



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE SOLDADURA PARA LA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingenieros en
Mantenimiento Automotriz

AUTORES:

Guevara Pozo Diego Andrés.

Rosero Mora Carlos Andrés.

DIRECTOR:

Ing. Luis Tejada

IBARRA, 2015

ACEPTACIÓN DE DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el honorable consejo directivo de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director del Trabajo de Grado titulado: ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE SOLDADURA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ. Trabajo realizado por los señores Guevara Pozo Diego Andrés, Rosero Mora Carlos Andrés, previo a la obtención del Título de Ingenieros en Mantenimiento Automotriz.

Al ser testigo personal y corresponsable directo del desarrollo del presente Trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Es todo cuando puedo certificar en honor a la verdad.



Ing. Luis Tejada

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

La presente tesis dedico a mis padres, a mi hermano, mi sobrina, seres queridos, familiares, amigos y demás personas que supieron confiar en mí, apoyándome incondicionalmente en los buenos y malos momentos.

A mis profesores de clase de quienes me llevo un hermoso recuerdo de sus enseñanzas y de los cuales quedaré eternamente agradecido.

DIEGO ANDRÉS

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mis padres: Mary Mora y Rodrigo Rosero, quienes con mucho sacrificio me apoyaron para cumplir mis metas con sus consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para poder estudiar.

A mi hermano Julián Rosero que me ha incentivado a salir adelante en mis estudios, quien con sus consejos aportó mucho en mi camino hacia mi meta.

A mis seres queridos difuntos que seguramente desde el cielo me apoyaron conjuntamente con Dios para adquirir fuerza, paciencia, perseverancia, dedicación y entrega, que día a día en un aula de clases me mantenía, para así poder llegar a cumplir y alcanzar mi meta de un gran profesional.

A mis maestros que desde la primaria hasta la educación superior me han guiado por el camino de la educación, impartiendo sus conocimientos y permitiendo que me prepare para afrontar la vida como profesional.

Por ultimo dedico este trabajo a Alejandra quien ha sido la mujer más importante en mi vida como estudiante y como persona, con su compañía y su apoyo fueron mis motivaciones para seguir adelante.

CARLOS ANDRÉS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y las fuerzas necesarias para llegar a cumplir esta meta,

A mis Padres Carlos Alberto y Marcia Hiralda, por su eterno sacrificio durante mi vida estudiantil, por su amor apoyo y comprensión,

A mi hermano Marco Giovanni, quien con su apoyo y motivación reflejó en mí los valores de constancia y perseverancia,

A mi sobrina Valery Dayana por su amor y cariño,

A mis seres queridos, familiares amigos y demás personas que supieron confiar en mí,

A nuestro Director de Tesis Ingeniero Luis Tejada por todo su apoyo para la realización de nuestro trabajo de grado.

DIEGO ANDRÉS

AGRADECIMIENTO

En primera instancia quiero agradecer a Dios por la vida que me ha dado, por permitirme estar en este mundo con su gracia y a su voluntad.

Como no mencionar a mis padres: Rodrigo Rosero y Mary Mora, quienes han luchado día tras día para que yo pueda cumplir una de mis metas que es el de ser un profesional. Gracias a su apoyo y dedicación hacia mí.

A mi hermano Julián Rosero quien me ha apoyado siempre, muchas gracias.

Un agradecimiento especial a la institución que me abrió las puertas para impartir sus conocimientos mediante sus docentes, Gracias Universidad Técnica Del Norte.

A mi tutor Ing. Luis Tejada Huertas quien con su tutoría llevó a la culminación de este trabajo.

A todos ellos muchas gracias, que mi Dios los bendiga hoy, mañana y siempre.

CARLOS ANDRÉS.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

TEMA:.....	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1. El Problema de Investigación.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Delimitación	2
1.4.1 Temporal.....	2
1.4.2. Espacial	2
1.5. Objetivos.....	2
1.5.1 Objetivo General	2
1.5.2 Objetivos Específicos.....	3
1.6. Justificación	3
CAPÍTULO II.....	4
2. Marco Teórico	4
2.1. La Soldadura.....	4
2.2. Ventajas y desventajas en la soldadura.....	5
2.2.1. Ventajas	5
2.2.2. Desventajas	6

2.3. Arco eléctrico	6
2.4. Electrodo.....	7
2.5. Baño de fusión	7
2.6. Cráter	8
2.7. Cordón de soldadura	8
2.8. Soldadura manual con arco eléctrico y electrodo revestido	8
2.9. Variables básicas del proceso de soldadura SMAW.....	8
2.9.1. Longitud de arco	8
2.9.2. Velocidad de soldadura.....	8
2.10. Ángulo del electrodo	9
2.11. Tipos de juntas.....	10
2.11.1 Junta a tope	10
2.11.2. Soldadura de esquinas	11
2.11.3. Juntas de borde	11
2.11.4. Juntas solapadas	12
2.11.5. Soldadura en "T"	12
2.12. Posiciones de soldadura	13
2.12.1. Soldadura plana.....	13
2.12.2. Soldadura horizontal	13
2.12.3. Soldadura vertical	14
2.12.4. Soldadura sobre cabeza.	15
2.13. Soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)	15
2.13.1 Máquina de corriente alterna	16
2.13.2 Máquina de corriente continua.....	16
2.13.3. Porta electrodo y conexión a masa.....	18
2.13.4. Electrodos para SMAW.....	18
2.14.1. Clasificación de los electrodos de acuerdo a la norma AWS A5.121	
2.14.2. Clasificación AWS para los metales de aporte para soldar aceros aleados de la norma AWS A5.5	23
2.15. Curva característica soldadura SMAW	24
2.16. Soldadura al arco con electrodo de tungsteno (GTAW/TIG).....	24
2.17. Fundamentos del proceso TIG.....	25
2.17.1. Componentes básicos de la soldadura TIG.	26

2.171.1. Polaridad de la corriente	26
2.18. Características y ventajas del sistema TIG	28
2.19. Equipo.....	29
2.19.1. Soplete.....	29
2.19.2. Electroodos	31
2.19.3. Forma de los electrodos.....	33
2.19.4 Gases de protección	35
2.19.4.1. Argón	35
2.19.4.2. Helio.....	36
2.20. Técnica del proceso TIG	37
2.21. Aplicaciones del sistema TIG.....	37
2.22. Normas a tener en cuenta para conseguir unas soldaduras de alta calidad	38
2.23. Curva característica soldadora TIG.	39
2.24. Soldadura autógena.....	39
2.25. Equipo.....	40
2.25.1. Tanque gas de oxígeno	40
2.25.2. Tanque gas acetileno.....	41
2.25.3. Mangueras	42
2.25.4. Reguladores, manorreductores o manómetros.....	42
2.25.5. Soplete.....	43
2.25.6. Material de aportación.....	45
2.26. Tipos de llama.....	45
2.26.1. Clases de llama	46
2.26.1.1. Llama neutra	46
2.26.1.2. Llama oxidante.....	46
2.26.1.3. Llama carburante	47
2.27. Oxicorte.....	47
2.28. Aspectos de Seguridad.....	50
2.29. Curva característica de la llama oxiacetilénica.	50
2.30. Calidad en los procesos de soldadura.	50
2.30.1. Ensayos o pruebas que se realizan en soldadura.	50
2.30.2. Ensayos no destructibles.	51

2.30.2.1. Ensayos Visuales.....	51
2.30.2.2. Ensayos con Rayos X o Rayos gama	51
2.30.2.3. Ensayos magnéticos	51
2.30.2.4. Ensayo de tintas penetrantes.....	52
2.30.2.5. Ensayos con estetoscopio o de sonido	53
2.30.2.6. Ensayo por ultrasonido	53
2.31. Ensayos destructivos	54
2.32. Especificaciones técnicas para obtener una soldadura óptima.....	54
2.32.1. Selección del electrodo adecuado	54
2.32.2. Medida de un electrodo.....	55
2.32.3. Selección del amperaje de soldadura.	55
2.33. Glosario de términos.	56
CAPÍTULO III.....	57
3. Metodología de la Investigación	57
3.1. Tipo de investigación	57
3.1.1. Investigación Tecnológica.....	57
3.1.2. Investigación Bibliográfica.....	57
3.2. Método	57
3.2.1. Analítico – Sintético.	57
CAPÍTULO IV.....	59
4. Propuesta: Proceso y Resultados	59
4.1. Resultados de prácticas realizadas por los autores.....	59
4.1.1. Practicas realizadas soldadura SMAW	59
4.1.2. Prácticas realizadas soldadura TIG.	63
4.1.3. Prácticas realizadas soldadura oxiacetilénica.....	66
4.1.4. Práctica realizada con tintas penetrantes	69
4.2. Guías de prácticas propuestas para los estudiantes.	74
Recomendaciones	122
CAPÍTULO V.....	123
5.1. Conclusiones	123
5.2. Recomendaciones	124
BIBLIOGRAFÍA.....	125

Índice de tablas

Tabla 2.1. Revestimiento de los electrodos.....	20
Tabla 2.2. Clasificación de los electrodos.....	22
Tabla 2.3. Tipos de electrodos proceso TIG.....	32
Tabla 2.4. Tipos de materiales para proceso TIG.....	33

Índice de figuras

Figura 2.1. Soldadura.....	4
Figura 2.2. Arco eléctrico.....	7
Figura 2.3. Dirección de avance del electrodo.....	9
Figura 2.4. Ángulo del Electrodo.....	10
Figura 2.5. Junta a tope.....	10
Figura 2.6. Soldadura por esquinas.....	11
Figura 2.7. Juntas de borde.....	11
Figura 2.8. Juntas Solapadas.....	12
Figura 2.9. Soldadura en “T”.....	12
Figura 2.10. Soldadura plana.....	13
Figura 2.11. Soldadura horizontal.....	14
Figura 2.12. Soldadura vertical.....	14
Figura 2.13. Soldadura sobre cabeza.....	15
Figura 2.14. Suelda de arco manual con electrodo revestido.	16
Figura 2.15. Diagrama de polaridad inversa.....	17
Figura 2.16. Diagrama de polaridad directa.....	18
Figura 2.17. Clasificación de los electrodos según norma A5.1.....	21
Figura 2.18. Clasificación de los electrodos según norma A5.5.....	23
Figura 2.19. Designación de electrodos según norma AWS A5.5-96... ..	23
Figura 2.20. Curva característica de la soldadora SMAW.....	24
Figura 2.21. Diagrama esquemático del proceso de soldadura GTAW/TIG.....	25
Figura 2.22. Penetración con corriente continua, polaridad directa.....	26
Figura 2.23. Intensidad de la corriente.....	27
Figura 2.24. Penetración con corriente continua, polaridad inversa.....	28

Figura 2.25. Equipo de soldadura TIG.....	29
Figura 2.26. Diagrama del soplete.....	30
Figura 2.27. Diagrama esquemático del equipo TIG.....	31
Figura 2.28. Forma de los electrodos TIG.....	34
Figura 2.29. Curva característica de la soldadora TIG.....	39
Figura 2.30. Suelda autógena.....	40
Figura 2.31. Soplete de soldadura autógena.....	44
Figura 2.32. Tipos de llama.....	47
Figura 2.33. Suelda Oxicorte.....	49
Figura 2.34. Curva característica de la llama oxiacetilénica.....	50
Figura 4.1. Cordón soldadura plana a tope SMAW.....	59
Figura 4.2. Inspección visual de la penetración.....	59
Figura 4.3. Cordón soldadura plana en ángulo SMAW.....	60
Figura 4.4. Inspección visual de la penetración.....	60
Figura 4.5. Cordón soldadura vertical SMAW.....	61
Figura 4.6. Inspección visual de la penetración.....	61
Figura 4.7. Cordón soldadura horizontal SMAW.....	62
Figura 4.8. Inspección visual de la penetración.....	62
Figura 4.9. Cordón soldadura plana TIG.....	63
Figura 4.10. Inspección visual de la penetración.....	63
Figura 4.11. Cordón soldadura vertical TIG.....	64
Figura 4.12. Inspección visual de la penetración.....	64
Figura 4.13. Cordón soldadura en aluminio TIG.....	65
Figura 4.14. Inspección visual de la penetración.....	65
Figura 4.15. Cordón soldadura plana oxiacetilénica.....	66
Figura 4.16. Inspección visual de la penetración.....	66
Figura 4.17. Cordón soldadura oxiacetilénica por traslape.....	67
Figura 4.18. Inspección visual de la penetración.....	67
Figura 4.19. Placa antes del corte recto.....	68
Figura 4.20. Inspección visual del corte.....	68
Figura 4.21. Líquidos y tintas penetrantes.....	69

Figura 4.22. Resultado final de la prueba.....	70
Figura 4.23. Resultado final de la prueba.....	70
Figura 4.24. Resultado final de la prueba.....	71

RESUMEN

El presente proyecto respondió a la necesidad de contar con unas guías de prácticas de soldadura, de modo que profesores y estudiantes realicen esta actividad en forma planificada, con objetivos muy bien definidos, dentro de las normas técnicas de procedimientos y las normas de seguridad para la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz. Estas guías se elaboraron para los tres procesos de soldadura existentes en el laboratorio: El proceso SMAW (Proceso de soldadura por arco manual con electrodo revestido), el proceso TIG (Soldadura al arco con electrodo de tungsteno) y el proceso Oxiacetilénico (Soldadura oxiacetilénica y oxicorte). Previamente al desarrollo de las guías de prácticas se realizó un mantenimiento y puesta a punto de los equipos existentes, así como una adecuación del espacio físico, tanto en su presentación como en las instalaciones, organización y elaboración de ciertos elementos complementarios, de modo que los usuarios puedan trabajar dentro de un ambiente ideal para obtener los mejores resultados. Las guías de prácticas fueron previamente realizadas por los ejecutores del proyecto con el fin de sustentar su efectividad. Además de las prácticas más comunes, como son el soldeo plano, en ángulo, horizontal y vertical, se incluyó una práctica sobre la calidad de la soldadura con tintas penetrantes, para los tres procesos mencionados. Las guías de práctica de soldadura se elaboraron en el formato provisto por la universidad. En el proyecto se desarrolló un marco teórico sobre cada uno de los procesos con el nivel de profundidad acorde al perfil del Ingeniero en Mantenimiento Automotriz.

ABSTRACT

This project responds to the need of creating a practical welding guide, so that teachers and students may realize this activity in a very planned and a successful way, with well- defined objectives within the technical rules of procedures and safety standards for Engineering in Automotive Maintenance. These guidelines were developed for the three existing welding processes in the laboratory: The SMAW process (Process Manual arc welding with covered electrode), TIG (Arc welding with tungsten electrode) Process and oxyacetylene process (oxyacetylene welding and oxy fuel). Prior to the development of the guidelines of practice, a maintenance and tuning of existing equipment was done, as well as an adaptation of physical space was performed both: in its presentation and facilities and also in its organization and development of certain complementary elements , so that users can work within an ideal environment for best results . The guidelines of practices were previously performed by project implementers to support their effectiveness. In addition to the most common practices, such as welding flat, angled, horizontal and vertical, a practice on the quality of welding with penetrating inks, for these three mentioned processes. The guidelines of welding practices were developed on the format provided by the university. In the project a theoretical framework for each of the processes with the depth line of automotive maintenance engineer profile was also developed

INTRODUCCIÓN

La soldadura es un proceso de fabricación muy importante en la industria metal mecánica ya que se puede elaborar piezas para la construcción y el montaje de estructuras metálicas, en la recuperación y mantención de piezas desgastadas y entre otros trabajos, los referentes al campo automotriz.

La elaboración de guías de prácticas es necesaria para que por medio de estas, estudiantes y docentes puedan realizar cualquier tipo de práctica mediante el manejo de los equipos de soldadura, siguiendo los parámetros y normas que la soldadura exige.

Estas guías de prácticas ayudarán a los estudiantes a utilizar los equipos en cada uno de los procesos, evitando que tenga algún contratiempo con las máquinas, aprovechando el tiempo y cuidando su seguridad personal.

Todos los procesos de soldadura son peligrosos al momento de realizarlos, por eso se debe tomar en cuenta las normas de seguridad que se propone en las guías de prácticas dentro del formato para prácticas en laboratorios proporcionado por el departamento de seguridad de la Universidad.

En trabajos de mantenimiento es necesario dominar los soldeos plano, vertical, horizontal y en ángulo ya que son posiciones de soldeo habituales, por lo que se han incluido en estas prácticas.

La estructura de estas guías de prácticas de soldadura tienen algunos ítems como son los datos informativos acerca del proceso, duración, equipo y material requerido; un contenido teórico básico referido al tema de la práctica; un procedimiento básico que permite un poco de flexibilidad a la hora de realizar la práctica y un análisis de resultados para que el estudiante disponga de toda la información antes de realizar la práctica, sepa cómo hacer el trabajo y pueda realizar un análisis de los resultados de su práctica, por lo que los autores creen que será de mucha utilidad.

CAPÍTULO I

1. El Problema de Investigación

1.1. Antecedentes

La Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, cuenta con un laboratorio de soldadura que tiene los siguientes procesos: El proceso SMAW (Proceso de soldadura por arco manual con electrodo revestido), el proceso TIG (Soldadura al arco con electrodo de tungsteno) y el proceso Oxiacetilénico (Soldadura oxiacetilénica y oxicorte), en el sector del Colegio Universitario, de la ciudad de Ibarra.

1.2. Planteamiento del problema

El laboratorio de soldadura se encontraba en una situación de poca funcionalidad, por lo que se sintió la necesidad de habilitarlo, reorganizarlo, completar su equipamiento con la finalidad de que brinde un servicio acorde a la exigencia de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Por otra parte, las prácticas de soldadura no se las está realizando adecuadamente por parte de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, porque no cuentan con un conjunto de guías de prácticas que determinen los requerimientos para su realización, los procedimientos de soldeo, así como la información teórica necesaria y demás elementos para lograr los mejores resultados.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo elaborar un conjunto de guías de prácticas de los procesos de soldadura de modo que organicen el trabajo y brinden seguridad tanto personal como a los equipos de soldadura de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz?

1.4. Delimitación

1.4.1 Temporal

Este trabajo se desarrolló en el transcurso del período académico septiembre 2013 – enero 2015.

1.4.2. Espacial

Las guías de prácticas de soldadura se realizó en las instalaciones que posee la Carrera de Ingeniería Automotriz en el sector del Colegio Universitario, de la ciudad de Ibarra.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Elaboración de guías de prácticas de soldadura para la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Reorganizar el taller y poner a punto las instalaciones y los equipos de soldadura.
- Diseñar las guías de práctica para los procesos de soldadura existentes en el laboratorio.
- Elaborar las guías de prácticas y realizarlas acorde al perfil del profesional de la carrera.

1.6. Justificación

Con las guías de prácticas los docentes garantizarán la realización de las prácticas en cada uno de los procesos de soldadura, pues contarán con la planificación que estas le ofrecen como es el número de estudiantes, la fecha y hora, el material y los equipos requeridos.

Las prácticas se realizarán eficientemente al seguir los pasos ordenados, los parámetros de soldeo necesarios para obtener una soldadura de calidad, además, dentro de las guías se le ofrecen preguntas orientadoras para el análisis de los resultados. Por otro lado, en su contenido también se expone la teoría básica que debe leer antes de realizar la práctica, para que se pueda realizar de mejor manera.

El formato de guías de prácticas incluye normas de seguridad, que cuya observación garantizará la integridad de todo el personal que trabaja en este laboratorio, y del mismo modo precautelaré los costosos equipos.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. La Soldadura

(Oerlicon, 2010). La soldadura o conocida como la unión de dos elementos, hace sus primeras apariciones en la época de bronce y la época de hierro en el continente Europeo y el Medio Oriente. (P 22)

En la mayor parte de establecimientos mecánicos, cuentan con equipos de soldadura, los cuales permiten trabajar en distintos procesos, para obtener un trabajo ideal al instante de realizar una soldadura.

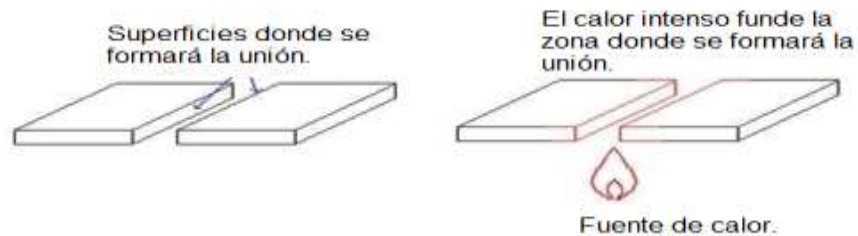


Figura 2.1. Soldadura.

Fuente. Oerlicon, (2010).

La soldadura es el proceso por el cual se juntan metales, ya sea que se calientan las piezas de metal hasta que se fundan y se unan entre sí o que se calientan a una temperatura inferior a su punto de fusión y se unan o ligan con un metal fundido como relleno.

La unión de estos metales da como resultado pasar las pruebas mecánicas necesarias como son la tensión y dobléz, en los diferentes procesos que más adelante se va a estudiar como son: SMAW, GTAW/TIG AUTÓGENA Y OXICORTE, sin dejar a un lado el estudio de la seguridad de las mismas y sus beneficios en la industria.

2.2. Ventajas y desventajas en la soldadura

2.2.1. Ventajas

Una de las primeras ventajas de la soldadura que se puede considerar es que permite reparar piezas se puede desde un instante desecharlas o cambiarlas por nuevas, como las estructuras, puentes, ya que se puede encontrar fisuras o roturas en los mismos, proporcionando con esto un alto porcentaje de seguridad tanto en la resistencia como en la durabilidad, poniendo a prueba en distintos esfuerzos mecánicos como la tracción y la compresión.

La soldadura es una de las técnicas más importantes dentro de la industria por muchos factores:

- Permite la unión permanente de las piezas a soldar, obteniendo un solo elemento.
- La pieza a soldar puede ser más resistente que la pieza original si se utiliza componentes que la ayuden a cubrir y rellenar el espacio soldado.
- La soldadura es la forma más económica de unir componentes.
- La soldadura no implica trabajos solo en un área determinada, se lo puede desarrollar en el campo.

2.2.2. Desventajas

La mayor desventaja que se presenta en la soldadura para que un trabajo quede perfectamente terminado es su elevado costo, ya que se necesita de la experiencia y capacidad técnica del operador para que este proceso no quede con imperfecciones, a continuación algunas otras desventajas:

- Existen procesos de soldadura con procesos especiales, para lo cual el personal debe ser altamente capacitado.
- La soldadura trabaja mediante energía, lo que puede ser peligroso, además que emana gases que son perjudiciales a largo plazo para el ser humano.

2.3. Arco eléctrico

(Gaxiola, 2008). El arco eléctrico es el paso estable de corriente eléctrica entre dos polos de diferente signo, acompañado de un destello luminoso y gran desprendimiento de calor.

Para realizar una soldadura por arco eléctrico se debe considerar que el electrodo haga contacto directamente con el metal a soldar para así poder abrir el arco eléctrico, transfiriendo por el electrodo un alto grado de potencia eléctrica el cual permite que el material se funda y proceda a la unión con el material de aporte y obtener el cordón de soldadura. (P 24)

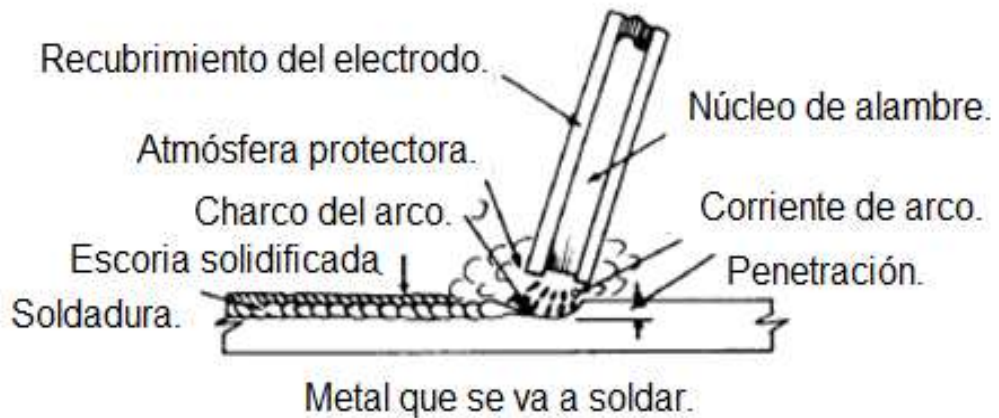


Figura 2.2. Arco eléctrico.

Fuente. Gaxiola, José (2008)

2.4. Electrodo

Son varillas de una parte central metálica y un recubrimiento, que constituye el elemento fundamental de este proceso y cumple dos funciones:

- Sirve de metal de aporte.
- Conduce la corriente eléctrica.

2.5. Baño de fusión

El alto porcentaje de calor emitido por el arco eléctrico es el que permite que el material se funda y se mezcle con el material de aporte del electrodo, teniendo como resultado la unión de las piezas una vez que se haya solidificado.

2.6. Cráter

Levantamiento del material producido por el calentamiento del mismo, su forma y tamaño será de acuerdo a la incrustación con el electrodo.

2.7. Cordón de soldadura

Está formado por el metal base y el material de aporte del electrodo.

2.8. Soldadura manual con arco eléctrico y electrodo revestido

La principal característica de la soldadura SMAW es que el arco eléctrico se realiza entre la pieza a soldar y un electrodo revestido.

2.9. Variables básicas del proceso de soldadura SMAW

2.9.1. Longitud de arco

(Jeffus, 2009). Es la distancia entre el principio del electrodo y el metal que va hacer soldado, a través de esta distancia se controla el voltaje del arco eléctrico, es decir el voltaje es directamente proporcional a la longitud de arco.

2.9.2. Velocidad de soldadura

Se debe mantener una velocidad constante si se quiere obtener una buena soldadura.

Son varios los factores que determinan cual debe ser la velocidad correcta que son:

- Tipo de corriente de soldadura, amperaje y polaridad.
- Posición de soldadura.
- Rapidez de fusión del electrodo.
- Espesor del material.
- Condición de la superficie del metal base.
- Tipo de unión.
- Técnicas de soldadura.

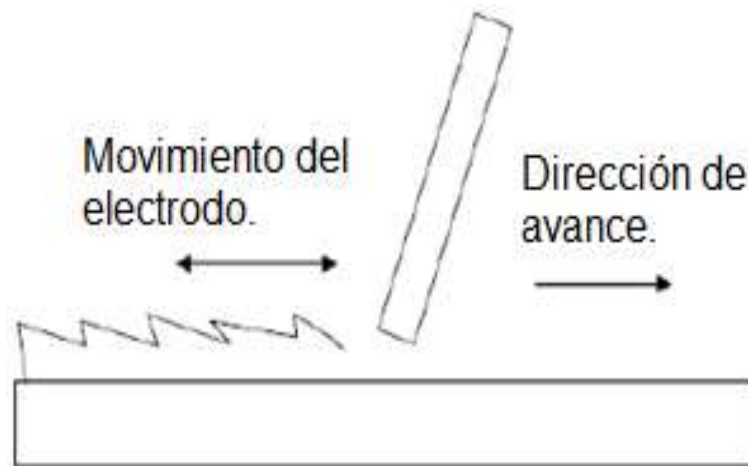


Figura 2.3. Dirección de avance del electrodo

Fuente. Jeffus, Larry (2009).

2.10. Ángulo del electrodo

El electrodo al momento de realizar la soldadura y abrir el arco forma un ángulo con la pieza a soldar, este con el charco afecta en el traspaso de metal, ya que este ángulo conduce la fuerza del arco. Cuando el ángulo va hacia la vertical de la soldadura aumenta la penetración del cordón, cuando el ángulo disminuye baja la penetración del cordón, si el arco se dirige al charco puede ocasionar que el cordón puede amontonarse y solidificarse formando ondulaciones. El electrodo cuando

se lo inclina a la izquierda o derecha se lo conoce como ángulo de trabajo, el cordón se traslada desde el centro. (PP 60 – 100)

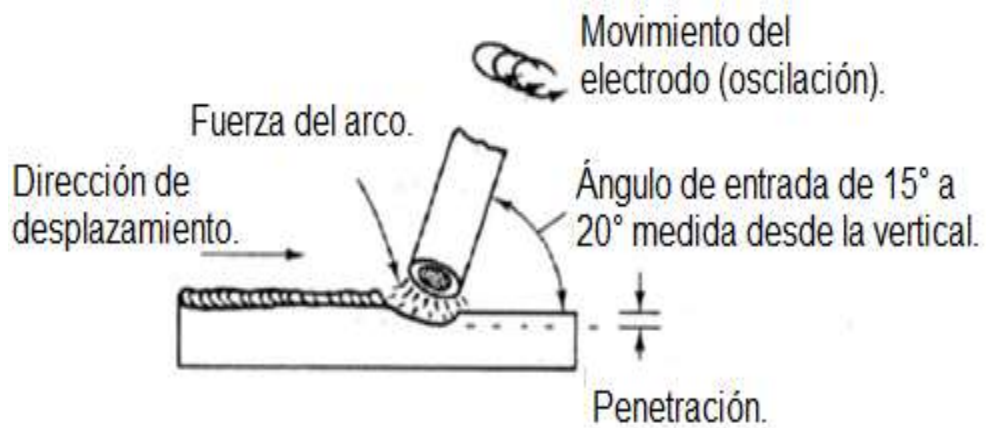


Figura 2.4. Ángulo del electrodo.

Fuente. Jeffus, Larry (2009).

2.11. Tipos de juntas

2.11.1 Junta a tope

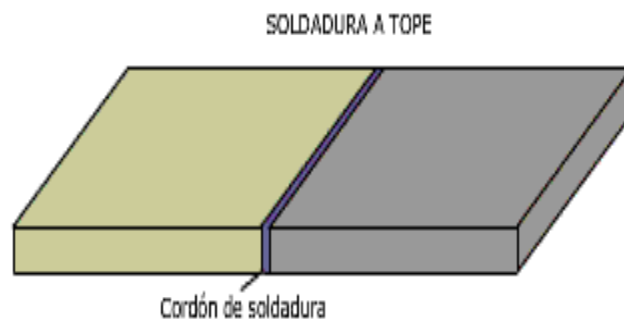


Figura 2.5. Junta a tope.

Fuente. García, Maya (1989).

La junta a tope es la más fácil de soldar, ya que es el proceso por el cual permite la unión de dos piezas o placas ubicadas en el mismo lugar al mismo nivel, tomando en cuenta se puede soldar con una soldadura simple, ya que es la más efectiva y económica.

2.11.2. Soldadura de esquinas

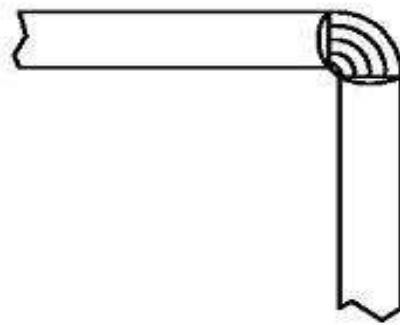


Figura 2.6. Soldadura por esquinas.

Fuente. García, Maya (1989).

La soldadura de esquinas es el proceso por el cual permite unir dos elementos en un ángulo de 90 grados, las piezas a soldar se las pone en una ubicación de tal manera que solo se topen en un borde y formen una "V" y el resto del lugar debe ser cubierto con la suelda.

2.11.3. Juntas de borde

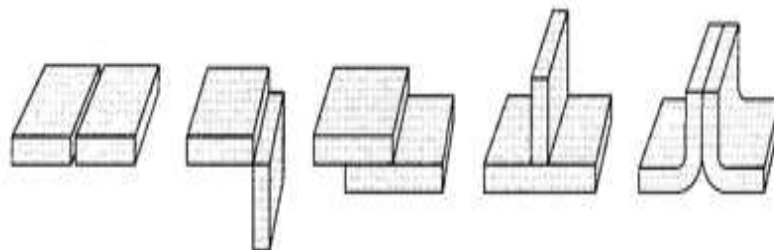


Figura 2.7. Juntas de borde.

Fuente. García, Maya (1989).

La junta de borde es el proceso por el cual permite unir dos piezas con bordes de manera que estén en posición vertical.

2.11.4. Juntas solapadas

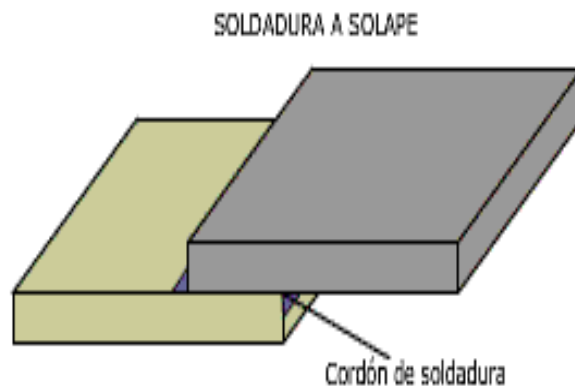


Figura 2.8. Juntas solapadas.

Fuente. García, Maya (1989).

Las juntas solapadas es el proceso por el cual permite sobreponer una pieza o placa, considerando que no estén una encima de la otra inicialmente, si no que el borde de una de la placa u objeto se suelda a la superficie plana de la otra así sobreponiéndose.

2.11.5. Soldadura en "T".

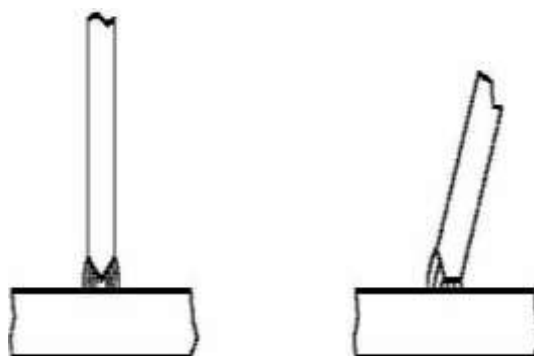


Figura 2.9. Soldadura en "T".

Fuente. García, Maya (1989).

La soldadura en “T” es el proceso por el cual permite unir dos placas u objetos con su ángulo apropiado dando la forma respectiva a una “T”.

2.12. Posiciones de soldadura

2.12.1. Soldadura plana

La soldadura plana es el proceso por el cual la pieza a soldar es ubicada de forma vertical, el relleno para la unión proviene del electrodo para soldar, el material del electrodo va en esa dirección.



Figura 2.10. Soldadura plana.

Fuente. Ares, José (2009).

2.12.2. Soldadura horizontal

La soldadura horizontal es el proceso por el cual la pieza a soldar se pone en forma horizontal, manteniendo su plano vertical.



Figura 2.11. Soldadura horizontal.

Fuente. Ares, José (2009).

2.12.3. Soldadura vertical

La soldadura vertical es el proceso por el cual la superficie de la pieza a soldar obtiene toda la soldadura en posición vertical, el electrodo está en forma horizontal e inclinada hacia el espacio donde se va a soldar.



Figura 2.12. Soldadura vertical.

Fuente. Ares, José (2009).

2.12.4. Soldadura sobre cabeza.

La soldadura sobre cabeza es el proceso por el cual la pieza a soldar está ubicada en una posición sobre la cabeza del operador, la soldadura va por la parte de abajo del mismo, el electrodo se ubica hacia arriba y de forma vertical.



Figura 2.13. Soldadura sobre cabeza.

Fuente. Ares, José (2009).

2.13. Soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)

Dentro del proceso de soldadura por arco, se debe tomar en cuenta el elevado calor necesario para fundir el metal base, este es producto del arco eléctrico. Un operario de este proceso debe tener en cuenta que está trabajando con elevados voltajes para el funcionamiento del mismo, tomando en cuenta que esta soldadura por arco no es tan peligrosa como los otros procesos pero es necesario conocer las precauciones de trabajo ya que se utiliza elevados amperajes y se está expuesto a radiaciones.

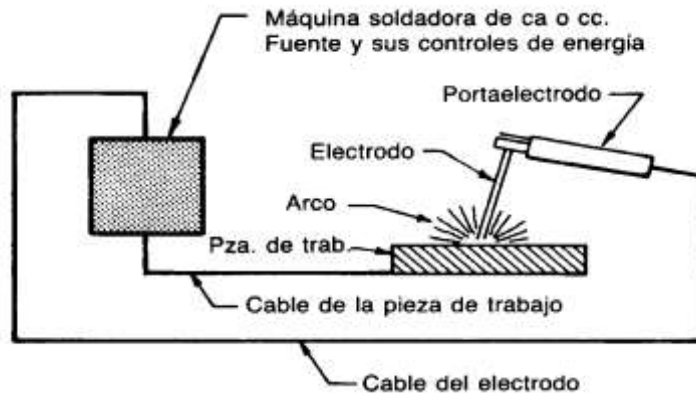


Figura 2.14. Solda de arco manual con electrodo revestido.

Fuente. Rowe, Richard (2008)

2.13.1 Máquina de corriente alterna

Las máquinas de corriente alterna (C.A.) se las conoce como transformadores, por lo que ayudan a transformar la corriente que ingresa a la máquina de alto voltaje y bajo amperaje, en una corriente ideal de trabajo bajo voltaje y alto amperaje, esto lo realiza la máquina internamente por un sistema de devanados tanto primarios como secundarios y un elemento que es un reactor movable. La corriente alterna facilita el uso de electrodos de mayor espesor, logrando que el trabajo a realizarse también aumente.

2.13.2 Máquina de corriente continua

La máquina de corriente continua (C.C.) se divide en dos elementos principales:

- Un Generador
- Un Rectificador

En el generador de C.C. la corriente se realiza por el movimiento de un elemento inducido por medio de electricidad, la corriente alterna que se

produce pasa a un conjunto de elementos llamados escobillas de carbón y un conmutador o colector, los cuales la trasforman en corriente continua.

Los rectificadores son trasformadores de C.A. los que están compuestos por un rectificador, la corriente alterna que este produce, el trasformador envía al rectificador el cual trasforma a corriente continua.

Con la corriente continua se tiene un arco eléctrico más estable y fácil de encender, logrando que los brotes o salpicaduras no sean muy comunes y el trabajo en piezas grandes no es adecuado.

Cuando el cable porta electrodo está conectado a la terminal positiva, la brida de la toma a tierra tiene que conectarse a la terminal negativa. En caso que la máquina disponga de un interruptor para cambio de polaridad, este último debería estar en la posición marcada como “positivo”, “+”o “inverso”.

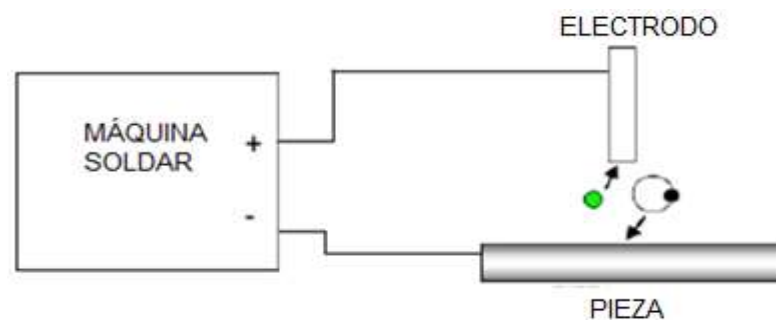


Figura 2.15. Diagrama de polaridad inversa.

Fuente. Rowe, Richard (2008).

Cuando el cable porta electrodo está conectado al terminal negativo, brida de la toma a tierra tiene que conectarse a la terminal positiva. En

caso que la máquina disponga de un interruptor para cambio de polaridad, este último debería estar en la posición marcada como “negativo”, “-” o “inverso”.

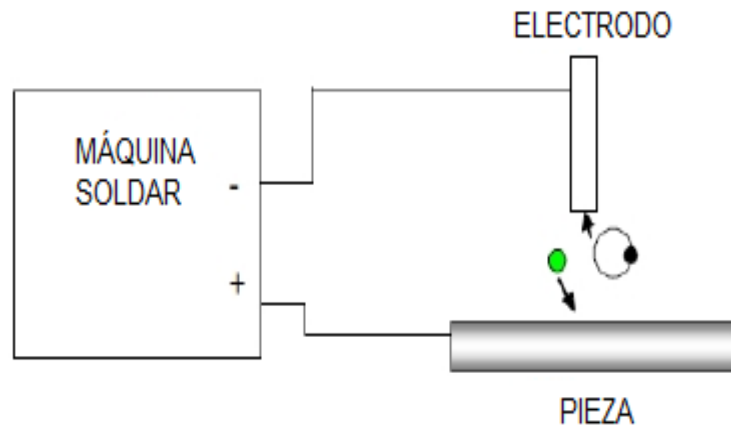


Figura 2.16. Diagrama de polaridad directa.

Fuente. Rowe, Richard (2008).

2.13.3. Porta electrodo y conexión a masa.

(García, 1989). Son elementos fundamentales que forman parte del equipo de soldadura, su función es que garantizan el paso de corriente entre el electrodo y la pieza soldar. El porta electrodo está fabricado de fibra y se compone por un mango hueco, este permite su enfriamiento al instante. Consta de un gatillo el cual sirve para abrir las mandíbulas donde va el electrodo, las dos mandíbulas son de acero, al extremo consta de dos mordazas de cobre lo que facilita el paso de la corriente, y tiene un recubrimiento en la parte posterior con un material aislante para evitar contacto con la piel. (PP 63 – 64)

2.13.4. Electrodo para SMAW

Los electrodos son importantes en la soldadura eléctrica porque permite el paso de la corriente y como metal de aportación, existen dos tipos: electrodos desnudos o electrodos recubiertos.

Los electrodos desnudos son varillas de metal, de diámetro muy pequeño poco utilizado en la soldadura de arco manual, por los problemas que presentan:

- Problemas en el encendido y al mantener el arco.
- Cordón de soldadura desigual.
- Solo permite soldar en posición horizontal.
- Problemas en elementos de aleación por oxidación, oxidación y nitruración del hierro y malas propiedades mecánicas.

Los electrodos recubiertos son los que se distinguen por una parte metálica o alma y el revestimiento que lo rodea, el revestimiento en el electrodo es el que le permite el encendido del arco y la estabilidad del mismo. Protege al metal de la oxidación y nitruración, ayudándole al baño de fusión hasta que este se solidifique.

El revestimiento también permite la formación del cordón e incluye elementos de aportación al metal que el electrodo no los tiene. El revestimiento de los electrodos puede ser de los siguientes materiales:

- Oxidante
- Ácido
- Neutro
- Rutilo, con escuma viscosa (R) o con escoria fluida.

Tabla 2.1.
Revestimiento de los electrodos

TIPO	PRODUCTOS QUE DETERMINAN EL TIPO DE ELECTRODO	CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES
DELGADO OXIDANTE.	Óxidos de hierro revestido delgado.	Para rellenos y recrecimientos cerrajería, trabajos sencillos. No hay que mantener la escoria.
GRUESO OXIDANTE.	Revestido grueso.	Soldadura semiautomática de arrastre, en ángulo y rincón exclusivamente. Poca penetración. El metal depositado contiene muy poco carbono y manganeso, lo que da lugar a una baja resistencia a la tracción de él. Sirve también para cortar.
ÁCIDO	Sílice y derivados de la sílice.	Muy buena velocidad de fusión. Buena penetración. Deposita el metal en forma de gotas finas y continuas (electrodo de gota caliente). En posiciones el manejo es bastante bueno. Muy sensible a las impurezas de los metales base.
NEUTRO	Óxidos inestables (de hierro y de manganeso).	Exclusivamente para posición horizontal. Fusión algo lenta y bajos rendimientos de soldadura. Muy buenas características mecánicas y gran resistencia a los metales base impuros. Mal manejo en posiciones difíciles.
RUTILO	Rutilo	Muy adecuado para soldar en posiciones difíciles. Aporta el metal en gotas gruesas que se solidifican rápidamente (electrodos de gota fría). Útil para chapa fina.
ORGÁNICO	Celulosa (superior al 20%).	Muy poca escoria. Fusión muy rápida. Buena penetración. Las aguas del cordón quedan algo gruesas. Se debe emplear con corriente continua o alterna con elevada tensión en vacío.
BÁSICO	Carbonato cálcico o magnésico más espato flúor.	Construcciones soldadas en las que se toma la presencia de aceros de mala calidad o que por su excesiva rigidez puedan producir grietas. Especial para soldaduras que han de someterse a bajas temperaturas o a esfuerzos dinámicos. Elevada resiliencia.

Fuente. (ROWE, 2008)

2.14. Clasificación de los electrodos de acuerdo a la AWS.

Los electrodos por lo general mantienen su propia identificación en cualquier lugar y parte del mundo, pero la AWS usa esta identificación para mencionar y clasificar a los electrodos en dos grupos como son:

- El AWS A5.1 para electrodos de acero dulce o de relleno.
- El AWS A.5.5 para electrodos de aleación de acero (alto porcentaje de carbón).

2.14.1. Clasificación de los electrodos de acuerdo a la norma AWS A5.1

Electrodo revestido para soldar aceros al carbón, la norma AWS A5.1 clasifica los electrodos de la siguiente manera:

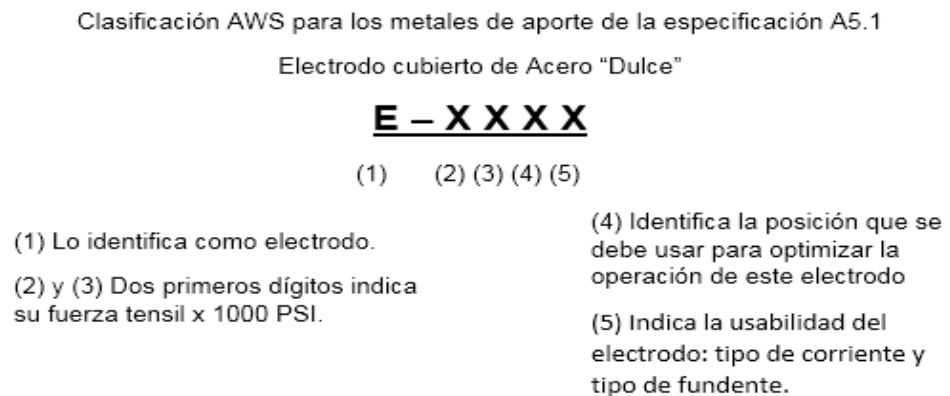


Figura 2.17. Clasificación de los electrodos según norma A5.1.

Fuente. Rowe, Richard (2008).

- 1 Todas las posiciones.
- 2 Posición plana y horizontal.
- 3 Posición plana.
- 4 Posición plana descendente.
- 5 Indica las características operacionales del electrodo.

Tabla 2.2.
Clasificación de los electrodos.

CLASIFICACIÓN	CORRIENTE	ARCO	PENETRACIÓN	FUNDENTE Y ESCORIA
EXX10	DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso-Sodio (0 –10% de polvo de Hierro)
EXXX1	AC o DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso – Potasio (0% de polvo de Hierro)
EXXX2	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Titanio – Sodio (0 –10% de polvo de Hierro)
EXXX3	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio – Potasio (0 – 10% de polvo de Hierro)
EXXX4	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio – Polvo de Hierro (25 – 40% de Polvo de Hierro)
EXXX5	DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno – Sodio (0% de polvo de Hierro)
EXXX6	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno -Potasio (0% de Polvo de Hierro)
EXXX8	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno – Polvo de Hierro (25 – 40% de Polvo de Hierro)
EXX20	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Óxido de Hierro – Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX22	AC O DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Óxido de Hierro – Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX24	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio – Polvo de Hierro (50% de Polvo de Hierro)
EXX27	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Óxido de Hierro – Polvo de Hierro (50% de Polvo de Hierro)
EXX28	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno – Polvo de Hierro (25 – 40% de Polvo de Hierro)

Fuente. Rowe, Richard (2008).

DCEP = Corriente Directa Electrodo Positivo.

DCEN= Corriente Directa.

1 Cualquier posición (Plana, horizontal, sobre cabeza y vertical).

2 Plana y horizontal.

3 Plana.

4 Vertical.

2.14.2. Clasificación AWS para los metales de aporte para soldar aceros aleados de la norma AWS A5.5

Clasificación AWS para los metales de aporte de la especificación A5.5

Electrodo cubierto de baja aleación de acero.

E - X X X X X X

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

(1) Lo identifica como electrodo.

(2) y (3) Dos primeros dígitos indica su fuerza tensil x 1000 PSI.

(4) Indica la usabilidad del electrodo tipo de fundente y tipo de corriente.

(5) Indica la posición que debe usar para optimizar la operación de este electrodo.

(6) y (7) Composición química del material después de depositado

Figura 2.18. Clasificación de los electrodos según norma A5.5.

Fuente. Rowe, Richard (2008).

Número del sufijo para electrodos según AWS.	% de Aleación					
	(Mo)	(Cr)	(Ni)	(Mn)	(Va)	(Cu)
A1	0.5	-	-	-	-	-
B1	0.5	0.5	-	-	-	-
B2	0.5	1.25	-	-	-	-
B3	1.0	2.25	-	-	-	-
B4	0.5	2.0	-	-	-	-
B5	1.1	0.5	-	-	-	-
B6	0.5	5.0	-	-	-	-
B7	0.5	7.0	-	-	-	-
B8	1.0	9.0	-	-	-	-
B9	1.0	9.0	-	-	0.20	0.25
C1	-	-	2.5	1.2	-	-
C2	-	-	3.5	1.2	-	-
C3	-	-	1.0	1.2	-	-
C4	-	-	1.5	1.2	-	-
C5	-	-	6.5	0.75	-	-
D1	0.3	-	-	1.5	-	-
D2	0.3	-	-	1.75	-	-
D3	0.5	-	-	1.4	-	-
E ⁺	0.2	0.3	0.5	1.0	0.1	0.2
M	Ver	AWS	A 5.5-96	-	-	-
P1	0.5	0.3	1.0	1.2	-	-
W1	-	0.2	0.3	0.5	-	0.4
W2	-	0.6	0.5	0.9	-	0.5

Figura 2.19. Designación de electrodos según norma AWS A5.5 – 96.

Fuente. Giachino, Joseph (2008).

2.15. Curva característica soldadura SMAW

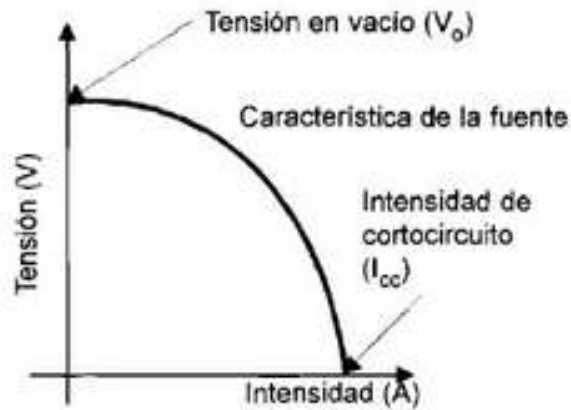


Figura 2.20. Curva característica de la soldadora SMAW.

Fuente. García, Maya (1989).

2.16. Soldadura al arco con electrodo de tungsteno (GTAW/TIG)

(Giachino, 2008). La sigla TIG corresponde a las iniciales de las palabras inglesas "Tungsten Inert Gas", lo cual indica una soldadura en una atmósfera con gas inerte y electrodo de tungsteno. El procedimiento TIG puede ser utilizado en uniones que requieran alta calidad de soldadura y en soldaduras de metales altamente sensibles a la oxidación (tales como el titanio y el aluminio). Sin embargo, su uso más frecuente está dado en aceros resistentes al calor, aceros inoxidable y aluminio.(PP 120-150).

En la actualidad, la tecnología exige calidad y confiabilidad en las partes soldadas, obligando a adoptar en la práctica novedosos sistemas en el que se destaca la soldadura TIG denominada también soldadura con gas inerte y electrodo de tungsteno.

El proceso de soldadura TIG se lo denomina como soldadura al arco con protección de gas, se caracteriza porque utiliza el calor del arco generado por el electrodo de tungsteno no consumible y las placas a soldar, en este proceso puede aplicarse con material de aporte o sin material de aporte.

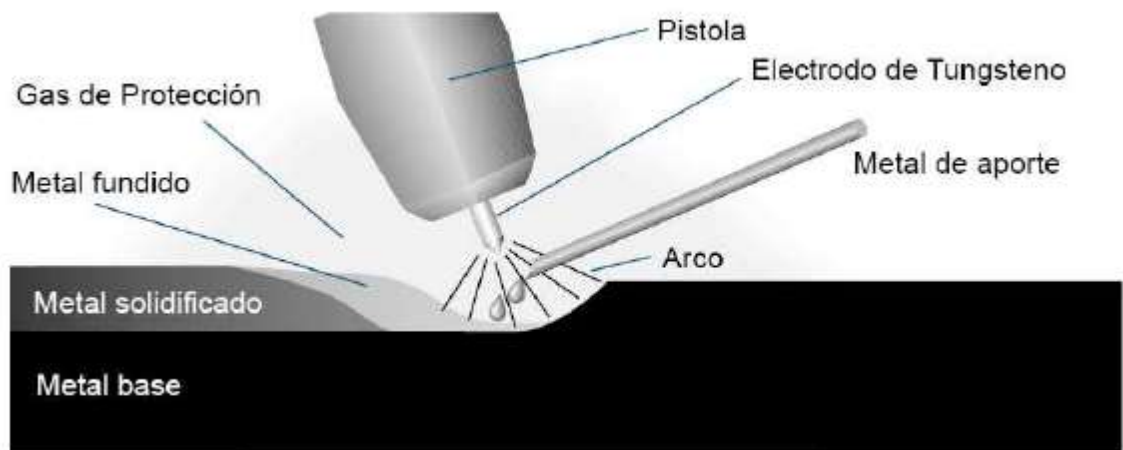


Figura 2.21. Diagrama esquemático del proceso de soldadura GTAW/TIG

Fuente. Giachino, Joseph (2008).

Las soldaduras realizadas con el sistema TIG son más resistentes, soportan la corrosión y con un grado de ductilidad mayor en comparación a las realizadas con electrodos normales. Cuando se necesite mayor calidad y se requiera mejores acabados, es necesario utilizar el proceso TIG para que se logre una soldadura homogénea, de un buen aspecto y una apariencia lisa.

2.17. Fundamentos del proceso TIG

El sistema TIG consiste en la utilización de un electrodo de tungsteno o una aleación del mismo material que va puesto en una antorcha.

Un gas de protección es alimentado para proteger el electrodo, la pileta líquida y el metal de la soldadura en el transcurso de la solidificación del contaminante atmosférico. El arco eléctrico se genera por traslado de la corriente a través del gas que protege, el que transporta la corriente. El arco se genera entre la punta del electrodo y la superficie a soldar. El calor que se genera funde el metal base. Cuando se establece el arco y el charco de soldadura se mueve el soplete a lo largo de la unión y el arco va fundiendo de una forma progresiva las partes a soldar. Si se utiliza material de aportación, se va alimentando por el borde delante del charco para que se vaya alimentando la unión.

2.17.1. Componentes básicos de la soldadura TIG.

2.171.1. Polaridad de la corriente

Cuando el electrodo de tungsteno tiene polaridad negativa y la superficie de la pieza polaridad positiva; polaridad directa, los electrones se desprenden del electrodo y van a chocar contra el material a soldar, lo cual se genera $2/3$ de la energía total que se proporciona de la tensión por la intensidad, en forma de calor en el metal base. El arco que se forma bajo el gas de protección se realiza en forma de una campana, dando así una incrustación delgada y profunda en el metal base.

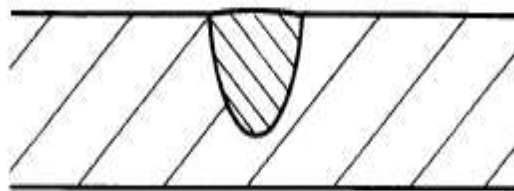


Figura 2.22. Penetración con corriente continua, polaridad directa.

Fuente. Giachino, Joseph (2008)

A baja intensidad hasta 25 A, la tensión va disminuyendo rápidamente al aumentar la intensidad de la corriente. A continuación de este valor, la tensión aumenta paulatinamente con la intensidad, ya que al incrementar la intensidad, el punto de ignición del extremo del electrodo se dirige hacia arriba, con lo cual se incrementa la longitud media del arco, es decir aumenta la tensión.

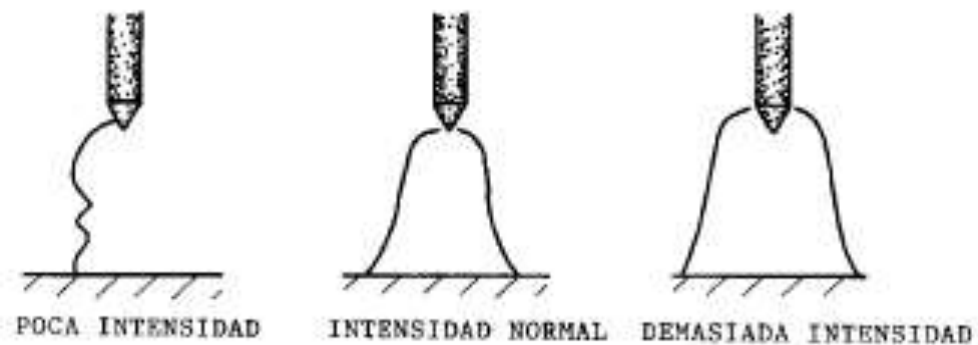


Figura 2.23. Intensidad de la corriente.

Fuente. Hernández, Germán (2008).

Como se puede observar en la figura 2.23, el arco aumenta su longitud y la base del arco también aumenta en la superficie, con ello varía la distribución de energía en la pieza, es decir que hay una disminución de energía por unidad de superficie. En el sistema TIG se afila la punta del electrodo con un ángulo aproximado de 40° .

En la polaridad inversa, el electrodo se haya en potencial positivo con respecto a la pieza, que está conectada al polo negativo. Para este caso la energía en forma de calor se distribuye en $2/3$ en el polo positivo y $1/3$ en el polo negativo, para ello se necesita un electrodo mucho mayor que en una soldadura de polaridad directa: un ejemplo, si a 150 A se puede soldar con un electrodo de 1.6 mm de polaridad directa, a igual

intensidad, para polaridad inversa se utiliza un electrodo de 4.8 mm. Se recalca que en este método la penetración es poca y ancha.

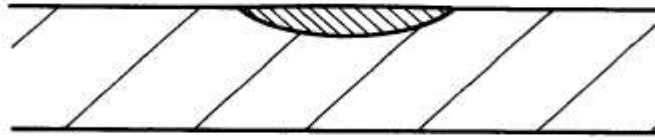


Figura 2.24. Penetración con corriente continua, polaridad inversa.

Fuente. Hernández, Germán (2008).

Se da un proceso de limpieza en el material, mediante los electrones que salen de la pieza van quitando la película de óxido y cualquier tipo de impurezas la hacen a un lado. El método de polaridad inversa no tiene aplicación, en casos excepcionales como en chapas finas en magnesio es donde se lo puede utilizar.

2.18. Características y ventajas del sistema TIG

- No hay necesidad de utilizar fundente, no se requiere una limpieza después de la soldadura.
- Por lo general no hay salpicaduras, chispas ni emanaciones ya que no se utiliza material de aporte.
- Se obtiene una soldadura de calidad en cualquier tipo de posición.
- Debido a la utilización de gas de protección, el área de soldeo se muestra visible.
- El sistema TIG puede ser automatizado, se controla mecánicamente la antorcha y el material de aportación.

2.19. Equipo

La soldadura TIG se compone de lo siguiente:

- Fuente de poder.
- Unidad de alta frecuencia.
- Antorcha o pistola.
- Suministro de gas de protección



Figura 2.25. Equipo de soldadura TIG.

Fuente. Hernández, Germán (2008)

2.19.1. Soplete

Se encarga de sostener el electro de tungsteno, el que traslada la corriente y conduce el gas de protección al lugar de soldadura. Para elegir un soplete se toma en cuenta la cantidad de corriente máxima que pueda trasladar sin que se recaliente. Los sopletes en mayoría pueden

alojar y manejar electrodos de diversos tamaños para un cierto intervalo dado en las boquillas. En función de la corriente los sopletes son refrigerados con gas o con agua. En los refrigerados con gas pueden soportar hasta 200 A, mientras los refrigerados con agua de 300 a 500 A.

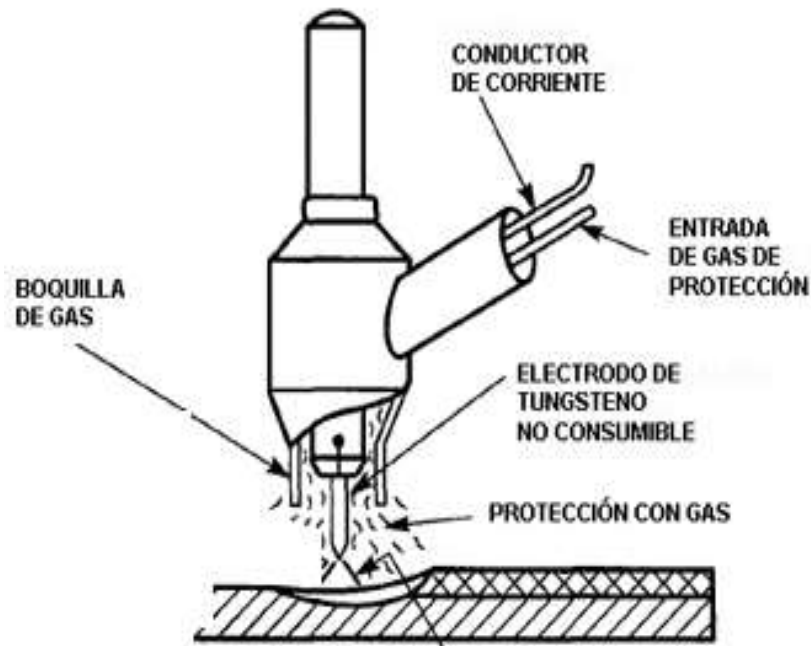


Figura 2.26. Diagrama del soplete.

Fuente. Giachino, Joseph (2008).

Los sopletes forman un ángulo que va desde su posición el mango formando un ángulo de 120° como se observa en la figura 2.26. Tienen una válvula de apertura en el mango para controlar el paso del caudal del gas. Este soplete tiene dos partes las boquillas y los mandriles.

Las boquillas hacen fluir concéntricamente el gas protector. Los mandriles son de cobre generalmente y se adaptan al tipo de electrodo. Al momento del ajuste en la tapa de la pistola existe un excelente contacto

entre el mandril y el electrodo, el cual brinda una buena transferencia sin mucho calentamiento.

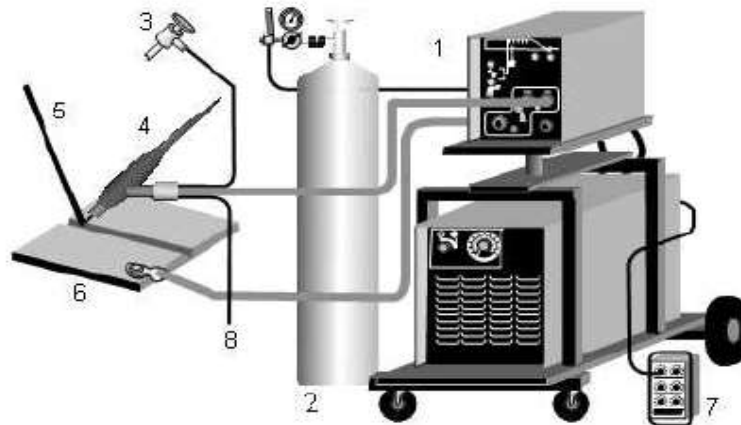


Figura 2.27. Diagrama esquemático del equipo TIG.

Fuente. Hernández, Germán (2008)

1. Fuente de poder corriente continua, con unidad de alta frecuencia.
2. Gas de protección.
3. Suministro de agua.
4. Pistola.
5. Material de aporte.
6. Material base.
7. Control remoto
8. Drenaje de agua.

2.19.2. Electrodo

Los electrodos son de tungsteno o aleaciones del mismo no consumibles, si se emplea debidamente el proceso ya que no tienen que derretirse. Su función principal del electrodo es que sirve de terminal

eléctrico del arco proporcionando el calor ideal para que se ejecute la soldadura. La temperatura de fusión del tungsteno es de 3410 °C. Cuando llega a esta temperatura el material se vuelve termoiónico, esto quiere decir que es una fuente abundante en electrones. Gracias a la resistencia es que el electrodo alcanza esta temperatura, si el electrodo no tuviera el sistema de protección con el gas los electrones se desprenderían de la punta, esto quiere decir que se fundiría la punta. No obstante la punta tiene menor temperatura que el cuerpo del electrodo. Existen cinco factores a considerar para la elección de electrodos en el sistema TIG: Tamaño, composición química, mandriles boquillas y forma de la punta.

Según la norma AWS A5.12 los electrodos para el proceso TIG están elaborados con tungsteno o aleaciones del mismo, lo que los hace prácticamente no consumibles, por su punto de fusión es de 3800 °C. La identificación de los electrodos se la hace por el color de sus extremos. En los electrodos de tungsteno los diámetros más utilizados: 1.6 mm (1/16"), 2.4 mm (3/ 32"), 3.2 mm (1/8"). Largos estándar: 3" y 7"

Tabla 2.3.

Tipos de electrodos proceso TIG.

TIPOS DE ELECTRODOS	IDENTIFICACIÓN	AWS
ELECTRODOS DE TUNGSTENO PURO	Punto verde	EWP
ELECTRODOS DE TUNGSTENO-TORIO (1% TH)	Punto amarillo	EWTh-1
ELECTRODOS DE TUNGSTENO-TORIO (2% TH)	Punto rojo	EWTh-2
ELECTRODOS DE TUNGSTENO-ZIRCONIO	Punto café	EWZr

Fuente. Gaxiola, José, (2008).

Tabla 2.4.
Tipos de materiales para proceso TIG.

MATERIAL	TIPO CORRIENTE	PENETRACIÓN	GAS	ELECTRODO
ALUMINIO	CAAF	Media	Argón	W
ACERO INOXIDABLE	CCEN	Alta	Argón	W – Th
ACERO DULCE	CCEN	Alta	Argón o Helio	W –Th
ALUMINIO	CAAF	Media	Argón	W
COBRE	CCEN	Alta	Argón o Helio	W –Th
NÍQUEL	CCEN	Alta	Argón	W –Th
MAGNESIO	CAAF	Media	Argón	W
COBRE	CCEN	Alta	Argón o Helio	W –Th

Fuente. Gaxiola, José, (2008).

CAAF: Corriente Alterna y Alta Frecuencia.

CCEN: Corriente Continua Electrodo Negativo.

W: Tungsteno.

W –Th: Tungsteno –Torio.

2.19.3. Forma de los electrodos

La afilación de la punta del electrodo es fundamental para la estabilidad del arco y para la penetración de la soldadura. En el caso de corriente alterna el electrodo debe ser hemisférico; en caso de que se forme una gota, se debe a que la densidad de corriente máxima ha sido sobrepasada. Usando tungsteno con un porcentaje de torio, casi nunca se llega a conseguir una forma hemisférica, y si hay un exceso de corriente el extremo se hace irregular.

Los electrodos en corriente continua deben ser puntiagudos, más aun si la densidad de corriente es débil; entre más agudo sea el ángulo mayor penetración. En su principio la altura de la punta debe ser 1.5 veces el diámetro del electrodo. La forma cónica se obtiene afilando el electrodo, pero para formar la punta se lo hace por medio del arco a convenir. Si la superficie del cono de un electrodo de tungsteno no está lo suficientemente pulida, se produce una inestabilidad del arco; se aumentaría la intensidad de corriente por un lapso de tiempo para así obtener una superficie lisa.

En la figura 2.28 se muestra diferentes casos de funcionamiento. Las flechas con líneas continuas muestran la dirección de la corriente en general. Las flechas discontinuas muestran la perturbación de la transmisión de la corriente.

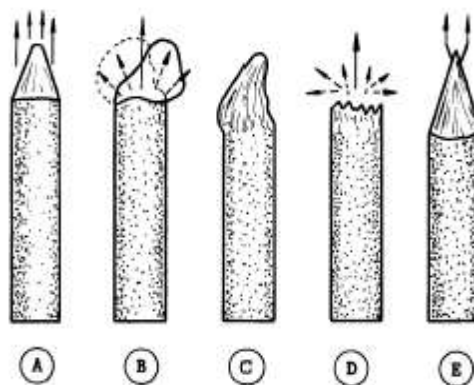


Figura 2.28. Forma de los electrodos TIG.

Fuente. Giachino, Joseph (2008).

En el caso A, el electrodo esta adecuadamente afilado y sano, se ha utilizado en condiciones normales de intensidad. El afilado en forma de cono y sin punta permite obtener un arco puntual, estable y centrado.

En el caso B, se observa que el electrodo está fundido por la utilización de una intensidad demasiado elevada. La punta está deformada, el arco está mal dirigido, por ello se oscila la bola de metal y se hace muy difícil. En el caso C, no se ha utilizado el gas de protección, el electrodo está contaminado por lo que hay que proceder al cambio o afilarlo nuevamente.

En el caso D, se ha utilizado una baja intensidad, de este modo no se ha creado la bola. Es necesario aumentar la intensidad en aleaciones ligeras para no obtener un arco errático.

En el caso E, el electrodo se ha afilado muy puntiagudamente, el desgaste será rápido ya que la punta tiene que soportar intensidades de corriente muy elevadas, por ello se va a fundir el electrodo y habrá residuos de tungsteno en la soldadura.

2.19.4 Gases de protección

La antorcha traslada el gas hacia el arco con el propósito de proteger el electrodo y al material fundido de la contaminación de la atmósfera.

El argón y helio o mezclas de los dos son los más utilizados en el proceso de soldadura TIG, estos son gases inertes. Por lo general el caudal recomendable para el argón es de 7 a 16 l/min y para el helio 14 a 24 l/min.

2.19.4.1. Argón

El gas argón es inerte, de peso molecular 40, se obtiene de la atmósfera, se refina hasta un 99.95% una pureza aceptable para la gran mayoría de metales. En cambio para reactivos y refractarios una pureza mínima de 99.99%.

El argón brinda buena estabilidad del arco y facilidad al encender. Este gas brinda baja conductividad térmica por lo cual facilita que se concentre el calor en la parte central del arco, con ello se obtiene una penetración destacada.

Utilización del argón en comparación con el helio

- El arco más uniforme.
- Menor penetración.
- Al soldar materiales como el aluminio y el magnesio hay que limpiar.
- Bajo costo y mayor disponibilidad.
- Buena protección con menores caudales.
- Más facilidad para iniciar el arco.

2.19.4.2. Helio

Es un gas inerte ligero con peso molecular 4, es obtenido por la separación a partir del gas natural. Para la utilización en soldadura se refina hasta un 99.99%. El helio transfiere mayor cantidad de calor al trabajo, lo que hace factible utilizarlo en materiales de alto nivel de conductividad térmica y trabajos mecanizados a gran rapidez.

Este gas no se lo utiliza mucho ya que es necesario aplicar mayor tensión en el arco, así generando una penetración menor y cordones más anchos. El uso del helio implica un mayor caudal para su utilización.

La mezcla de los dos gases sirve para soldaduras de placas gruesas y el soldeo de cobre ya que utilizan características que contribuyen a la figuración en frío del acero.

2.20. Técnica del proceso TIG

El proceso TIG puede ser manual, semiautomático y automático. Una vez que se forma el arco se va haciendo un círculo pequeño hasta que se forme la pileta líquida, luego hay que sostener la antorcha en un ángulo de 15° con respecto a la vertical y luego se va avanzando de forma que la superficie de acople se vaya fundiendo. Si se utiliza material de aporte se lo añade en el borde de adelante de la pileta. Cabe mencionar que en la soldadura semiautomática la antorcha es la que lleva el material de aporte y el soldador controla y dirige el avance.

2.21. Aplicaciones del sistema TIG

- En el proceso TIG se puede soldar cualquier tipo de metal como los que se cita: Aluminio, Acero Inoxidable, Acero al Carbono, Hierro Fundido, Cobre, Níquel, Magnesio, etc.
- Se utiliza mayormente en materiales delgados desde 0.5 mm, esto se debe al control del calor del arco con o sin material de aporte como por ejemplo en tuberías, escapes etc.
- La soldadura TIG se utiliza también cuando se requiere gran calidad y una buena terminación en espesores grandes.

2.22. Normas a tener en cuenta para conseguir unas soldaduras de alta calidad

(Rivas, 2009). En la soldadura TIG el metal de aportación en el caso de usarse debe estar muy limpio y también el metal base con una limpieza muy estricta.

Si se utiliza un diámetro de tungsteno inapropiado, se puede fundir muy fácilmente, estas partículas se trasladan al material de aportación con ello mezclándose y con ello realizándose una aportación mal realizada. En el caso de utilizarse una varilla de tungsteno de diámetro muy grueso no se conseguirá una buena penetración. Cuando el electrodo de tungsteno está contaminado el arco no es estable en la junta a soldar.

Puede darse cuando hay un soplado magnético, esto se puede evitar adecuando en la masa una pieza de cobre, la masa va ubicada o sujeta al metal base. También puede darse por motivos de estar trabajando en una corriente de aire, la que se dirige al mismo instante del arco. El tungsteno se puede contaminar con imperfecciones del arco. Este problema se puede dar cuando el gas de aporte no protege de la mejor manera al cordón.

Cuando la soldadura muestra con color gris oscuro y no queda brillante muestra que el gas de aportación no es el ideal y que el metal de aportación no está bien protegido. Este caso puede darse por mucha cantidad de caudal de gas o por la poca cantidad de caudal de gas.

Esto se da por la falta de calor centrado en la pieza. Se puede dar por una baja tensión, débil intensidad, demasiada velocidad de soldeo, inadecuado diámetro del tungsteno. (PP 212 – 213)

2.23. Curva característica soldadora TIG.

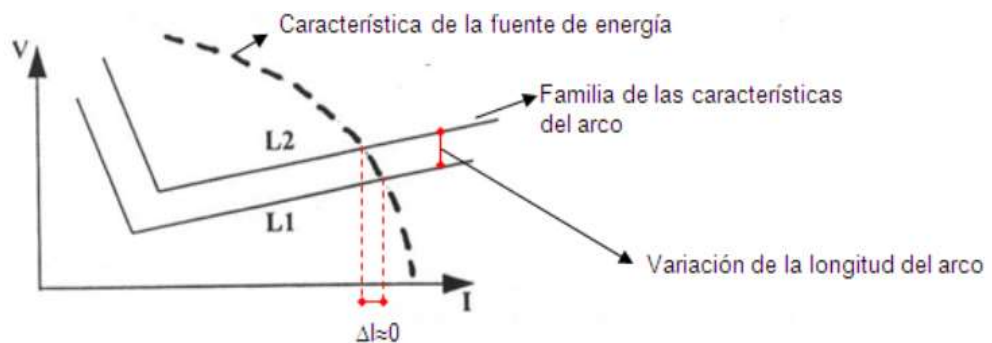


Figura 2.29. Curva característica de la soldadora TIG.

Fuente. Rivas, José (2009).

2.24. Soldadura autógena

(Hernández, 2008). La llama que se produce por la combustión generada por la combinación del acetileno y oxígeno alcanzan temperaturas muy altas de 3100 – 3500°C, lo extremadamente caliente para fundir los metales. Para obtener esta temperatura ideal de trabajo el acetileno y oxígeno se mezclan en cantidades proporcionales y a presiones adecuadas. Este equipo de soldadura está diseñado para realizar este proceso. (P 100)

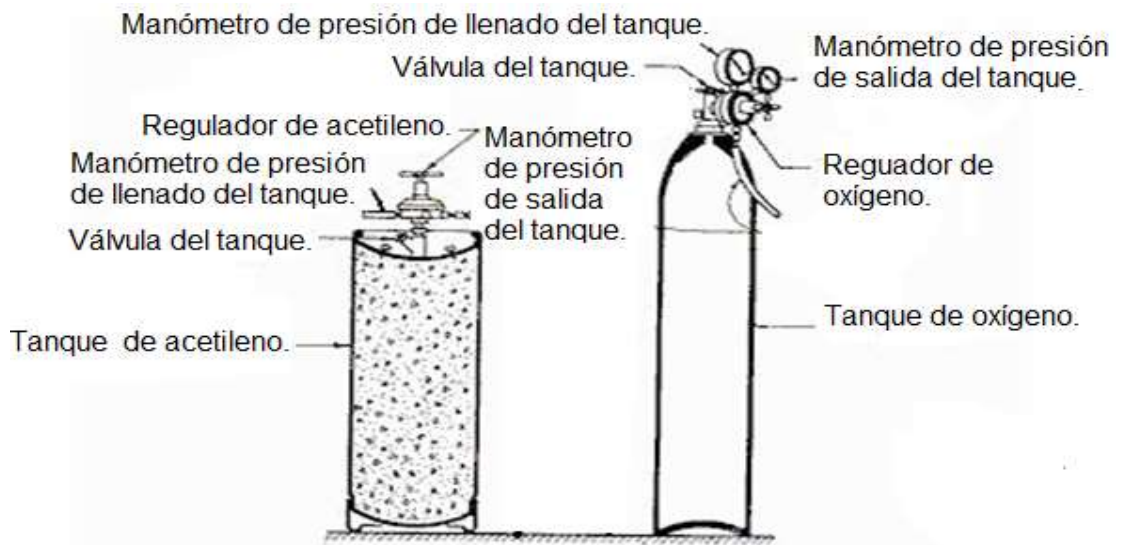


Figura 2.30. Solda autógena.

Fuente. Giachino, Joseph (2008).

2.25. Equipo

2.25.1. Tanque gas de oxígeno

El tanque de oxígeno para su uso en este proceso debe ser almacenado en tanques de acero a presiones estándares y temperatura ambiente, es decir, debe estar a una presión de llenado de 2200 psi (149.6 atmósferas), por lo general estos tanques son de color verde, estos tanques se los encuentra de tres clasificaciones de acuerdo al uso y trabajo que se realiza:

- Tanque grande de 244 pies cúbicos (6.9 metros cúbicos)
- Tanque mediano de 122 pies cúbicos (3.45 metros cúbicos)
- Tanque pequeño de 80 pies cúbicos (2.26 metros cúbicos)

En la parte superior del cilindro es decir en la cabeza tiene una válvula, la cual siempre debe ser manipulada manualmente nunca se debe utilizar

ni llaves ni elementos que puedan perjudicar este elemento, esta válvula debe ser abierta lentamente para que la carga salga directamente al manómetro de oxígeno y esté graduada a la presión necesaria de trabajo.

2.25.2. Tanque gas acetileno

El acetileno es fabricado entre la mezcla del carburo de calcio y el agua, igual que el oxígeno es almacenado en tanque de acero, a una presión de llenado de 250 psi, considerando que no se puede trabajar con esta presión ya que este gas es inestable y muy peligroso cuando las presiones son superiores a 15 psi, para proceder a trabajar con este gas ajustamos la presión de 5 - 6 psi en el soplete.

El tanque de acetileno más común a utilizarse para este proceso es el:

- Tanque grande de 212 pies cúbicos (6 metros cúbicos)

En la parte superior del tanque esta la válvula que se manipula manualmente, tomado en cuenta que se debe abrir esta válvula 1 ½ vueltas del acetileno y así el operador puede graduar lentamente la carga en el manómetro del mismo a la presión de trabajo a utilizarse, por lo general el tanque es de color rojo.

Tome en cuenta las siguientes indicaciones para el uso correcto de los tanques de acetileno:

- a) No deje el tanque en posición horizontal.
- b) No levante el tanque de la válvula ubicada en la parte superior del mismo.
- c) No exponer el tanque a elevadas temperaturas.
- d) No coloque grasa o aceite en la válvula del tanque.

- e) No haga rodar, empujar o agitar el tanque, puede una chispa inflamar este gas y ocasionar un incendio.
- f) Si el tanque está en mal estado no lo repare, proceda a realizar el cambio inmediato del mismo.
- g) Tenga presente que no exista en la punta del soplete materiales inflamables que puedan ocasionar un incendio.

2.25.3. Mangueras

La manguera para utilizar el oxígeno es de color verde o negra, la manguera para el uso del acetileno es de color roja, se debe tomar en cuenta que en la tuerca de conexión de la manguera hacia el manómetro tiene una acanaladura alrededor de la rosca, esto significa que su ajuste es de rosca izquierda.

2.25.4. Reguladores, manorreductores o manómetros.

Los reguladores de presión también sirven como reductores de presión, su principal función es de reducir notablemente la presión suministrada en los tanques a la presión de trabajo requerida para este proceso, logrando así una salida de gas permanente, dadas las presiones inestables de los tanques.

Existen dos tipos de reguladores:

- El tipo de doble cámara de expansión.
- El tipo de una sola cámara de expansión.

El regulador de doble cámara es el más sofisticado pero el más caro, tiene una pequeña cámara en la cual mantiene gas a una determinada

presión constante, para el oxígeno de 200 psi y para el acetileno 50 psi. Desde la cámara primaria de alta presión pasa el gas hacia una segunda cámara de baja presión, en la que se puede regular el gas a la presión necesaria con un tornillo de ajuste, tomando en cuenta que la presión de salida se mantiene constante sin importar que la presión del tanque sea la más baja.

El regulador de una sola etapa consta de una cámara de baja presión, la cual es regulada igual con un tornillo de ajuste, se toma en cuenta que si la presión del tanque baja, la presión del regulador baja, se debe inmediatamente recalibrar el tornillo de ajuste.

Todos los reguladores tienen dos manómetros:

- El uno muestra la presión alta del lado de entrada del regulador.
- El otro la presión baja de salida del regulador.

La presión alta del oxígeno puede llegar hasta 3000 (tres mil) psi y generalmente tiene una segunda escala calibrada para registrar el contenido de gas en el cilindro en pies cúbicos. La presión del acetileno en el lado de alta llega hasta los 400 psi. La presión de baja en el cilindro de oxígeno llega hasta los 50 - 60 psi, y la presión de baja del acetileno llega hasta los 30 psi.

2.25.5. Soplete

El soplete es el dispositivo más importante en este proceso, ya que por el cual permite la mezcla del oxígeno y el acetileno en la cantidad exacta para proceder a su combustión.

Como se muestra en la figura 2.31 el soplete en su parte central tiene el mezclador de gases, el cual permite el paso de los gases y regulación de los mismos por medio de llaves, así se puede obtener la cantidad exacta de estos gases para la llama que se ocupe en el proceso, esta mezcla va hacia la parte superior del soplete donde se encuentra la boquilla de salida donde se localiza un tubo acodado al que se lo conoce como lanza.

Estos sopletes tienen en la parte de abajo las entradas de conexión de las mangueras, la del oxígeno lleva las siglas OX y esta tiene su rosca derecha, el acetileno tiene las siglas AC y posee rosca izquierda.

Constan de un juego de boquillas las cuales se las denomina por el número que tienen marcado, si tienen un número mayor, mayor es el diámetro de salida, lo que conlleva a una mayor cantidad de paso de gas.



Figura 2.31. Soplete de soldadura autógena.

Fuente. Jeffus, Larry (2009).

2.25.6. Material de aportación

Para este proceso de soldadura se puede realizar solo calentando las piezas a soldar o a unir por medio de la fusión de los dos materiales en el lugar a soldar, o puede aplicar un material que se debe aportar y aplicar a estas piezas a soldar para poder unir con mayor consistencia, siendo la forma más común de soldar.

El material de aporte es casi igual o similar al material o pieza a soldar, pero este tiene como aplicación que es aliado con otros materiales lo que mejora así la soldadura.

Para el proceso de suelda con cobre, ya sea fuerte o blanda, la forma de la composición o mezcla del material de aporte será de plata en porcentajes iguales, y de otros metales con el objetivo de tener el punto de fusión y dureza necesarias. También se utiliza el latón, con un desoxidante, el desoxidante es un polvo o el bórax comúnmente conocido.

2.26. Tipos de llama

La llama es el proceso por el cual se produce por la combinación de una sustancia mediante la aplicación de oxígeno, o la aplicación de alguna sustancia que también lo contenga mediante se produzca la combustión. Este es un fenómeno que da luz y calor cuando se obtiene la combustión entre la mezcla de los dos gases, logrando así que se produzca llamas diferentes para sus aplicaciones.

2.26.1. Clases de llama

Cuando se realiza la mezcla del acetileno y oxígeno en sus cantidades exactas se logra obtener el tipo de llamas oxiacetilénicas que a continuación se menciona:

- Llamas neutras.
- Llamas oxidantes.
- Llamas carburantes.

2.26.1.1. Llama neutra

Es producida por la misma cantidad exacta de oxígeno y acetileno durante la combustión, este tipo de llama conocida como llama reductora permite soldar materiales como hierro, el cual no permite que sea desoxidante, y mediante el oxígeno del medio es utilizado para completar este proceso, y su color característico es azul.

2.26.1.2. Llama oxidante

Es producida por una cantidad de oxígeno del 30%, esto quiere decir que en parte donde se va a proceder a soldar se tiene la presencia constante de oxígeno, esta llama permite oxidar y quemar los metales base y al de aporte, obteniendo un destello de chispas, su color característico es azulado y la formación del cono es más corto que en la llama neutra.

2.26.1.3. Llama carburante

Es producida por el aumento del gas acetileno, cuando se produce la combustión, su principal característica es que su cono es más largo que la llama neutra.

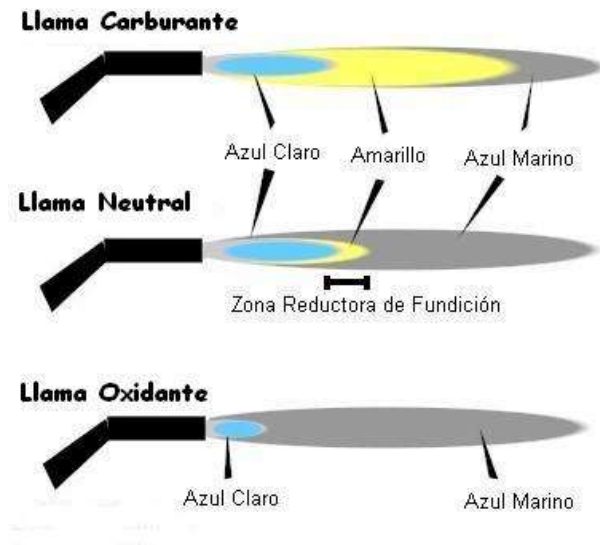


Figura 2.32. Tipos de llama.

Fuente. Hernández, Germán (2008).

2.27. Oxicorte

(García, 1989). Es un proceso aplicado en esta soldadura, es utilizada para soldar bordes o piezas cuando su espesor es muy alto.

Este proceso tiene dos etapas:

En la primera, el acero se calienta a una temperatura de 900°C con la llama producida por la combustión del oxígeno y el acetileno, en la segunda parte una cantidad considerada de oxígeno corta el metal y elimina los óxidos de hierro que se producen.

El acetileno es utilizado para producir y obtener una llama el cual calienta al material, ya que es considerado un gas combustible, mientras que el oxígeno es considerado un gas comburente el cual permite la oxidación pertinente en el proceso de corte. (PP 50 - 120).

Este equipo de oxicorte consta de dos tanques de gases comprimidos a alta presión que son el oxígeno y acetileno.

El soplete de oxicorte tiene dos conductos:

- Conducto de paso de acetileno
- Conducto de paso de oxígeno

Este soplete permite calentar las piezas o el acero con su llama carburante, y cuando se permite el paso del oxígeno en la parte afectada se produce una reacción química obteniendo como es el óxido férrico (Fe_2O_3), el cual cuando es pasado por la zona de corte se forma chispas por su temperatura de fusión que es menor a la del acero.

Esta soldadora cuenta con algunos componentes como son:

- Manorreductores.
- El soplete.
- Las válvulas anti retroceso.
- Las mangueras.

Los manorreductores su función principal es de transformar la presión del tanque a la presión de trabajo. El soplete es el dispositivo por el cual se realiza la mezcla de los gases.

Las válvulas anti retroceso son elementos de seguridad instalados en la parte de la salida de las mangueras que van al soplete y a los reguladores, los cuales permiten el paso del gas en un solo sentido.

Las mangueras son dispositivos por los cuales conducen el gas hacia el soplete para producir la mezcla, para el oxígeno es de color verde y para el acetileno de color rojo.

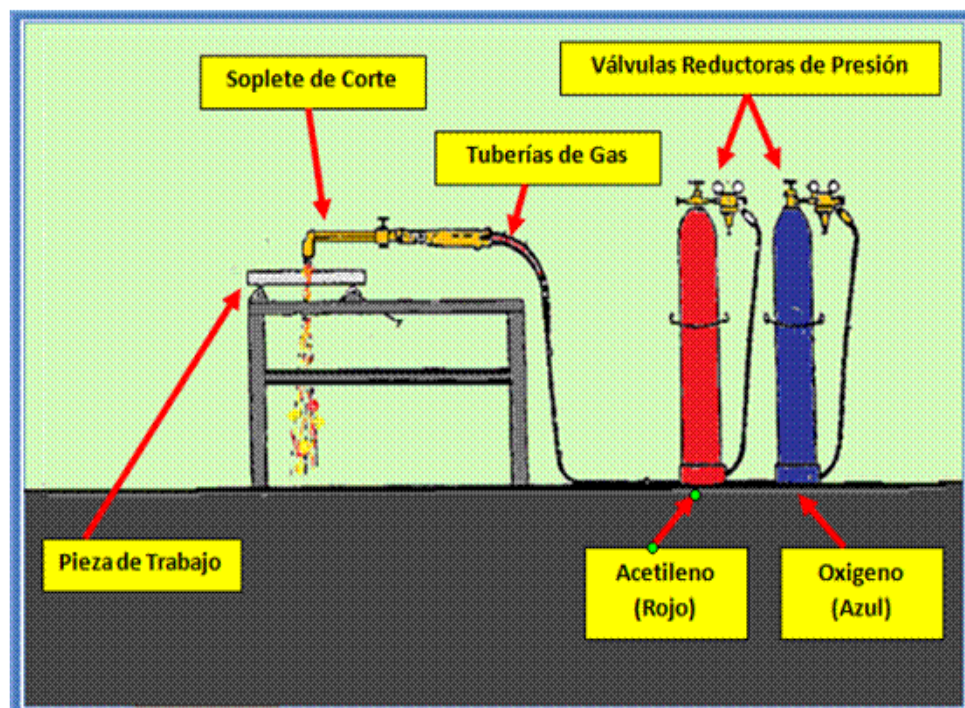


Figura 2.33. Solda oxicorte.

Fuente. García, Maya (1989).

2.28. Aspectos de Seguridad

(Ares, 2009). Los tanques de los gases para el proceso oxiacetilénico deben estar ubicados en posiciones verticales y fijas a la pared con una cadena que lo sujete. Nunca se debe poner aceite ni engrasar ningún elemento que conforma este equipo, de igual manera para manipular el equipo las manos del operador deben estar limpias que no tenga grasa, y no se debe golpear los tanques ni exponer al calor. (P 100)

2.29. Curva característica de la llama oxiacetilénica.

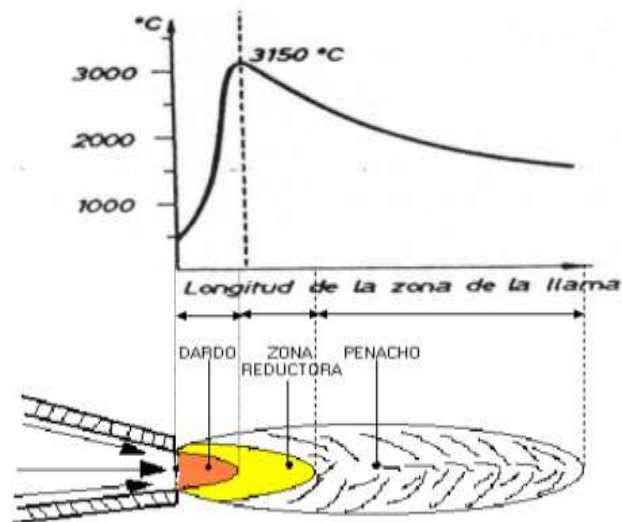


Figura 2.34. Curva característica de la llama oxiacetilénica.

Fuente. Ares, José (2009).

2.30. Calidad en los procesos de soldadura.

2.30.1. Ensayos o pruebas que se realizan en soldadura.

(Gaxiola, 2008). Los ensayos son pruebas que se realizan en el cordón de soldadura, donde se verifica el estado de la soldadura en las piezas,

obteniendo resultados de cómo está realizada la suelda, a continuación se detalla los ensayos que se aplican a la soldadura en dos grupos como son:

- Ensayos no destructibles.
- Ensayos destructibles.

2.30.2. Ensayos no destructibles.

2.30.2.1. Ensayos Visuales

Son pruebas que se realizan utilizando aparatos como lupas, calibradores, los cuales determinan si la suelda tiene defectos.

2.30.2.2. Ensayos con Rayos X o Rayos gama

Son pruebas, las cuales se realizan por medio de fotografías radiográficas que se las aplica en la soldadura y permiten observar los defectos que esta tiene, similar a la radiografía aplicada a los seres humanos, esta prueba se realiza más en tubos y calderas grandes, se utiliza para este ensayo un equipo de rayos x y una máquina de revelado de placas radiográficas.

2.30.2.3. Ensayos magnéticos

Son pruebas que se realizan y se aplican en dos tipos:

- Con hierro pulverizado.- Se lo espolvorea en la soldadura, después por medio de una carga magnética aplicada por la soldadura se observa como las partículas de hierro se concentran en las fallas, grietas y demás imperfecciones que se encuentren.

- Con mezcla de limaduras de hierro y petróleo.- Primero se limpia y pule la superficie soldada y se aplica la mezcla de la limadura de hierro con petróleo, se aplica corriente eléctrica en las piezas soldadas, si existe fallas, grietas o imperfecciones la limadura de hierro se incrustará en las fallas y se formará un cordón oscuro del grueso de un cabello.

2.30.2.4. Ensayo de tintas penetrantes

Son pruebas que se realizan para detectar imperfecciones en materiales sólidos no porosos como el acero inoxidable, aluminio y sus aleaciones, cobre, bronce y latón. Su proceso es muy sencillo ya que se basa en el principio físico conocido como capilaridad, y se lo utiliza aplicando estas tintas en la zona a ser inspeccionada, aplicada por inmersión, brocha, pincel o pulverización de líquidos de baja tensión superficial, los cuales ingresan penetrando los poros y se retienen donde existan fisuras o imperfecciones.

Este procedimiento tiene las siguientes características:

- Es económico, de fácil aplicación, no se necesita el empleo de equipos y permite observar e inspeccionar en su totalidad la parte de la pieza soldada, sin importar su forma, figura ni tamaño, y permite obtener resultados inmediatos si existen defectos.

- Por otro lado, presenta limitaciones ya que no puede ser aplicado en materiales porosos ni en superficies o piezas pintadas o con algún

recubrimiento protector, provocan riesgos que pueden afectar el material o el recubrimiento.

2.30.2.5. Ensayos con estetoscopio o de sonido

El soldador deberá golpear la pieza soldada con un martillo, y escucharlo con el estetoscopio, dependiendo del sonido se determinará si la soldadura es excelente o si tiene imperfecciones, para esta prueba se requiere de mucho entrenamiento.

2.30.2.6. Ensayo por ultrasonido

Son pruebas que se realizan por medio de ondas acústicas de alta frecuencia, los cuales no pueden ser captadas por el oído humano, permiten detectar fallas en los cordones de soldadura. Es una de las pruebas con mayor garantía pues permite identificar las imperfecciones en la soldadura así como las que se localizan a gran profundidad. Este proceso se lo realiza utilizando un cristal piezoeléctrico inserto dentro de un palpador, por el cual se genera y transmite una onda ultrasónica que viaja por toda la pieza soldada, cuando la onda incide en una superficie límite conocida como borde o imperfección, este se activará y será detectada por el cristal que a su vez emitirá una señal eléctrica, la misma que se amplificará en forma de eco, la cual será observada en el equipo de medición, el eco se puede regular tanto en amplitud como en posición, lo que permite que exista un registro al momento de encontrar imperfecciones en la soldadura.

2.31. Ensayos destructivos

Cuando la soldadura va a formar parte de un conjunto o estructura grande, se pueden aplicar pruebas destructivas en piezas soldadas parecidas a la unión real, en la prueba destructiva se puede doblar, torcer, verificar su composición química, la dureza, la prueba metalográfica, por ruptura, esfuerzo de compresión, fatiga resistencia al impacto o tracción. La prueba más sencilla para realizarla es fijándola en un tornillo de banco, la unión debe estar sujeta lo más cercana posible a la soldadura, luego se golpea con un martillo en la parte soldada probando el estado de la suelda. (PP 250 – 280)

2.32. Especificaciones técnicas para obtener una soldadura óptima.

(Jeffus, 2009). Los siguientes puntos que se detallan se deberán tomar en cuenta antes de empezar cualquier proceso de soldadura, en especial para obtener una soldadura de calidad.

2.32.1. Selección del electrodo adecuado

Seleccionar el electrodo adecuado es analizar las condiciones del trabajo que se va a obtener una vez aplicada en la soldadura, determinar el tipo y diámetro del electrodo que se acople al proceso a realizarse.

A continuación los pasos a tomar en cuenta para proceder a realizar cualquier proceso de soldadura:

- Naturaleza del metal base.

- Dimensiones de la sección a soldar.
- Tipo de corriente de acuerdo al proceso AC (Corriente alterna) o DC (Corriente continua).
- Posición a soldar.
- Tipo de unión y fijación de la pieza.
- Características especiales que requiere la soldadura como resistencia a corrosión, resistencia a la tracción.
- Especificaciones de algunas normas que se debe cumplir en la soldadura.

2.32.2. Medida de un electrodo.

La medida que se elegirá en un electrodo dependerá de estos factores:

- Espesor de metal a soldar.
- Que tan separados queden los filos de las uniones.
- Posición de la unión.
- Práctica y conocimiento del soldador.

2.32.3. Selección del amperaje de soldadura.

Cuando el amperaje es demasiado alto el electrodo se fundirá rápidamente y el baño de fusión será ancho y con imperfecciones. Pero si el amperaje es demasiado bajo no existe el calor necesario para que el electrodo y el metal base se funda, el baño será corto acumulado y muy irregular. (PP 122 – 129)

2.33. Glosario de términos.

Términos de acuerdo con la Sociedad Norteamericana de Soldadura (AWS).

- **AWS.-** American Welding Society - Sociedad Norteamericana de Soldadura.
- **SMAW.-** Manual Metal Arc Welding (MMAW) o Suelda Con Arco Manual con Electrodo Revestido.
- **GTAW.-** TIG (Tungsten Inert Gas), Suelda Con Arco Manual con Electrodo de tungsteno bajo la protección de gas.
- **OAW.-** Suelda oxiacetilénica, oxicorte.

CAPÍTULO III

3. Metodología de la Investigación

3.1. Tipo de investigación

En este caso se trata de una investigación tecnológica, basándose en los principios prácticos y las técnicas utilizadas en la soldadura.

3.1.1. Investigación Tecnológica.

Es tecnológica ya que se va a implementar equipos, indumentaria y un conjunto de guías de prácticas para los procesos de soldadura.

3.1.2. Investigación Bibliográfica.

La investigación también es bibliográfica, ya que el proyecto mismo permite que se acuda a fuentes de información como internet, libros, manuales y guías de prácticas relacionados con el tema de investigación.

3.2. Método

3.2.1. Analítico – Sintético.

Dentro del desarrollo y la aplicación de técnicas para los procesos de soldadura, se obtendrá y recopilará información de manuales de soldadura de talleres, de folletos, de módulos y guías de internet, los

cuales permitirán dirigir y preparar los diferentes procesos que en soldadura se aplicará para brindar a los estudiantes conocimientos técnicos – prácticos.

CAPÍTULO IV

4. Propuesta: Proceso y Resultados

4.1. Resultados de prácticas realizadas por los autores.

4.1.1. Practicas realizadas soldadura SMAW

Práctica 1: Soldadura plana a tope con electrodo revestido.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.1. Cordón soldadura plana a tope SMAW.



Figura 4.2. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)			x	2		
CORDÓN			x			

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- El cordón de soldadura en esta práctica fue regular, tuvo muchas porosidades y grietas.
- 2.- La penetración en esta práctica es acusada en toda la zona del cordón.
- 3.- En esta práctica se tuvo la presencia de escoria al momento de realizar la suelda, porque el electrodo empleado y el material a soldar al momento de fundirse con el calor despliega partículas del material y se mezclan con el charco que se produce durante el proceso de soldeo.

Práctica 2: Soldadura plana en ángulo con electrodo revestido.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.3. Cordón de soldadura en ángulo SMAW.



Figura 4.4. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MIALA	MM
PENETRACIÓN (MM)	x	3				
CORDÓN	x					

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- El cordón en esta práctica fue bueno, no se tuvo la presencia de porosidades ni grietas, pero si algunas salpicaduras.
- 2.- La penetración en esta práctica fue buena ya que el ángulo de soldeo fue ideal.
- 3.- En esta práctica se tuvo la presencia de salpicaduras, y escoria, producto del fundente del electrodo con el material y una mala continuidad en el cordón de soldadura.

Práctica 3: Soldadura vertical con electrodo revestido.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.5. Cordón de soldadura vertical SMAW.



Figura 4.6. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)			X	3		
CORDÓN			X			

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- El cordón en esta práctica fue regular, se tuvo la presencia de incrustaciones y porosidades.
- 2.- La penetración en esta práctica fue regular ya que no se mantuvo una velocidad constante al momento de soldar.
- 3.- En esta práctica se tuvo la presencia de escoria, producto de la posición inadecuada con la que se soldó y por la falta de habilidad del soldador.

Práctica 4: Soldadura horizontal con electrodo revestido

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.7. Cordón de soldadura horizontal SMAW.



Figura 4.8. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)			x	2		
CORDÓN			x			

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- El cordón en esta práctica fue regular, se tuvo la presencia de incrustaciones y grietas.
- 2.- La penetración en esta práctica fue superficial, no hubo mucha penetración.
- 3.- En esta práctica se tuvo la presencia de escoria, salpicaduras, por el amperaje mal seleccionado en la fuente de poder.

4.1.2. Prácticas realizadas soldadura TIG.

Práctica 1: Soldadura plana a tope en placas de acero al carbono con electrodo de tungsteno.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.9. Cordón de soldadura plana TIG.



Figura 4.10. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)	x	3				
CORDÓN	x					

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- El cordón de soldadura tuvo un aspecto liso y sin incrustaciones.
- 2.- La penetración fue buena por la correcta estabilidad del arco, ya que la punta del electrodo tuvo una correcta afilada.
- 3.- La varilla de tungsteno no se degradó por la utilización adecuada del caudal del gas de protección.

Práctica 2: Soldadura en placas de acero inoxidable con electrodo de tungsteno.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.11. Cordón de soldadura vertical TIG.



4.12. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)			x	2		
CORDÓN			x			

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- El cordón de soldadura es irregular con incrustaciones y porosidad en los extremos.
- 2.- La penetración fue mala a causa de una velocidad inconstante en la que se realizó la soldadura.
- 3.- La punta del electrodo se contaminó al momento de iniciar el arco por hacer contacto con el material a soldar.

Práctica 3: Soldadura de aluminio al arco con electrodo de tungsteno TIG.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.13. Cordón de soldadura en aluminio TIG.



Figura 4.14. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)			x	2		
CORDÓN			x			

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- Un cordón deforme, ancho de mala apariencia por la utilización de material de aportación.
- 2.- Una penetración regular producto de la mala aplicación del ángulo del electrodo.
- 3.- Las placas de aluminio se soldaron, seleccionando corriente continua con el estabilizador de alta frecuencia para generar un arco ideal.

4.1.3. Prácticas realizadas soldadura oxiacetilénica.

Práctica 1: Soldadura de placas de bajo carbono con llama oxiacetilénica.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.15. Cordón de soldadura plana oxiacetilénica.



Figura 4.16. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)			x	2		
CORDÓN			x			

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- El cordón en esta práctica fue regular, por la habilidad que se necesita para hacer este proceso.
- 2.- La penetración en esta práctica fue superficial, por la mala regulación de la llama.
- 3.- En esta práctica se debe considerar el manejo adecuado del equipo y el conocimiento del mismo, el empleo del material de aporte depende mucho para que la suelda quede en perfecto estado.

Práctica 2: Soldadura de placas de acero de bajo carbono por traslape con llama oxiacetilénica.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.17. Cordón de soldadura oxiacetilénica por traslape.



Figura 4.18. Inspección visual de la penetración.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)	X	3				
CORDÓN	X					

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- El cordón en esta práctica fue bueno, se logró la unión de las placas teniendo un cordón uniforme.
- 2.- La penetración en esta práctica fue bueno, depende de la habilidad del soldador.
- 3.- En esta práctica no se tuvo la presencia de salpicaduras ni brote de material, porque la habilidad y el buen uso del equipo permitieron obtener una buena soldadura.

Práctica 3: Oxicorte recto

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.19. Placa antes del corte



Figura 4.20. Inspección visual del corte.

Fuente. Autores

Tabla de resultados:

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PROFUNDIDAD DEL CORTE (MM)	x	3				
UNIFORMIDAD DEL CORTE	x					

Fuente. Autores

Análisis de la práctica

- 1.- En la práctica por oxicorte se tuvo un corte más o menos uniforme.
- 2.- Se tuvo la presencia de desprendimiento de material y salpicaduras producto del calentamiento del material y la alta temperatura que este proceso produce.
- 3.- En esta práctica la habilidad del soldador y el conocimiento del equipo son factores indispensables que se debe conocer para que se obtenga un corte preciso.

4.1.4. Práctica realizada con tintas penetrantes

Practica 1: Ensayo con tintas penetrantes en placas soldadas por soldadura SMAW, soldadura TIG y soldadura oxiacetilénica.

Tiempo de ejecución: 60 minutos.



Figura 4.21. Líquidos y tinta penetrante.

Fuente. Autores

Placa soldada por electrodo revestido



Figura 4.22. Resultado final de la prueba.

Fuente. Autores

Análisis de la prueba

1.- En esta práctica se observó que el cordón de soldadura realizado tuvo porosidades, grietas, salpicaduras y demás imperfecciones, producto del mal empleo del ángulo del electrodo, mala selección del amperaje y la posición inadecuada del soldador y una velocidad inconstante.

Placa soldada por electrodo de tungsteno.



Figura 4.23. Resultado final de la prueba.

Fuente. Autores

Análisis de la prueba

1.- En esta práctica se comprobó que no existe ningún tipo de imperfecciones en el cordón de soldadura, producto del buen empleo del amperaje, del caudal de gas protector, el buen afilado del electrodo, la correcta posición del soldador y una velocidad contante al momento de realizar la soldadura.

Placa soldada por llama oxiacetilénica.



Figura 4.24. Resultado final de la prueba.

Fuente. Autores

Análisis de la prueba

1.- En esta práctica se observa la poca presencia de poros, grietas y salpicaduras en el cordón de soldadura, producto de la buena selección de la llama para soldar, las presiones de trabajo en los gases, la buena aplicación del material de aporte y una velocidad constante.

Resultados:

RESULTADO COMPARATIVO DEL ENSAYO DE TINTAS PENETRANTES			
	Resultado de la práctica		
PROCESOS DE SOLDADURA	Buena	Regular	Mala
SOLDADURA DE ELECTRODO REVESTIDO			La soldadura y el cordón tienen muchos defectos, se distingue claramente que existen fisuras, poros y grietas, en algunas partes la suelda.
SOLDADURA DE ELECTRODO DE TUNGSTENO.	La soldadura y el cordón tienen muy buen aspecto, no se encontró ningún tipo de fisuras, poros o grietas.		
SOLDADURA POR LLAMA OXIACETILÉNICA		La soldadura y el cordón tienen un aspecto aceptable ya que en ciertos lugares se encuentra fisuras, grietas o poros.	

Análisis del ensayo de tintas penetrantes


1.- Con la prueba de tintas penetrantes se identificó fallas, grietas y porosidades, encontradas en cada cordón de las placas soldadas en las diferentes prácticas.

2.- Por medio de esta práctica se pudo apreciar la reacción química que estos líquidos y tintas pueden hacer en el cordón de suelda, determinando el estado de la soldadura.

3.- Se debe considerar que esta práctica es útil y beneficiosa porque está al alcance en cuanto a costos, y adquisición de los que realizan la práctica.

4.- Puede ser aplicado en cualquier lugar de trabajo que se necesite inspeccionar el estado del mismo para garantizar su calidad.

4.2. Guías de prácticas propuestas para los estudiantes.

	FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ GUÍA DE PRÁCTICA	Edición : 1 Revisión 1
	LABORATORIO 1	FECHA:

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 1

Tema: Soldadura plana a tope con electrodo revestido

Realizar un cordón de soldadura plana a tope sobre dos placas de acero de bajo carbono, con electrodo revestido E6011.

Introducción:

La soldadura es la unión o fusión de dos piezas de igual estructura obteniendo una unión sólida y permanente. Esto se logra por la fusión que brinda el calor, también cuando existe el aporte de otro metal de unión o cuando se combina la fusión con el aporte del metal.

El proceso de soldadura plana se la conoce por su ubicación plana de las piezas a soldar, esta posición es la más confortable para realizar cualquier trabajo de suelda obteniendo exitosos resultados. La soldadura a tope es cuando las placas a soldar se ponen con los extremos para unir juntos.

Materiales y equipo:

Soldadora Lincoln eléctrica por arco manual con electrodo revestido

Cable porta electrodo.

Pinza de masa.

Pinzas, playos, piqueta, cepillo hilos de acero.

Placas de 12cm x 5cm x 3mm, de acero de bajo carbono A36.

Electrodo revestido E6011.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases.

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

1.- Preparar el material: corte a la medida, y realice la limpieza de las placas a soldar, previniendo que no exista suciedad o restos de óxido o de otros materiales.

2.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado y que tenga una conexión a 220V, seleccionar en la máquina un amperaje de 100A, se utiliza corriente alterna.

3.- Las placas a soldar ubique en la posición a soldar y sobre la mesa, en este proceso será horizontal, y a una distancia de 1mm de separación de los bordes a soldar, realice un punteo en las placas al inicio, a la mitad, al final (en ambos lados de las placas), para darle una mejor sujeción.

4.- Proceda a prender la máquina y empiece con el proceso de soldadura, se realiza la suelda en línea recta y en zigzag, ubique la punta del electrodo en la parte izquierda del borde de la placa a soldar, ya que se recomienda que la suelda vaya de izquierda a derecha, lleve el electrodo a una distancia de 1 a 2mm sobre las placas y mantenga un

ángulo de 75° de inclinación del electrodo y las placas a soldar manteniendo una velocidad constante.

5.- Termine el cordón 3 mm antes del borde.

6.- Retire la masa y el electrodo, teniendo en cuenta que este está caliente, luego apague la máquina.

7.- Limpiar la escoria use el cepillo hilos de acero, protéjase la vista usando los lentes de protección.


8.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas, donde se verifica la penetración de la suelda y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p style="text-align: center;">FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p style="text-align: center;">Edición : 2 Revisión 2</p>
LABORATORIO 2		FECHA:

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 2

Tema: Soldadura plana en ángulo con electrodo revestido

Realizar un cordón de soldadura plana en ángulo sobre dos placas de acero de bajo carbono con electrodo revestido E6011.

Introducción:

Los electrodos son varillas metálicas, por el cual permiten el paso de corriente hacia la pieza ha soldar y sirve de material de aporte, consta de un núcleo en su parte interior y un revestimiento en la parte exterior, la cual está compuesta de químicos, que varían de electrodo a electrodo y dependiendo la soldadura a realizar. El revestimiento de los electrodos puede ser de los siguientes materiales:

- Oxidante
- Ácido
- Neutro
- Rutilo

La soldadura plana en ángulo se caracteriza por la unión de dos placas las cuales forman un ángulo de 90° sobrepuesta la una encima de la otra.

El uso de este proceso es desarrollado en todos los trabajos con uniones a soldar.

Materiales y equipo:

Soldadora Lincoln eléctrica por arco con electrodo revestido

Cable porta electrodo.

Pinza de masa.

Pinzas, playos, piqueta, cepillo hilos de acero.

Placas de 12cm x 5cm x 3mm, de acero de bajo carbono A36.

Electrodo revestido E6011.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases.

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

1.- Preparar el material: corte a la medida, y realice la limpieza de las placas a soldar, previniendo que no exista suciedad o restos de óxido o de otros materiales.

2.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado y que tenga una conexión a 220V, seleccionar en la máquina un amperaje de 100A, se utiliza corriente alterna.

3.- Las placas a soldar ubique en la posición a soldar y sobre la mesa, en este proceso será formando un ángulo de 90° la una sobre puesta a la otra, realice un punteo en las placas al inicio, a la mitad y al final (en ambos lados de las placas) para darle mejor sujeción.

4.- Proceda a prender la máquina y empiece con el proceso de soldadura, se utiliza la suelda en línea recta y semicircular, ubique la punta del electrodo en la parte izquierda del borde de la placa a soldar, ya que se recomienda que la suelda vaya de izquierda a derecha, lleve el electrodo a una distancia de 1 a 2mm sobre las placas y mantenga un

ángulo de 60° de inclinación del electrodo y las placas a soldar manteniendo una velocidad constante.

5.- Termine el cordón 3 mm antes del borde.

6.- Retire la masa y el electrodo, teniendo en cuenta que este está caliente, luego apagar la máquina.

7.- Limpiar la escoria use el cepillo hilos de acero, protéjase la vista usando los lentes de protección.


8.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas, donde se verifica la penetración de la suelda y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p>FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ</p> <p>GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p>Edición : 3</p> <p>Revisión 3</p>
<p>LABORATORIO 3</p>		<p>FECHA:</p>

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 3

Tema: Soldadura vertical con electrodo revestido

Realizar un cordón de soldadura vertical sobre dos placas de acero de bajo carbono, con electrodo revestido E6011.

Introducción:

En soldadura es muy importante conocer la posición adecuada del soldador, por lo cual permitirá y garantizará que la suelda quede en perfecto estado y brinde un trabajo seguro, el soldador debe conocer el tipo de posición a utilizar en cualquier proceso a realizar, o a su vez el electrodo en su código indicará que tipo de posición debe adoptar el profesional para asegurar que la soldadura quede perfectamente realizada. A continuación se detalla las posiciones más utilizadas en soldadura:

- Soldadura plana.
- Soldadura horizontal.
- Soldadura vertical.
- Soldadura sobrecabeza.

El proceso de soldadura vertical es muy difícil de realizarlo a comparación de los otros procesos, se debe tener la experiencia suficiente para realizar este proceso, porque puede ser defectuosa.

Materiales y equipo:

Soldadora Lincoln eléctrica por arco con electrodo revestido

Cable porta electrodo.

Pinza de masa.

Pinzas, playos, piqueta, cepillo hilos de acero.

Placas de 12cm x 5cm x 3mm, de acero de bajo carbono A36.

Electrodo revestido E6011.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos Mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos Físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica.

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases.

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

1.- Preparar el material: cortar a la medida, y realice la limpieza de las placas a soldar, previniendo que no exista suciedad o restos de óxido o de otros materiales.

2.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado y que tenga una conexión a 220V, seleccionar en la máquina un amperaje de 100A, se utiliza corriente alterna.

3.- Las placas a soldar ubique en la posición a soldar y sobre la mesa, en este proceso será verticales, y a una distancia de 1mm de separación de los bordes a soldar, realice un punteo en las placas al inicio, a la mitad y al final (en ambos lados de las placas) para darle mejor sujeción.

4.- Proceda a prender la máquina y empiece con el proceso de soldadura, se realiza la suelda en línea recta y semicircular, ubique la punta del electrodo en la parte izquierda del borde de la placa a soldar, ya que se recomienda que la suelda vaya de abajo hacia arriba, lleve el electrodo a una distancia de 1 a 2mm sobre las placas y mantenga un

ángulo de 75° de inclinación del electrodo y las placas a soldar manteniendo una velocidad constante.

5.- Termine el cordón 3 mm antes del borde.

6.- Retire la masa y el electrodo, teniendo en cuenta que este está caliente, luego apagar la máquina.

7.- Limpiar la escoria use el cepillo hilos de acero, protéjase la vista usando los lentes de protección.


8.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas, donde se verifica la penetración de la suelda y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p>FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ</p> <p>GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p>Edición : 4</p> <p>Revisión 4</p>
<p>LABORATORIO 4</p>		<p>FECHA:</p>

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 4

Tema: Soldadura horizontal con electrodo revestido

Realizar un cordón de soldadura horizontal sobre dos placas de acero de bajo carbono, con electrodo revestido E6011.

Introducción:

Las máquinas de corriente alterna (C.A.) se las conoce como transformadores, por lo que ayudan a transformar la corriente que ingresa a la máquina de alto voltaje y bajo amperaje, en una corriente ideal de trabajo bajo voltaje y alto amperaje, esto lo realiza la máquina internamente por un sistema de devanados tanto primarios como secundarios y un elemento que es un reactor movable. La corriente alterna facilita el uso de electrodos de mayor espesor, logrado que el trabajo a realizarse también aumente.

La máquina de corriente continua (C.C.) se divide en dos elementos principales:

- Un Generador
- Un Rectificador

En el generador de C.C. la corriente se realiza por el movimiento de un elemento inducido por medio de electricidad, la corriente alterna que se produce pasa a un conjunto de elementos llamados escobillas de carbón y un conmutador o colector, los cuales la transforman en corriente continua.

Los rectificadores son transformadores de C.A. los que están compuestos por un rectificador, la corriente alterna que este produce, el transformador envía al rectificador el cual transforma a corriente continua.

Con la corriente continua se tiene un arco eléctrico más estable y más fácil de encender, logrando que los brotes o salpicaduras no sean muy comunes y el trabajo en piezas grandes no es adecuado.

Cuando el cable porta electrodo está conectado a la terminal positiva, la brida de la toma a tierra tiene que conectarse a la terminal negativa. En caso que la máquina disponga de un interruptor para cambio de polaridad, este último debería estar en la posición marcada como “positivo”, “+” o “inverso”.

Cuando el cable porta electrodo está conectado al terminal negativo, la brida de la toma a tierra tiene que conectarse a la terminal positiva. En caso que la máquina disponga de un interruptor para cambio de polaridad, este último debería estar en la posición marcada como “negativo”, “-” o “inverso”

El proceso de soldadura horizontal se la conoce por la ubicación de las placas a soldar paralelamente la una de la otra, logrando que el electrodo adopte un ángulo.

Materiales y equipo:

Soldadora Lincoln eléctrica por arco con electrodo revestido

Cable porta electrodo.

Pinza de Masa.

Pinzas, playos, piqueta, cepillo hilos de acero.

Placas de 12cm x 5cm x 3mm, de acero de bajo carbono A36.

Electrodo revestido E6011.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica.

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases.

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

1.- Preparar el material: corte a la medida, y realice la limpieza de las placas a soldar, previniendo que no exista suciedad o restos de óxido o de otros materiales.

2.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado y que tenga una conexión a 220V, seleccionar en la máquina un amperaje de 100A, se utiliza corriente alterna.

3.- Las placas a soldar ubique en la posición a soldar y sobre la mesa, en este proceso será horizontales, y a una distancia de 1mm de separación de los bordes a soldar, realice un punteo en las placas al inicio, a la mitad y al final (en ambos lados de las placas) para darle mejor sujeción.

4.- Proceda a prender la máquina y empiece con el proceso de soldadura, se realiza la suelda en línea recta y semicircular, ubique la punta del electrodo en la parte izquierda del borde de la placa a soldar, ya que se recomienda que la suelda vaya de izquierda a derecha, lleve el electrodo a una distancia de 1 a 2mm sobre las placas y mantenga un ángulo de 75° de inclinación del electrodo y las placas a soldar manteniendo una velocidad constante.

5.- Termine el cordón 3 mm antes del borde.

6.- Retire la masa y el electrodo, teniendo en cuenta que este está caliente, luego apagar la máquina.

7.- Limpiar la escoria use el cepillo hilos de acero, protéjase la vista usando los lentes de protección.


8.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas, donde se verifica la penetración de la suelda y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ GUÍA DE PRÁCTICA	Edición : 1 Revisión 1
	LABORATORIO 01	FECHA:

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 1

Tema: Soldadura plana a tope en placas de acero con electrodo de tungsteno.

Realizar un cordón sobre dos placas de acero inoxidable con electrodo de tungsteno.

Introducción:

El proceso de soldadura TIG se lo denomina como soldadura al arco con protección de gas, se caracteriza porque utiliza el calor del arco generado por el electrodo de tungsteno no consumible y el metal a soldar, en este proceso puede aplicarse con material de aporte o sin material de aporte.

Se va a soldar a dos placas metálicas de las mismas dimensiones, esto se logra por efecto del arco eléctrico que se forma entre el electrodo de tungsteno y el material para que se realice el proceso de fusión por la generación del calor. Se denomina a tope por la posición de las placas a soldar, sus extremos a soldar van juntos.

Materiales y equipo:

Soldadora para el proceso TIG.

Tanque de argón.

Manómetro con flujómetro.

Antorcha para TIG.

Electrodo de Tungsteno para aluminio.

Mangueras.

Pinzas, playos, piqueta o cepillo hilos de acero.

Placas 12cm x 5cm x 3mm de acero inoxidable.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica.

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases.

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

- 1.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado.
- 2.- Fijar el tipo de corriente y polaridad en la fuente de poder, mediante el switch de polaridad corriente continua polaridad directa.
- 3.- Regular el amperaje en un valor de 100A, mediante el cursor y la manivela de la fuente de poder.
- 4.- Encender la fuente de poder, el switch de potencia en ON.
- 5.- Regular la presión del flujo del argón teniendo en cuenta que su llenado es de 13000 kpa (1900 psi), también se debe calibrarla en el flujómetro a una presión de salida de 10 litros por minuto.
- 6.- Preparar el material: corte a la medida y limpiar los bordes.
- 7.- Colocar las placas de manera horizontal dejando una separación de 3 mm en los bordes a soldar, haga un punteo al inicio, en la mitad y al final de las placas (en ambos lados de la placa) para darle mejor sujeción.

8.- Tome en cuenta que la punta del electrodo va de acuerdo al material, esto permite que tenga una mejor penetración y el cordón sea mejor, para el acero inoxidable se recomienda un electrodo con punta en forma de cono.

9.- Encender el arco y puntar al inicio, en la mitad y al final de las placas.

10.- Realizar el cordón, manteniendo la altura del arco en 2 - 3 mm y a una velocidad constante de modo que el cordón sea del ancho de 6mm y uniforme. Hacer el cordón siempre de izquierda a derecha. El ángulo del electrodo con la pieza será de 75°, y el cordón de la suelda siempre haciéndolo en forma semicircular de manera que vaya rellenando y penetrando el espacio a soldar.

11.- Termine el cordón 3 mm antes del borde.

12.- Al terminar cerrar las válvulas del cilindro de argón, manteniendo presionado el gatillo de la pistola con el fin de aliviar la presión en la manguera.

13.- Apagar el equipo: fuente de poder.

14.- Limpie el cordón usando un cepillo con hilos de acero.


15.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas donde se verifica la penetración de la soldadura y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p>FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ</p> <p>GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p>Edición : 2</p> <p>Revisión 2</p>
	<p>LABORATORIO 02</p>	<p>FECHA:</p>

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 2

Tema: Soldadura en placas de acero inoxidable con electrodo de tungsteno

Se realizará un cordón sobre dos placas de acero inoxidable con electrodo de tungsteno.

Introducción:

La soldadura de acero inoxidable con respecto a la de acero al carbono en la práctica tiene un mayor grado de dificultad al momento de soldar, esto se da por los componentes que tiene el acero inoxidable como lo es el cromo y el níquel, los cuales generan problemas al momento de soldar. La buena práctica del proceso TIG con este tipo de material se podría apreciar en la soldadura un acabado con mucha limpieza y precisión. Los electrodos utilizados en la soldadura TIG deben mantener el arco eléctrico, no ser consumibles y deben poseer un elevado punto de fusión que evite su degradación, características que las cumple el tungsteno en su estado puro o aleado, las cuales las cumple de una buena manera. Los elementos los cuales están aleados ayudan al encendido del arco y su estabilidad. Cabe mencionar el afilado del electrodo que tiene que ver con la calidad de la soldadura.

Materiales y equipo:

Soldadora para el proceso TIG.

Tanque de argón.

Manómetro con flujómetro.

Antorcha para TIG.

Electrodo de Tungsteno para aluminio.

Mangueras.

Pinzas, playos, piqueta o cepillo hilos de acero.

Placas 12cm x 5cm x 3mm de acero inoxidable.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica.

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases.

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

- 1.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado.
- 2.- Fijar el tipo de corriente y polaridad en la fuente de poder, mediante el switch de polaridad corriente continua polaridad directa.
- 3.- Regular el amperaje en un valor de 110A, mediante el cursor y la manivela de la fuente de poder.
- 4.- Encender la fuente de poder, el switch de potencia en ON.
- 5.- Regular la presión del flujo del argón teniendo en cuenta que su capacidad de llenado de 13000 kpa (1900 psi), también se debe calibrarla en el flujómetro a una presión de salida a 10 litros por minuto.
- 6.- Preparar el material: cortar a la medida y limpiar los bordes.
- 7.- Colocar las placas de forma horizontal una de la otra dejando una separación de 3 mm en los bordes a soldar, haga un punteo al inicio, en la

mitad y al final de las placas (en ambos lados de la placa) para darle mejor sujeción.

8.- Tome en cuenta que la punta del electrodo va de acuerdo al material, esto permite que tenga una mejor penetración y el cordón se mejor, para el acero inoxidable se recomienda un electrodo con punta en forma de cono 30°

9.- Encender el arco y puntear al inicio, en la mitad y al final de las placas.

10.- Realizar el cordón, manteniendo la altura del arco en 2 - 3 mm y a una velocidad constante de modo que el cordón sea del ancho de 6mm y uniforme. Hacer el cordón siempre de izquierda a derecha. El ángulo del electrodo con la pieza será de 75° , y el cordón de la suelda siempre haciendo en forma semicircular de manera que vaya rellenando y penetrando el espacio a soldar.

11.- Termine el cordón 3 mm antes del borde.

12.- Al terminar cerrar las válvulas del cilindro de argón, manteniendo presionado el gatillo de la pistola con el fin de aliviar la presión en la manguera.

13.- Apagar el equipo: fuente de poder.

14.- Limpie el cordón usando un cepillo con hilos de acero.


15.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas donde se verifica la penetración de la soldadura y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p>FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ</p> <p>GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p>Edición : 3</p> <p>Revisión 3</p>
	<p>LABORATORIO 03</p>	<p>FECHA:</p>

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 3

Tema: Soldadura de aluminio al arco con electrodo de tungsteno TIG.

Realizar un cordón sobre dos placas de aluminio con electrodo de tungsteno.

Introducción:

El aluminio es un material que puede ser soldado con el sistema TIG ya que este tipo de material es un buen conductor de calor y se presta muy bien a las condiciones que requiere el sistema. Para este tipo de material se utiliza corriente alterna ya que es un material aleado a utilizar un generador de alta frecuencia para estabilizar el arco.

Materiales y equipo:

Soldadora para el proceso TIG.

Tanque de argón.

Manómetro con flujómetro.

Antorcha para TIG.

Electrodo de Tungsteno para aluminio.

Mangueras.

Pinzas, playos, piqueta o cepillo hilos de acero.

Placas 12cm x 5cm x 3mm de aluminio.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica.

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases.

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

- 1.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado.
- 2.- Fijar el tipo de corriente y polaridad en la fuente de poder, mediante el switch de polaridad. Corriente alterna.
- 3.- Regular el amperaje en un valor de 90 A, mediante el cursor y la manivela de la fuente de poder.
- 4.- Encender la fuente de poder, el switch de potencia en ON.
- 5.- Regular la presión del flujo del argón teniendo en cuenta que su capacidad de llenado de este gas es de 13000 kpa (1900 psi), también se debe calibrarla en el flujómetro a una presión de salida a 10 litros por minuto.
- 6.- Preparar el material: cortar a la medida y limpiar los bordes.
- 7.- Colocar las placas en forma horizontal dejando una separación de 3 mm en los bordes a soldar, haga un punteo al inicio, en la mitad y al final de las placas (en ambos lados de la placa) para darle mejor sujeción.
- 8.- Tome en cuenta que la punta del electrodo va de acuerdo al material, esto permite que tenga una mejor penetración y el cordón se mejor, para el aluminio se recomienda un electrodo con punta en forma redonda.
- 9.- Encender el arco y puntear al inicio, en la mitad y al final de las placas.

10.- Realizar el cordón, manteniendo la altura del arco en 2 - 3 mm y a una velocidad constante de modo que el cordón sea del ancho de 6mm y uniforme. Hacer el cordón siempre de izquierda a derecha. El ángulo del electrodo con la pieza será de 75°, y el cordón de la suelda siempre haciendo en forma semicircular de manera que vaya rellenando y penetrando el espacio a soldar.

11.- Termine el cordón 3 mm antes del borde.

12.- Al terminar cerrar las válvulas del cilindro de argón, manteniendo presionado el gatillo de la pistola con el fin de aliviar la presión en la manguera.

13.- Apagar el equipo: Estabilizador de alta frecuencia y fuente de poder.

14.- Limpie el cordón usando un cepillo con hilos de acero.


15.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas donde se verifica la penetración de la soldadura y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p style="text-align: center;">FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA</p> <p style="text-align: center;">CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ</p> <p style="text-align: center;">GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p style="text-align: right;">Edición : 1</p> <p style="text-align: right;">Revisión 1</p>
LABORATORIO 1		FECHA:

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 1

Tema: Soldadura en láminas delgadas con llama oxiacetilénica

Soldar láminas delgadas de acero de bajo carbono utilizando la suelda oxiacetilénica.

Introducción:

La llama que se produce por la combustión generada por la combinación del acetileno y oxígeno alcanzan temperaturas muy altas de 3100 – 3500°C, lo extremadamente caliente para fundir los metales. Para obtener esta temperatura ideal de trabajo el acetileno y oxígeno se mezclan en cantidades proporcionales y a presiones adecuadas. Este equipo de soldadura está diseñado para realizar este proceso

La soldadura oxiacetilénica es un proceso de soldadura por fusión que utiliza el calor producido por una llama, obtenida por la combustión del gasacetileno con el oxígeno, para fundir bien sea el metal base y el de aportación.

Materiales y equipo:

- Tanque de oxígeno.
- Tanque de acetileno.
- Antorcha de suelda.

Mangueras y manómetros.

Pinzas, playos, piqueta, cepillo hilos de acero, chispero.

Placas de 20 cm x 5cm x 3mm de acero de bajo carbono A36.

Material de aporte y bórax.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica.

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

- 1.- Preparar el material: cortar a la medida y juntar las placas.
- 2.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado
- 3.- Colocar las piezas en forma que se pueda realizar la suelda y sujetar firmemente, haga un punteo al inicio, en la mitad y al final de las placas (en ambos lados de la placa) para darle mejor sujeción.
- 4.- Ajustar la válvula de presión del acetileno a la presión de trabajo en el manómetro de 5psi o 35 Kpa, cerrar la válvula de acetileno en el soplete.
- 5.- Abrir la válvula del cilindro oxígeno, abrir la válvula de oxígeno un $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete.
- 6.- Ajustar la válvula de presión del oxígeno a la presión de trabajo en el manómetro de 10 Lb/pul² o 7Kg/cm² cerrar la válvula de oxígeno en el soplete.
- 7.- Abrir la válvula de acetileno $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete y encender con el chispero.
- 8.- Abrir la válvula de oxígeno $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete y regular la llama deseada.
- 9.- Realizar la suelda calentando las piezas a soldar para que por medio de la fusión estos se unan, también empleando el material de

aporte, manteniendo la altura del arco en 2 - 3mm y a una velocidad constante. Hacer la suelda siempre de izquierda a derecha, el ángulo de la antorcha y el material de aporte será de unos 45°, y el cordón de la suelda siempre haciendo en forma semicircular de manera que vaya rellenando y penetrando el espacio a soldar.

10.- Aplicar el material de aporte en el instante que se vaya aplicando la llama con la antorcha en las placas, el material de aporte va respectivamente con el material a soldar, utilice el bórax.

11.- Cuando termine la suelda tenga cuidado con la llama y proceda apagar el equipo siguiendo esta secuencia: cerrar la válvula del acetileno y luego la del oxígeno en el soplete, luego cerrar la válvula del acetileno en el tanque, después la del oxígeno, aliviar o purgar las mangueras abriendo la válvula del oxígeno y acetileno en el soplete.

12.- Limpie la zona soldada utilice el cepillo hilos de acero.


13.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas, donde se verifica la penetración de la suelda y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p style="text-align: center;">FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA</p> <p style="text-align: center;">CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ</p> <p style="text-align: center;">GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p style="text-align: center;">Edición : 2</p> <p style="text-align: center;">Revisión 2</p>
LABORATORIO 2		FECHA:

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 2

Tema: Soldadura en traslape con llama oxiacetilénica

Soldar láminas delgadas por traslape, utilizando dos placas delgadas de acero de bajo carbono A36, con la suelda oxiacetilénica.

Introducción:

Cuando se realiza la mezcla del acetileno y oxígeno en sus cantidades exactas se va a lograr obtener el tipo de llamas oxiacetilénicas que a continuación se presenta:

- Llamas neutras.
- Llamas oxidantes.
- Llamas carburantes.

Llama neutra: Es producida por la misma cantidad exacta de oxígeno y acetileno durante la combustión, este tipo de llama conocida como llama reductora permite soldar materiales como hierro, el cual no permite que sea desoxidante, y mediante el oxígeno del medio es utilizado para completar este proceso, y su color característico es azul.

Llama oxidante: Es producida por una cantidad de oxígeno del 30%, esto quiere decir que en parte donde se va a proceder a soldar se tiene la presencia constante de oxígeno, esta llama permite oxidar y quemar los

metales base y al de aporte, obteniendo un destello de chispas, su color característico es azulado y la formación del cono es más corto que en la llama neutra.

Llama carburante: Es producida por el aumento del gas acetileno, cuando se produce la combustión, su principal característica es que su cono es más largo que la llama neutra.

El proceso de soldadura por traslape con llama oxiacetilénica es que las placas a soldar están montadas o sobrepuestas una sobre la otra a una distancia considerable.

Materiales y equipo:

Tanque de oxígeno.

Tanque de acetileno.

Antorcha de suelda.

Mangueras y manómetros.

Pinzas, playos, piqueta, cepillo hilos de acero, chispero.

Placas de 20 cm x 5cm x 3mm de acero de bajo carbono A36.

Material de aporte, bórax.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos:

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica.

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.

Mascarilla con filtro para gases

Anteojos de seguridad

Mandil u overol.

Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

1.- Preparar el material: cortar a la medida y juntar las placas.

2.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado

3.- Colocar las piezas en forma que se pueda realizar la suelda y sujetar firmemente, haga un punteo al inicio, en la mitad y al final de las placas (en ambos lados de la placa) para darle mejor sujeción, las placas van colocadas la una sobrepuesta a la otra con una distancia de 5mm.

4.- Ajustar la válvula de presión del acetileno a la presión de trabajo en el manómetro de 5psi o 35 Kpa, cerrar la válvula de acetileno en el soplete.

5.- Abrir la válvula del cilindro oxígeno, abrir la válvula de oxígeno un $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete.

6.- Ajustar la válvula de presión del oxígeno a la presión de trabajo en el manómetro de 10 Lb/pul² o 7Kg/cm² cerrar la válvula de oxígeno en el soplete.

7.- Abrir la válvula de acetileno $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete y encender con el chispero.

8.- Abrir la válvula de oxígeno $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete y regular la llama deseada.

9.- Realizar la suelda calentando las piezas a soldar para que por medio de la fusión estos se unan, también empleando el material de aporte, manteniendo la altura del arco en 2 - 3mm y a una velocidad constante. Hacer la suelda siempre de izquierda a derecha, el ángulo de la antorcha y el material de aporte será de unos 45°, y el cordón de la suelda siempre haciendo en forma semicircular de manera que vaya rellenando y penetrando el espacio a soldar.

10.- Aplicar el material de aporte en el instante que se vaya aplicando la llama con la antorcha en las placas, el material de aporte va respectivamente con el material a soldar, utilice el bórax.

11.- Cuando termine la suelda tenga cuidado con la llama y proceda apagar el equipo siguiendo esta secuencia: cerrar la válvula del acetileno y luego la del oxígeno en el soplete, luego cerrar la válvula del acetileno

en el tanque, después la del oxígeno, aliviar o purgar las mangueras abriendo la válvula del oxígeno y acetileno en el soplete.

12.- Limpie la zona soldada utilice el cepillo hilos de acero.


13.- Examine el estado de la soldadura mediante un corte realizado a las placas, donde se verifica la penetración de la suelda y analice el estado del cordón mediante una prueba con tintas penetrantes.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PENETRACIÓN (MM)						
CORDÓN						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p style="text-align: center;">FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA</p> <p style="text-align: center;">CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ</p> <p style="text-align: center;">GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p style="text-align: center;">Edición : 3</p> <p style="text-align: center;">Revisión 3</p>
<p style="text-align: center;">LABORATORIO 3</p>		<p style="text-align: center;">FECHA:</p>

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 3

Tema: Oxicorte recto

Realizar un corte recto en una placa de acero con llama de oxicorte.

Introducción:

El proceso oxicorte de metales, tiene como objeto el corte y no la unión de piezas, sin embargo es de características parecidas. Este proceso tiene dos etapas:

En la primera, el acero se calienta a una temperatura de 900°C con la llama producida por la combustión del oxígeno y el acetileno, en la segunda parte una cantidad considerada de oxígeno corta el metal y elimina los óxidos de hierro que se producen.

El acetileno es utilizado para producir y obtener una llama el cual caliente el material, ya que es considerado un gas combustible, mientras que el oxígeno es considerado un gas comburente el cual permite la oxidación pertinente en el proceso de corte.

Primero se calienta con la llama oxiacetilénica la zona a cortar y posteriormente se dirige un chorro de oxígeno desde el punto de comienzo del corte siguiendo la línea del mismo.

Materiales y equipo:

Tanque de Oxígeno.

Tanque de acetileno.

Antorcha de corte.

Mangueras y manómetros.

Pinzas, playos, piqueta, cepillo hilos de acero, chispero.

Placa de 20 cm x 5cm x 3mm de acero.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos:

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica.

Máscara para soldar.

Guantes resistentes de cuero.
Mascarilla con filtro para gases.
Anteojos de seguridad.
Mandil u overol.
Zapatos industriales punta de acero.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

- 1.- Preparar el material: corte a la medida y trazar una línea por donde va el corte (longitudinalmente).
- 2.- Verificar que el equipo esté en perfecto estado.
- 3.- Colocar la pieza en forma que se pueda realizar el corte y sujetar firmemente.
- 4.- Ajustar la válvula de presión del acetileno a la presión de trabajo en el manómetro de 5psi o 35 Kpa, cerrar la válvula de acetileno en el soplete.
- 5.- Abrir la válvula del cilindro oxígeno, abrir la válvula de oxígeno un $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete.
- 6.- Ajustar la válvula de presión del oxígeno a la presión de trabajo en el manómetro de 10 Lb/pul² o 7Kg/cm² cerrar la válvula de oxígeno en el soplete.
- 7.- Abrir la válvula de acetileno $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete y encender con el chispero.

8.- Abrir la válvula de oxígeno $\frac{1}{4}$ de vuelta en el soplete y regular la llama deseada.

9.- Calentar la pieza hasta que esté al rojo vivo, luego presionar la válvula de salida extra de oxígeno, ajuste la llama oxidante para proceder al corte.

10.- Realizar el corte, manteniendo la altura del arco en 2 - 3mm y a una velocidad constante. Hacer el corte siempre de izquierda a derecha, el ángulo de la antorcha hacia la pieza será de 90°.

11.- Cuando termine el corte tenga cuidado con la llama y proceda apagar el equipo siguiendo esta secuencia: cerrar la válvula del acetileno y luego la del oxígeno en el soplete, luego cerrar la válvula del acetileno en el tanque, después la del oxígeno, aliviar o purgar las mangueras abriendo la válvula del oxígeno en el soplete.

12.- Limpie la zona cortada utilice el cepillo hilos de acero.


13.- Examine el estado del corte en la placa, donde se verifica la profundidad del corte y la uniformidad del corte.

Tabla de resultados

PRUEBA / ESTADO / VALOR	BUENA	MM	REGULAR	MM	MALA	MM
PROFUNDIDAD DEL CORTE (MM)						
UNIFORMIDAD DEL CORTE						

Conclusiones

Recomendaciones

	<p style="text-align: center;">FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ GUÍA DE PRÁCTICA</p>	<p style="text-align: center;">Edición : 1 Revisión 1</p>
<p style="text-align: center;">LABORATORIO 1</p>		<p style="text-align: center;">FECHA:</p>

PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 1

Tema: Ensayo con tintas penetrantes en placas soldadas por soldadura con electrodo revestido, soldadura TIG y soldadura oxiacetilénica.

Realizar el ensayo de tintas penetrantes en placas soldadas determinando el estado de la soldadura.

Introducción:

El ensayo de tintas penetrantes es una de las prácticas o pruebas no destructibles más aplicadas en la industria. Cuando son aplicadas correctamente las tintas penetrantes, estas permiten detectar una cantidad de defectos que a simple vista no se los puede observar como poros, grietas, picaduras, producidas por distintos esfuerzos mecánicos.

Con la aplicación de tintas penetrantes se puede analizar una cantidad de materiales como metales ferrosos y no ferrosos, plásticos, cerámicos, acrílicos, la única condición es que la superficie de la pieza a ser analizada no es muy porosa, ya que esto nos causaría un problema al momento del análisis sin distinguir si las porosidades son ocasionadas por el proceso realizado en la pieza o por su contextura física propia de la pieza, por eso los materiales como el papel, la madera, el cemento y el ladrillo no podrán ser analizados.

Este método solo se aplica para detección de defectos superficiales, es decir que los defectos como inclusiones, poros, o fisuras internas no podrán ser detectados.

Este ensayo de tintas penetrante es ampliamente aplicado en todas las etapas de un producto, es utilizado en la etapa de fabricación después de la fundición o cuando se obtiene materia prima, también sirve para detectar grietas y otros defectos generados después del proceso de laminado en frío, extrusión, forjado, después de hacer procesos de maquinado como torneado, fresado, soldadura y tratamientos térmicos.

Se aplica en la industria automotriz, aviación, petroquímica, minera y de alimentos, como parte fundamental de los programas de mantenimiento preventivo de todo tipo de maquinaria, previniendo así fallas letales.

Materiales y equipo:

Placas soldadas de acero bajo de carbono por electrodo revestido.

Placas soldadas de acero inoxidable por electrodo de tungsteno.

Placas soldadas de acero bajo de carbono por llama oxiacetilénica.

Tintas penetrantes, (Líquido limpiador de color transparente, tinta penetrante color rojo, y líquido revelador color blanco).

Guaípe.

Análisis de riesgos para la práctica:

Riesgos mecánicos:

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Choque contra objetos inmóviles

- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras de la vista por Rayos infrarrojos y ultravioletas
- Cortes

Riesgos físicos

- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos directos
- Exposición a radiaciones no ionizantes
- Ruido
- Iluminación
- Manchas por el uso de aerosoles de las tintas.

Equipos de protección personal que debe utilizarse para el desarrollo de la práctica

Guantes.

Mascarilla.

Anteojos de seguridad.

Mandil u overol.

Zapatos industriales.

Procedimiento:

Colocarse en primer lugar el EPP.

1.- Se prepara la placa o pieza que va a realizar esta práctica primero limpiando todo el espacio donde fue soldado, utilice un guaípe y deje bien limpio que no exista ningún objeto extraño encima de la superficie que se va analizar.

2.- Con el líquido limpiador de color transparente, se rocía por todo el cordón de la soldadura de las placas, inmediatamente se procede a

limpiarlo bien, esto ayuda a que este líquido penetre por el cordón y ayude a que salga alimayas o escorias que se encuentren en el todo el cordón.

3.- Una vez que está limpia la zona del cordón, se aplica la tinta penetrante de color rojo, este actuará en la zona que se está analizando en este caso el cordón de la suelda en unos 10 a 15 minutos, tiempo que se debe dejar para que la tinta penetre y analizar luego el estado del cordón.

4.- Una vez que pasó el tiempo requerido se limpia la placa, retirando la tinta por toda la placa y por el cordón utilizando un guaípe, utilice el líquido limpiador de color transparente para que la tinta salga con mucha facilidad.

5.- Una vez que se limpia y se remueve la tinta penetrante de color rojo, se procede aplicar en la zona del cordón el líquido revelador de color blanco, de igual manera se deja por un lapso de 10 a 15 minutos, para que el líquido revelador actué en la zona que se está analizando, donde marcas de color rojo quedaran impregnadas en espacios del cordón donde exista fisuras, grietas o poros, de esta manera se detecta si la suelda fue realizada con éxito o se tiene que volver a soldar para tener una suelda de calidad.

6.- Para volver a soldar la placa y quede bien soldada, se procede a limpiar por completo, utilice el líquido limpiador de color transparente aplique por toda la zona y con el guaípe remover, luego lleve la pieza a un esmeril y limar todo el cordón hasta que este baje en su espesor para que nuevamente se vuelva a soldar y garantice que el cordón este en perfecto estado.

Resultados

RESULTADO COMPARATIVO DEL ENSAYO DE TINTAS PENETRANTES			
	Resultado de la práctica		
PROCESOS DE SOLDADURA	Buena	Regular	Mala
SOLDADURA DE ELECTRODO REVESTIDO			
SOLDADURA DE ELECTRODO DE TUNGSTENO.			
SOLDADURA POR LLAMA OXIACETILÉNICA			

Conclusiones

Recomendaciones

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

Se concluye que con la selección del proceso adecuado se obtiene soldaduras acorde a la necesidad del trabajo, permitiendo el ahorro de pérdidas significativas de dinero y material por la inadecuada selección del equipo.

En el proceso SMAW se tuvo una soldadura irregular porque este tipo de proceso genera imperfecciones notables, por el empleo de un electrodo revestido, el cual al momento que se genera el arco al hacer contacto con las placas, hace que se produzca levantamiento del material a soldar y se mezcle con el material de revestimiento del electrodo obteniendo irregularidades en el cordón. En el proceso TIG se tuvo un buen cordón, el empleo de los componentes de este proceso permiten que se obtenga una soldadura de calidad, característica propia en el trabajo de este tipo de soldadura. En el proceso oxiacetilénico se tuvo una soldadura regular por la utilización de una llama, lo que hace que se obtenga un cordón ancho y deforme por la utilización de material de aporte.

La prueba de tintas penetrantes permitió determinar la calidad de la soldadura, observando si existe la presencia de porosidad, fisuras y grietas en los cordones realizados. En la soldadura con electrodo revestido se obtuvo un cordón uniforme y una penetración irregular por la mala selección del material y por no tener la experiencia necesaria. En la soldadura TIG se obtuvo cordón liso sin escoria. En la soldadura oxiacetilénica se obtuvo un cordón deforme y ancho por la utilización de material de aporte y por las altas temperaturas hacen que el material se funda y se expanda.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda antes de realizar una soldadura de producción contar con la supervisión capacitada dentro de la práctica, contar con un procedimiento claro que especifique las áreas de trabajo que conozcan todos los involucrados.

En la mayoría de los talleres de soldadura el voltaje utilizado es 220 V. El operador debe tener en cuenta que estos son voltajes altos, capaces de causar graves lesiones. No hacer ningún trabajo en los cables, interruptores y controles, antes de cortar la alimentación eléctrica.

Se recomienda que cuando la porta electrodos no se lo utiliza, no debe ser dejado en una línea directa a la superficie donde se está soldando. El peligro en este caso es que el porta electrodo, en contacto con el circuito a tierra, provoque un corto circuito en el transformador del equipo causando graves daños.

Se recomienda que en el laboratorio de soldadura exista la prueba de tintas penetrantes que determinan si la soldadura se encuentra libre de imperfecciones, es un producto de alcance económico, de fácil manipulación y acceso por parte de quienes ejecuten la práctica de soldadura.

Se recomienda que los equipos de soldadura se deban inspeccionar periódicamente. Llevar un registro del uso del equipo para garantizar que estén en condiciones de operación segura. Cuando se considere alguna anomalía, el equipo debe ser reparado por personal calificado.

BIBLIOGRAFÍA

Auguste, P. (1993). *Bricolaje. Soldadura*. Madrid : Parainfo: COD: 671.52/ .A94/ Bri.

Ares, J. A. (2009). *El metal: técnicas de conformado, forja y soldadura* . Barcelona : Parramón: COD: 739/.A74/MET.

Garcia, M. (1989). *Curso de capacitación en soldadura*. Mexico: Limusa, COD: 671.52/639/CUR.

Gaxiola, J. (2008). *Capacitación de Soldadura*. Mexico: Noriega Limusa.

Giachino, J. (2008). *Técnica y Práctica de la Soldadura*. Chicago: Reverte.

Hernandez, G. (2008). *Manual de Soldadura*. Barraquilla: Unirte.

Hernández, M. (2013). *Manual de mecánica industrial* . Madrid : Cultural: COD: 620.1/ .M37/ MAN.

Horwitz, H. (1991). *Soldadura, Aplicaciones y prácticas*. Mexico : Alfaomega: COD: 671.52/ .H67/ Sol.

Jeffus, L. (2009). *Soldadura Principios y Aplicaciones*. Madrid: Paraninfo.

Johnston, J. E., Mazurek, D. F., & Beer, F. P. (2013). *Mecánica de materiales*. Mexico : McGraw - Hil : COD: 620.1123/ .B44/ Mec .

López, C. (2013). *Soldadura en atmósfera protegida*. Madrid: Parainfo: COD: 671.52/ .L67/ SOL .

Oerlicon. (2010). *Manual de soldadura*. Valencia: Bosco. Recuperado el 2013, de [Http/ www.Manual de soldadura Oerlicon](http://www.Manual de soldadura Oerlicon).

Rivas, J. M. (2009). *Soldadura eléctrica y sistema TIG y MAG*. Mexico: Paraninfo: COD: 671.521/.R58/SOL.

Rodriguez, P. (2010). *Manual de Soldadura*. Mexico: Alinisa.

Rowe, R. (2008). *Manual de Soldadura*. Madrid: Paraninfo.

Anexos

Mantenimiento de equipos de soldadura

A continuación se detalla cada uno de los equipos existentes de soldadura los que fueron objeto de mantenimiento:

Soldadora de arco manual con electrodo revestido SMAW.



Soldadora Lincoln para proceso de suelda de arco manual con electrodo revestido.

Características:

- Equipo: Lincoln 225/125 AC-DC
- Entrada: 1 Fase
- Voltaje: 230 V
- Amperaje: 50 A
- Hertz: 60 Hz.

Mantenimiento realizado

En este equipo el mantenimiento que se realizó fue el siguiente:

- Limpieza interior de sus componentes, del excesivo polvo que estos tenían.
- Limpieza exterior de su panel de control.
- Adecuación del porta electrodo así como de su pinza de maza.
- Instalación a tierra para la máquina.

Soldadora al arco con electrodo de tungsteno (GTAW/TIG)



Soldadora Miller para proceso de suelda TIG.

Características:

- Equipo: Miller 250 A
- Serie N°: KD383180
- Voltios: 200 / 230 / 460
- Amperios: 105.0 / 92 / 46

- KW: 11.4
- 1 FASE: 2 líneas 200 / 230 / 460
- Hertz: 60 Hz.
- Salida: 28 – 30 V
- Amperaje: 200 – 250 A
- Ciclo de Trabajo: 60% - 40%
- Voltaje de Vacío: 80 – 80
- Tanque de Argón de 6m³
- Antorcha TIG.

Mantenimiento Realizado

En este equipo el mantenimiento que se realizó fue el siguiente:

- Limpieza interior de sus componentes del excesivo polvo.
- Limpieza exterior de su panel de control.
- Adecuación del porta electrodo y pinza de maza.
- Implementación del tanque de argón con su respectivo manómetro con flujómetro.
- Implementación de la antorcha TIG con electrodo de Tungsteno.
- Sujeción del tanque de argón con cadena contra la pared según normas de seguridad.
- Instalación a tierra para la máquina.

Soldadora oxiacetilénica



Soldadora para proceso oxiacetilénico y oxicorte.

Características:

- Tanque de oxígeno 6m³ color verde
- Tanque de acetileno 6m³ color rojo
- Manómetros para acetileno y para oxígeno.
- Antorcha de Suelta
- Antorcha de Corte.

Mantenimiento realizado

En este equipo el mantenimiento que se realizó fue el siguiente:

- Limpieza y revisión del estado de las mangueras.
- Implementación del tanque de acetileno con su respectivo manómetro.
- Implementación del tanque de oxígeno con su respectivo manómetro.
- Instalación de válvulas arresta llamas de seguridad.

- Implementación de la antorcha de corte y suelda.
- Sujeción de los tanques de acetileno como de oxígeno con cadena hacia la pared de acuerdo a normas de seguridad.

Trabajos realizados en el taller.

El taller de soldadura se encontraba en mal estado, no cumplía con las condiciones idóneas para realizar trabajos industriales y didácticos de suelda.

Piso

El piso está conformado por baldosa, esta tenía poros y fisuras a causa de la antigüedad, por restos de metal y electrodo caliente q se desprendía de las partes a soldar, manchas de pintura a causa de la mala práctica de pintura, partículas salinas que emanaban de la baldosa a causa de la humedad producidas por las goteras en la cubierta.



Piso en mal estado.

En el piso se hizo un tratamiento de reconstrucción y habilitación con máquinas herramientas especiales e ideales para pisos, mediante los siguientes procesos que son:

En el proceso de pulido una máquina pulidora es dirigida en forma circular haciendo que el piso elimine restos de pintura, baldosa brotada, partículas salinas e impurezas para ser tratado, mediante agua y cemento.

En el interior de la máquina pulidora se introduce una porción de agua a medida y cemento blanco según la cantidad a emporar, la máquina va regando por todo el piso la mezcla de cemento blanco y rellenado todos los orificios existentes, luego se repite el proceso hasta rellenar por completo todas las fallas del piso, después, con una paleta de caucho se pasa por toda la superficie asegurando que se quede relleno en su totalidad.

En el pulido en seco con el piso ya emporado, se procede a pulir las partes más altas a causa de la emporada con una amoladora que se adapta al disco una lija gruesa para que pula dichas partes. Por lo general, se lo realiza para que el piso quede lo más plano y liso posible, por consiguiente el proceso a seguir se lo proceda de la mejor manera.

En el pulido en mojado se remoja el piso, se lo baldea y solamente con agua se pasa la pulidora en forma circular para eliminar cualquier tipo de impureza restante de todo el proceso, quedando una superficie lisa y plana.



Encerado.

Con el piso ya tratado se procede al último paso que es la encerada, que consiste en poner y distribuir la cera en toda la superficie del piso para que tome con un lindo aspecto y una simple vista como nuevo.

Desentechada



Desentechada.

Se procede a la bajada del techo formado de eternit, hoja por hoja, ya que estas estaban muy frágiles por la humedad, antigüedad y deterioro. En esta acción las hojas se iban desmoronando y quebrando, se torneaba muy dificultoso ya que el clima no ayudaba por la lluvia.

Entechada



Entechada.

Se volvió a entechar con galvalumen o más conocido como alotecho de aspecto galvanizado en la industria ferretera, se utilizó 24 hojas de 6 m de largo, por 1.10 m de largo y 0.30 mm de espesor. Con las hojas también dos cumbreros de 2.40 m de largo que van instalados en las divisiones donde empieza las caídas del techo. Las hojas de alotecho se instalaron con pernos que van sujetos en las vigas de metal.

Pintada de paredes exteriores

Las paredes se pintaron con pintura de agua de color crema, se le dio dos pasadas para que se pierda cualquier tipo de mancha y no quede ninguna mancha al momento de que se encuentre totalmente seca.

También se pintó el sócalo con pintura de esmalte de color caoba, el esmalte ya seco es menos débil q la pintura de agua y ayuda a proteger de salpicaduras de agua o manchas del piso hacia la pared a causa de la lluvia.



Pintada de paredes exteriores.

Pintada de paredes interiores

En la parte interior del taller se pintó de un color verde claro, también el socalo de un color verde oscuro de esmalte. Se eligió estos colores por normas en un taller de soldadura y para que la radiación al momento de soldar sea menos fuerte, estos colores hacen apaciguar este reflejo, por ende menos perjudicial para las personas que se encuentran en el entorno al momento de soldar.



Pintada de paredes interiores.

Vidrios

Los vidrios de las ventanas del taller estaban pintados con esmalte, algunas estaban rotas, otras estaban manchadas con mugre y nata verde, ya que nunca se les había limpiado, ni hecho ningún tipo de mantenimiento y cuidado, para lo cual se hizo el cambio total de los vidrios.



Vidrios.

Puerta

La puerta estaba en un mal estado, tenía orificios y puntos de suelda sin pulir, además desoldada en la parte posterior donde se encontraba instalada. La puerta era metálica pero también tenía partes de madera que la mantenían funcionando, para lo cual se procedió al remplazo de esta por una nueva.



Puerta.

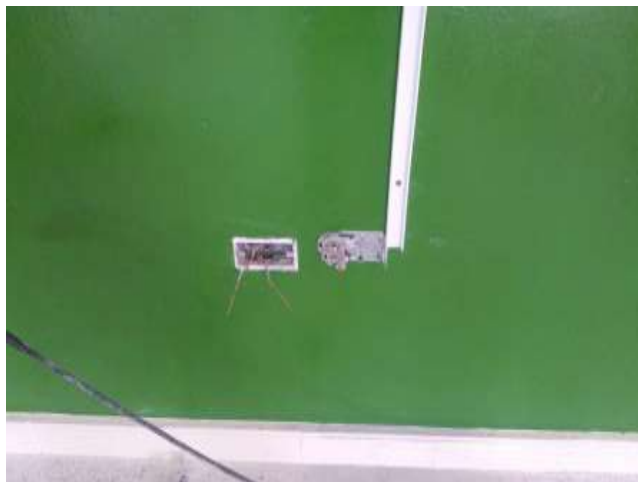
Energía eléctrica e iluminación

La instalación eléctrica del taller estaba defectuosa ya que tenía cables sueltos, tomacorrientes quemados, interruptores desconectados y no había tomas de corriente de 220 V en algunas partes del taller.



Instalación eléctrica.

Las tomas de corriente de 12 V estaban rotas y quemadas por corto circuitos y deterioración. Se reemplazó cuatro tomacorrientes sobrepuestos de 12 V trifásicos. Se hizo la instalación de cuatro tomas de 220 V que no poseía el taller.



Instalación de puntos tomas de corriente de 220 v.

Para la instalación de las tomas de 220 V se tuvo que poner un cableado N° 8 de 7 hilos para que soporte lo que implica el traslado de dicho voltaje. El cable se lo cubrió estéticamente con canaletas en las paredes del taller. El interruptor de dos servicios de las lámparas también fue cambiado ya que estaba roto y su accionamiento remordido.



Instalación caja térmica.

Por seguridad y para controlar el suministro de energía eléctrica tanto de 110 V y 220 V se instaló una caja térmica con dos switch térmicos, estos permiten el control del paso de la corriente.

En la parte de iluminación el taller tenía 8 lámparas, cuatro dobles y cuatro simples, de las cuales, solo se prendían dos simples y dos dobles, porque el paso de corriente estaba deshabilitado, también algunos de los tubos de las lámparas estaban quemados y fundidos los arranques.



Instalación de lámparas.

Las lámparas estaban extremadamente sucias con mucho polvo, tenían mucho óxido, estaban desalineadas, despintadas, manchadas y el material que las sostenía en el techo era alambre galvanizado, que estaba oxidado y sucio. Se bajó todas las lámparas para limpiarlas, lijarlas, alinearlas y pintarlas, se utilizó spray blanco esmalte.

Para la debida instalación se hizo pruebas de encendido a todas las lámparas, se les puso una cadena cromada para sostenerlas en la estructura metálica del techo, que daba un mejor aspecto.

Cuando ya estaban las lámparas colgadas en la estructura del techo, se hizo la debida instalación eléctrica a cada una de las lámparas con su respectiva prueba de encendido, obteniendo la iluminación total del taller.

Resultado final taller de soldadura

En las figuras se muestra el resultado final de como quedo el taller de soldadura una vista frontal exterior del trabajo realizado.



Taller de soldadura.

Arreglo y equipamiento interior del taller

A continuación se muestra como quedaron ubicados e instalados todos los equipos en el taller, una vez culminado todos los trabajos de habilitación y mantenimiento de los equipos.



Arreglo y equipamiento del taller.

Socialización

El día martes 21 de Octubre del 2014, se realizó la socialización del trabajo de grado con el Noveno Semestre paralelo "A" de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, presentando todo el trabajo realizado a los señores estudiantes, haciendo una evaluación de diagnóstico referente a la exposición realizada, como constancia se presenta fotografías, el listado de los señores estudiantes y la evaluación desarrollada.





Socialización del trabajo de grado y evaluación a los estudiantes.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD: EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA: EDUCACION TECNICA
CARRERA: Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

MODALIDAD: PRESENCIAL
SISTEMA DE ESTUDIO: CREDITOS
CICLO ACADEMICO: SEP2014-FEB2015

TIPO DE CICLO: SEMESTRES
FINANCIAMIENTO: FONDO ESTATAL
FECHA DE EMISION: 21 de octubre del 2014 11:08:51

Materia: (IMA0901) * TRABAJO DE GRADO I *

Nivel: 09 Paralelo: "A"

Docente: TEJADA HUERTAS LUIS ALFONSO

No	Cédula	Estudiante	Num	Lunes	Martes	Lunes	Martes	Lunes	Martes	Lunes	Martes
				06/10/14	07/10/14	13/10/14	14/10/14	20/10/14	21/10/14	27/10/14	28/10/14
1	1002979758	ARCINEGA MESA WIDER MAURICIO	1								
2	1003524400	AREVALO VASQUEZ RICHARD ANDRES	1								
3	1003544895	AYALA BEDON ROBINSON ISRAEL	1								
4	1003022637	CHICAIZA AVILA YONNY MILLER	1								
5	1003653969	ENRIQUEZ FOLLARAN JEFFERSON SAUL	1								
6	1003913196	ESPIN RAMOS PABLO RODRIGO	1								
7	1003569298	LOPEZ ANRANGO JEFFERSON ALEXANDER	1								
8	1003510011	MORALES BAYTERO CESAR FABRICIO	1								
9	1003230176	MORENO RECALDE JORGE ANDRES	1								
10	1003483696	ORMAZA LOPEZ FRANCISCO DAVID	1								
11	0401818024	PEREZ BOLANOS SILVIO JEFFERSON	1								
12	0401782164	QUITAMA QUILUMBA FRANKLIN ARNULFO	1								
13	1003408386	SARAGURO ONTANEDA ALVARO RICARDO	2								
14	1003487948	TORRES REALPE EDWIN ANDRES	1								
15	0401771316	TULCAN HERNANDEZ HUGO JAVIER	1								
16	1003696091	VILLARREAL CORAL RICHARD DANIEL	1								

Lista de los estudiantes del 9no semestre paralelo "A".

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE EDUCACION TÉCNICA
CARRERA DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
PRUEBA DE DIAGNÓSTICO REFERENTE A LA SOCIALIZACION DEL
TRABAJO DE GRADO DEL TALLER DE SOLDADURA

Nombre: Arturo Enriquez
Curso: 9^{mo} - 1^a IMA Fecha: 21/10/2014

1.- Mencione con sus propias palabras que significa soldadura?

Proceso de union de 2 piezas metálicas con la ayuda de un material de aporte.

2.- Indique que tipos de procesos de soldadura fueron habilitados para este trabajo de grado?

- SMAW
- TIG
- Oxiacetilénico y oxicoare

3.- ¿Qué significa las siglas SMAW en soldadura?

Society Metal Arc Welding

4.- ¿Qué significa las siglas TIG en soldadura?

Tungsten inert Gas

5.- Indique por qué se le conoce como soldadura oxiacetilénica?

Porque utiliza para su proceso oxígeno y acetileno

6.- Indique el nombre del electrodo que utilizamos en el proceso de soldadura SMAW?

Electrodo revestido

7.- Indique el nombre del electrodo que utilizamos en el proceso de soldadura TIG?

Un electrodo de tungsteno ya sea este puro o con aleaciones

8.- Indique el color de los tanques que se utiliza para el proceso oxiacetilénico y a que gas pertenece?

Verde: Oxígeno O₂ Rojo: acetileno C₂H₂

Prueba de diagnóstico referente a la socialización desarrollada por los estudiantes.

Nómina estudiantes 9no semestre paralelo "A" con su nota correspondiente a la prueba de diagnóstico de la socialización.

Nomina estudiantes del 9no semestre paralelo "A" con su respectiva nota referente a la prueba de diagnóstico de la socialización		
1	ARCINIEGAS MESA WIDER MAURICIO	8
2	AREVALO VASQUEZ RICHARD ANDRES	8
3	AYALA BEDON ROBINSON ISRAEL	8
4	CHICAIZA AVILA YONNY MILLER	8
5	ENRIQUEZ FOLLARAN JEFFERSON ALEXANDER	8
6	ESPIN RAMOS PABLO RODRIGO	8
7	LOPEZ ANDRANGO JEFFERSON ALEXANDER	8
8	MORALES BAYETERO CESAR FABRICIO	8
9	MORENO RECALDE JORGE ANDRES	8
10	ORMAZA LOPEZ FRANCISCO DAVID	8
11	PEREZ BOLAÑOS SILVIO JEFFERSON	8
12	QUITAMA QUILUMBA FRANKLIN ARNULFO	8
13	TORRES REALPE EDWIN ANDRES	8
14	TULCAN HERNADEZ HUGO JAVIER	8
15	VILLAREAL CORAL RICHARD DANIEL	8

Fuente. Autores

Ibarra, a 10 de noviembre 2014

CERTIFICACIÓN

A petición de los interesados: Guevara Pozo Diego Andrés con cédula de identidad N° 100298048-8 y Rosero Mora Carlos Andrés con cédula de identidad N° 817022576-0, Egresados como Ingenieros en Mantenimiento Automotriz, de la Universidad Técnica del Norte, que una vez revisado el resumen – abstract correspondiente al trabajo de grado de su autoría con tema "ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE SOLDADURA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ", de los señores antes mencionados, **CERTIFICO**, que el contenido de dicho documento cumple legiblemente con los estándares establecidos en la traducción y redacción al idioma inglés.

Los interesados podrán hacer uso de esta presente certificación para los fines pertinentes, para la obtención de su título.

Atentamente:


Msc. Janet Revelo.

DOCENTE DEL CENTRO ACADÉMICO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE.

CERTIFICACIÓN

A QUIEN INTERESE

CERTIFICO

QUE: Yo, Lda. Zoila del Carmen Villarruel Salazar, realice la revisión ortográfica de la Tesis "ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE SOLDADURA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ" de los autores Guevara Pozo Diego Andrés y Rosero Mora Carlos Andrés; Estudiantes de la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología, Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Particular que pongo en conocimiento para los fines pertinentes.

Atentamente



Lda. Zoila Villarruel S.

Ibarra, 16 de diciembre de 2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002980488		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guevara Pozo Diego Andrés		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui		
EMAIL:	dagp89@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:	2530324	TELÉFONO MÓVIL:	0980572191

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE SOLDADURA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
AUTOR (S):	Guevara Pozo Diego Andrés. Rosero Mora Carlos Andrés.
FECHA: AAAAMMDD	19-01-2015
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingenieros en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Luis Tejada

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Guevara Pozo Diego Andrés, con cédula de identidad Nro 1002980488, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de Enero del 2015

LA AUTORA:



(Firma).....

Nombre: Guevara Pozo Diego Andrés

C.C.: 1002980488

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Guevara Pozo Diego Andrés, con cédula de identidad Nro. 1002980488, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE SOLDADURA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ, que ha sido desarrollado para optar por el Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 19 días del mes de Enero del 2015

(Firma)

Nombre: Guevara Pozo Diego Andrés

Cédula: 1002980488



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	8170225760
APELLIDOS Y NOMBRES:	Rosero Mora Carlos Andrés.
DIRECCIÓN:	Imbaya
EMAIL:	carlitos_parcer011@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	
	TELÉFONO MÓVIL: 0992249117

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE SOLDADURA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.
AUTOR (S):	Guevara Pozo Diego Andrés. Rosero Mora Carlos Andrés.
FECHA: AAAAMMDD	19-01-2015
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingenieros en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Luis Tejada

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Rosero Mora Carlos Andrés., con cédula de identidad Nro 8170225760., en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de Enero del 2015

LA AUTORA:

(Firma).....

Nombre: Rosero Mora Carlos Andrés.

C.C.: 8170225760

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Rosero Mora Carlos Andrés., con cédula de identidad Nro. 8170225760, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE SOLDADURA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ. que ha sido desarrollado para optar por el Ingenieros en Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 19 días del mes de Enero del 2015

(Firma)

Nombre: Rosero Mora Carlos Andrés.

Cédula: 8170225760