
- La diagramación y documentación de los procesos permite mejorar el rendimiento de las áreas técnicas y facilitan el aprendizaje de las nuevas personas que se vinculan a este tipo de soldadura.
- Mediante los indicadores de gestión se puede tener un seguimiento oportuno de los diferentes trabajos realizados, los mismos que nos permitirán identificar falencias que deberán ser corregidas.
- Se documentó el manual de procesos el mismo que servirá como una herramienta de ayuda para realizar cada una de las actividades o tareas sin que se dependa del factor humano sino más bien del proceso.

- Una de las finalidades de este trabajo investigativo es hacer cumplir los estándares de calidad de los trabajos y garantizar el servicio que se ofrece en una taller de soldadura TIG.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Programar un plan de capacitación sobre e Procesos básico para el personal que conforma el Departamento de Soldadura con la finalidad de que esta herramienta de gestión sea más entendible y manejable en todos los niveles
- Para el proceso de soldadura se debe siempre tener en cuenta el tipo de material que se va a soldar.
- Implementar el presente proyecto en busca de mejorar el rendimiento del Departamento de Producción.
- Mantener un registro de limpieza y mantenimiento de los equipos y del área de trabajo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- AMERICAN WELDING SOCIETY. (2008). “Manual de soldadura” Prince Hall Hispanoamérica. México.
- ASFAHL Ray. (2008). Seguridad Industrial y Salud, Prentice Hall, cuarta edición. México.
- CULTURA S. A. (2009). “Manual de mecánica industrial. Editorial Cultural. España
- GARRIOTT Emery, (2009). Selección del Electrodo Adecuado para Obtener Versatilidad en las Uniones, Ampeo Metal Inc. México.
- GRIMALDI-SIMONDS Ernest, (2008). La Seguridad Industrial Su Administración. Alfaomoga. México.
- HOFFER Koell. (2010). Manual de soldadura. Alfaomega. México
- KALPAKJIAN, Simmond & SCHMID, Steve. (2008). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. Pearson Prentice Hall. México.
- KRAR y CHEF. Tecnología de la Soldadura. Alfaomega Grupo Editor. México.
- MIRA José. “Gestión por procesos”. Universidad Miguel Hernández. España
- POLLACK Hernán. (2009). Manual de Máquinas Herramienta. Prentice – Hall Hispanoamericana. México.

- PEREZ José. “Gestión por procesos”. ESIC Editorial. España
- ROCA CUSIDÓ, Alfred. (2008). Control de procesos. Alfa-Omega. 2da edición. México.
- SALLENAVE, Jean Paul. (2009). Gerencia y Planeación Estratégica. Editorial Norma. Bogotá – Colombia

## ANEXOS

### Anexo 1. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Fuente: SEÑALETICA Blog Seguridad Industrial. “Letreros de Seguridad Industrial”

NUMERO	SEÑALES	SIGNIFICADO
1	 <p>PROHIBIDO HACER FUEGO Y FUMAR</p>	PROHIBIDO FUEGO, LLAMA ABIERTA Y FUMAR
2	 <p>PROHIBIDO EL PASO A PERSONAL NO AUTORIZADO</p>	PROHIBIDO EL PASO A PARTICULARES, SOLO PERSONAL AUTORIZADO
3	 <p>ZONA DE RIESGO</p>	ATENCION, PELIGRO TENER CUIDADO

4		<p><b>ATENCION PISO RESBALOSO</b></p>
5		<p><b>CUIDADO PELIGRO DE FUEGO</b></p>
6		<p><b>CUIDADO SUSTANCIAS QUIMICAS, ACIDOS CORROSIVOS</b></p>
7		<p><b>CUIDADO ALTO VOLTAJE ELECTRICO</b></p>

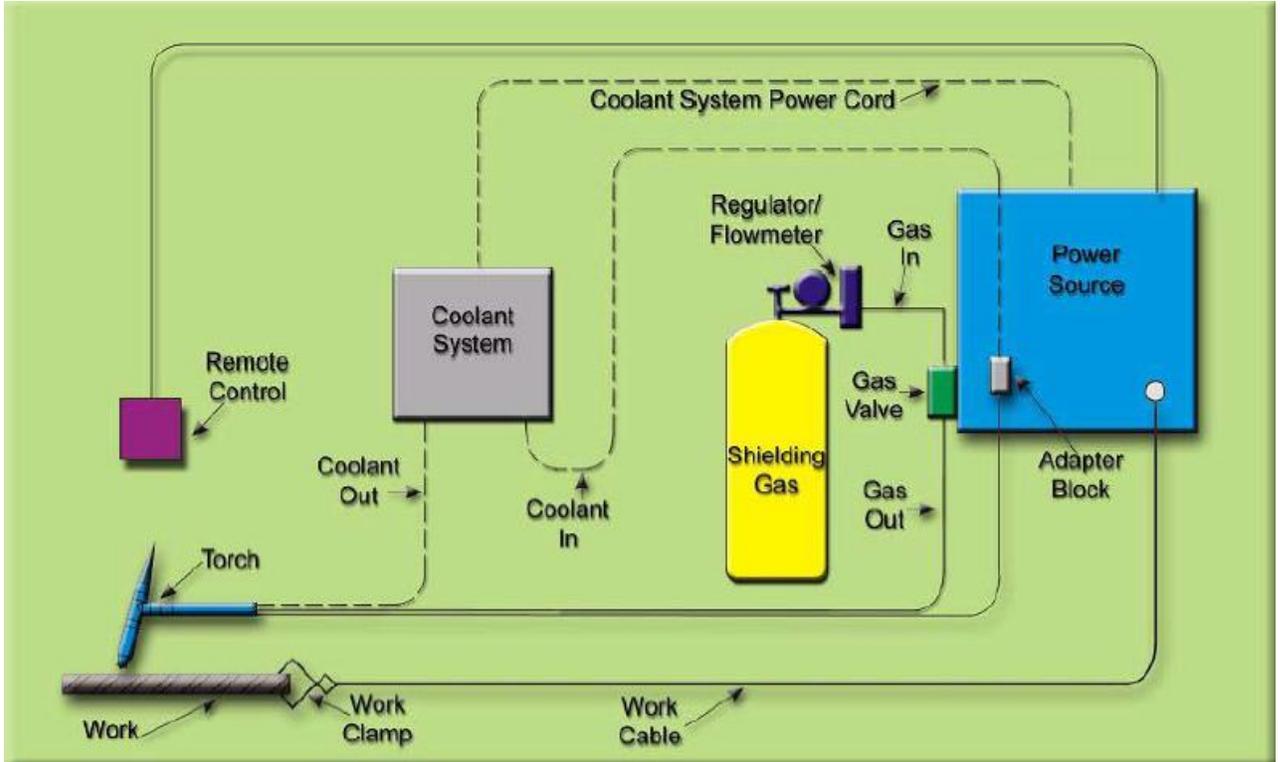
<p>8</p>		<p>EXTINTOR</p>
<p>9</p>		<p>OBLIGACION DE USAR PROTECCION VISUAL</p>
<p>10</p>		<p>OBLIGACION DE USAR PROTECCION RESPIRATORIA</p>
<p>11</p>		<p>OBLIGACION DE USAR PROTECCION PARA LOS OIDOS</p>

12	 	<p><b>OBLIGACION DE USAR PROTECCION PARA LAS MANOS</b></p>
----	--	--

13	 	<p><b>OBLIGACION DE USAR PROTECCION PARA SOLDAR</b></p>
14	 	<p><b>OBLIGACION DE USAR PROTECCION PARA LOS PIES</b></p>

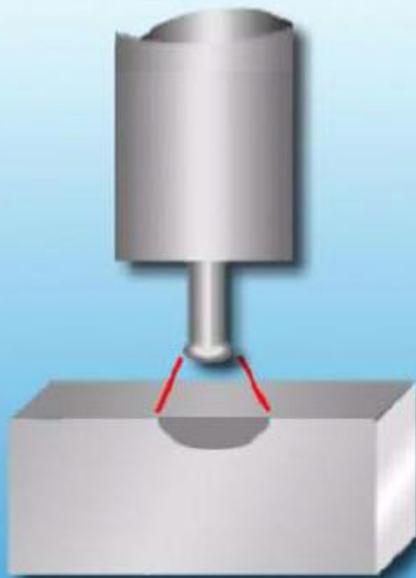
15	 <p>USO OBLIGATORIO DE ROPA DE TRABAJO</p>	<b>OBLIGACION DE USAR ROPA DE TRABAJO</b>
16	 <p><b>NO TOCAR LAS MAQUINAS</b></p>	<b>PELIGRO MAQUINA FUNCIONANDO</b>

## Anexo 2. CONEXIONES DE LA SOLDADURA TIG

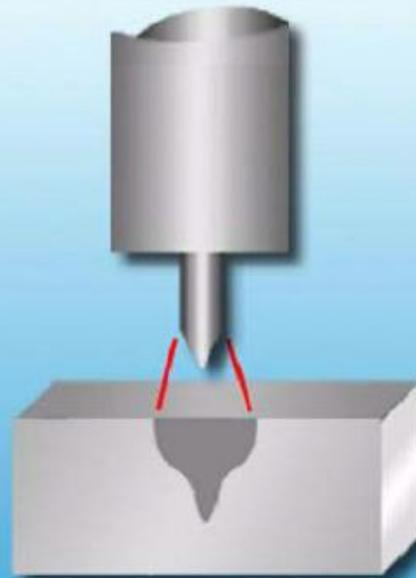


Anexo 3.PARÁMETROS SOLDADURA TIG

## Arc Shaping Capabilities are Enhanced by Improved Balance Control

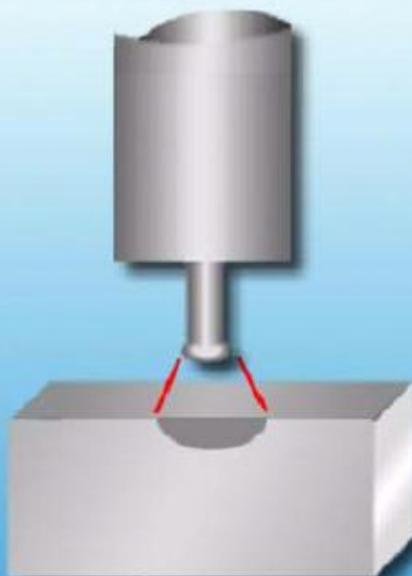


**More EP Time: Shallower  
Penetration**

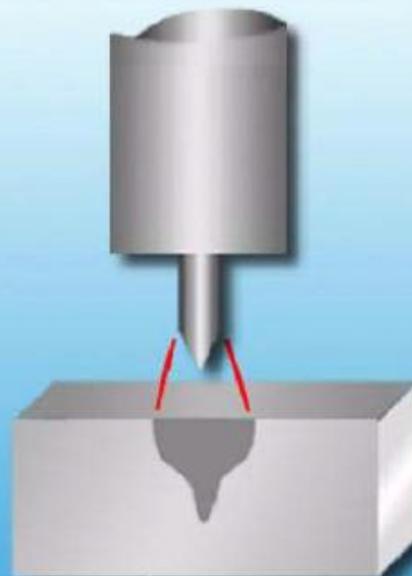


**More EN Time: Deeper Penetration,  
Faster Travel Speeds**

# Arc Shaping Capabilities are Enhanced by AC Frequency Control

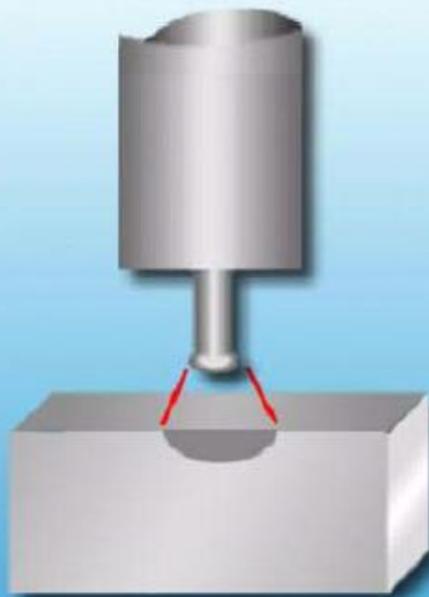


**Low AC Frequency: Soft, Wide  
Arc w/ Shallower Penetration**

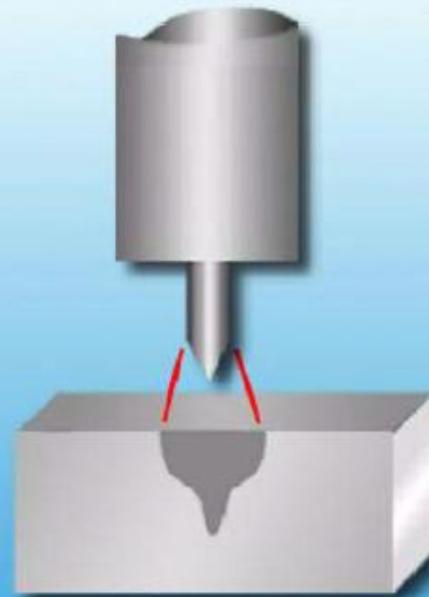


**High AC Frequency: Focused Arc,  
w/ Deeper Penetration**

# Arc Shaping Capabilities are Enhanced by: Independent Amperage Control



**More EP Amperage: Wide,  
Shallow Penetration**

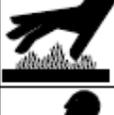
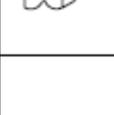


**More EN Amperage: Narrow, Deep  
Penetration, Faster Travel Speeds**

## Anexo 4.SEGURIDAD

**Fuente: WELDALL®. “Manual de seguridad Industrial” Equipo**

### WELDALL

 <b>WARNING</b>	
	<p><b>ELECTRIC SHOCK can kill.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Always wear dry insulating gloves.</li> <li>• Insulate yourself from work and ground.</li> <li>• Do not touch live electrical parts.</li> <li>• Keep all panels and covers securely in place.</li> </ul>
	<p><b>FUMES AND GASES can be hazardous to your health.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keep your head out of the fumes.</li> <li>• Ventilate area, or use breathing device.</li> <li>• Read Material Safety Data Sheets (MSDSs) and manufacturer's instructions for material used.</li> </ul>
	<p><b>WELDING can cause fire or explosion.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Do not weld near flammable material.</li> <li>• Watch for fire; keep extinguisher nearby.</li> <li>• Do not locate unit over combustible surfaces.</li> <li>• Do not weld on closed containers.</li> <li>• Allow work and equipment to cool before handling.</li> </ul>
	<p><b>ARC RAYS can burn eyes and skin; NOISE can damage hearing.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wear welding helmet with correct shade of filter.</li> <li>• Wear correct eye, ear, and body protection.</li> </ul>
	<p><b>HOT PARTS can cause injury.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allow cooling period before touching welded metal.</li> <li>• Wear protective gloves and clothing.</li> </ul>
	<p><b>MAGNETIC FIELDS FROM HIGH CURRENTS can affect pacemaker operation.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacemaker wearers keep away.</li> <li>• Wearers should consult their doctor before going near arc welding, gouging, or spot welding operations.</li> </ul>
	<p><b>FLYING METAL can injure eyes.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welding, chipping, wire brushing, and grinding cause sparks and flying metal. As welds cool, they can throw off slag.</li> <li>• Wear approved safety glasses with side shields even under your welding helmet.</li> </ul>
	<p><b>WELDING CURRENT can damage electronic parts in vehicles.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disconnect both battery cables before welding on a vehicle.</li> <li>• Place work clamp as close to the weld as possible.</li> </ul>
	<p>See Safety Precautions at beginning of welding power source Owner's Manual for basic welding safety information.</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">zwam6.2" 8/92</p>