

Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"



FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUÍMICA

TESIS

**“PROCESO DE SOLDADURA PARA EL ARMADO DE UN BLOQUE
NAVAL”**

PRESENTADO POR:

ALEXANDER MELGAREJO VALENZUELA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

ASESOR:

M(o) JAIME IMAN MENDOZA

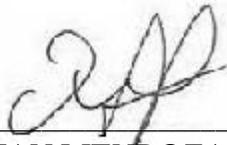
Reg. C.I.P. N° 108834

Ciudad Universitaria, Marzo del 2021

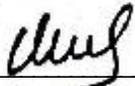
Huacho - Perú

2021

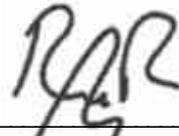
**“PROCESO DE SOLDADURA PARA EL ARMADO DE UN BLOQUE
NAVAL”**



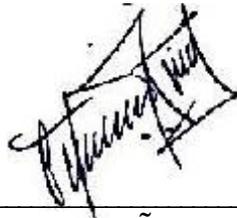
M(o). IMAN MENDOZA, JAIME
Asesor



Dr. RUIZ SANCHEZ, BERARDO BEDER
Presidente



M(o). RODRIGUEZ ESPINOZA, RONALD FERNANDO
Secretario



M(o). IPANAQUE ROÑA, JUAN MANUEL
Vocal

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Alexander

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, a toda la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, a todos mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al M(o) Jaime Imán Mendoza, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Alexander

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÒN	xv
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	01
1.1. DESCRIPCIÒN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	01
1.2. FORMULACIÒN DEL PROBLEMA	02
1.2.1. Problema General	02
1.2.2. Problemas Específicos	02
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÒN	03
1.3.1. Objetivo General	03
1.3.2. Objetivos Específicos	03
1.4. JUSTIFICACIÒN DEL PROYECTO	03
1.4.1. Justificaciòn Práctica	03
1.4.2. Justificaciòn Metodològica	07
1.4.3. Justificaciòn Técnica	04

1.4.4. Justificación Social	04
1.4.5. Justificación Económica	04
1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	04
1.5.1. Delimitación Territorial	04
1.5.2. Delimitación Tiempo y Espacio	05
1.5.3. Delimitación de Recursos	05
1.6. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	05
1.7. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	05
1.8. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	06
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	07
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	07
2.1.1. Nacionales	07
2.1.2. Internacionales	09
2.2. BASES TEÓRICAS	15
2.2.1. Aceros y sus clasificaciones	15
2.2.2. Hierro, Arrabio y Acero al carbono	16
2.2.3. Características y Aplicaciones de Aceros	17
2.2.3.1. Materiales estructurales	17
2.2.3.2. Materiales Funcionales	18
2.2.4. Clasificación de los Aceros	18
2.2.4.1. Clasificación de los Aceros de acuerdo a su Composición Química	19
2.2.4.2. Clasificación de aceros de acuerdo a sus características mecánicas	20
2.2.4.3. Ensayos Mecánicos del Acero	22
2.2.5. Aceros al Carbono	28
2.2.6. Norma ASTM, American Society for Testing and Materials	28

2.2.7.	Acero al Carbono ASTM A 131/A 131 M – 08	29
2.2.7.1.	Clasificación de acero ASTM A131	30
2.2.7.2.	Determinación de la Soldabilidad de los Aceros	31
2.2.7.3.	Especificaciones del proceso de soldadura	32
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	26
2.4.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	30
2.4.1.	Hipótesis General	30
2.4.2.	Hipótesis Específicas	30
CAPITULO III: METODOLOGÍA		82
3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO	82
3.1.1.	Tipo	82
3.1.2.	Enfoque	82
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	83
3.2.1.	Población	83
3.2.2.	Muestra	83
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	84
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	85
3.4.1.	Técnicas a Emplear	85
3.4.2.	Descripción de los Instrumentos	85
3.5.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	85
CAPITULO IV: RESULTADOS		86
4.1.	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA CONSTRUCCION DE UN BLOQUE NORMADO POR LLOYD’S REGISTER OF SHIPPING	86
4.1.1.	Aseguramiento de Calidad para Construcción de un Bloque	86
4.1.2.	Normas Internacionales de cumplimiento en la construcción de un buque	87

4.2.	IMPORTANCIA DE LA INSPECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOLDADA	87
	CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1.	DISCUSIÓN	91
5.2.	CONCLUSIONES	92
5.3.	RECOMENDACIONES	92
	CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN	93
6.1.	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	68
6.2.	REFERENCIAS ELECTRÒNICAS	69
	ANEXOS:	
	Anexo 1: Matriz de Consistencia	75
	Anexo 2: Encuesta sobre Seguridad y Salud Ocupacional	76

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los aceros	19
Figura 2. Diagrama curva de tensión-deformación	24
Figura 3. Clasificación de aceros ASTM A131	29
Figura 4. Proceso de armado de un bloque	34
Figura 5. Circuito Eléctrico del proceso de soldadura al arco con electrodo revestido	36
Figura 6. Acción protectora del Arco	37
Figura 7. Codificación	45
Figura 8. Componentes básicos del equipo para proceso GMAW	54
Figura 9. Transferencia de Metal sobre la pieza	56
Figura 10. Gases protectores para proceso soldadura al arco	57
Figura 11. Clasificación de alambres especificados por AWS A5.18.	62
Figura 12. Soldadura por arco con núcleo de fundente protegida con gas.	66
Figura 13. Soldadura por arco con núcleo de fundente y autoprotección	67
Figura 14. Clasificación de alambres especificados por AWS A5.20	69
Figura 15. Descripción del proceso SAW	74
Figura 16. Programa de actividades de inspección	88
Figura 17. Defectos que se presenta en las uniones soldadas	89
Figura 18. Imperfecciones de la soldadura	90

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición y Características físicas del acero ASTM A131	30
Tabla 2. Equivalencias de ASTM A131 versus Casa Clasificadora	30
Tabla 3. Carbono Equivalente para aceros estructurales de resistencia superior	32
Tabla 4. Pre calentamiento y temperatura de interfase para proceso de soldadura SMAW	33
Tabla 5. Pre calentamiento y temperatura de interfase para proceso de soldadura SMAW, SAW, GMAW Y FCAW.	33
Tabla 6. Parámetros presentes en el proceso SMAW	40
Tabla 7. Electrodo especificado por AWS	44
Tabla 8. Clasificación AWS	46
Tabla 9. Electrodo relacionados con la aplicación del soldeo al arco manual	47
Tabla 10. Electrodo recomendados para GMAW	61
Tabla 11. Soldadura Semiautomática con alambre sólido ER 70S-6 con protección AGAMIX 20.	64
Tabla 12. Requerimientos de protección y polaridad para electrodo de proceso FCAW de acero dulce	70
Tabla 13. Utilización de alambre tubular AWS E 71T-1 con gas protector	71
Tabla 14. Clasificación del fundente	77

RESUMEN

A través de esta investigación se busca alcanzar el objetivo principal el cual consiste en compartir información suficiente y confiable referente a como se realiza la construcción de un bloque naval que cumpla con la clasificación de la casa clasificadora tomando en cuenta las distintas etapas de prefabricación y fabricación las cuales se encuentran detallados posteriormente

Además, se posee un segundo objetivo el cual consiste en establecer la presente tesis como fuente de información sobre el método que se requiere emplear para poder clasificar y seleccionar correctamente los electrodos en base al proceso de soldadura por arco eléctrico el cual posee diversas variantes que serán fundamentadas y que comparten en común que todas se basan en las normas AWS.

Palabra Claves: Dureza, Dureza Superficial, Shore y Webste

SUMMARY.

Through this research we seek to achieve the main objective which consists of sharing sufficient and reliable information regarding how the construction of a naval block is carried out that complies with the classification of the classification house taking into account the different stages of prefabrication and manufacturing. which are detailed later.

In addition, a second objective is to establish this thesis as a source of information on the method required to be used in order to correctly classify and select the electrodes based on the welding process than the electric arc based on the standards of the American Welding Society AWS, as well as having a quality assurance control that is established taking into account the Lloyd's Register classifier house regulations and finally, acquire the approval of the customer who is satisfied with the product that he has obtained and that meets the contractually established time, cost and quality parameters established under the contractually established time, cost and quality parameters.

Keywords: Hardness, Hardness, Superficial, Shore And Webster

INTRODUCCIÓN

Mediante la presente investigación se busca establecer lo adecuado para alcanzar el objetivo principal el cual consiste en realizar la construcción y soldeo de un bloque naval debidamente clasificado.

La estructura de la tesis se encuentra conformada por tres capítulos los cuales contienen suficiente información para poder comprender como se desarrollará el armado del bloque.

En el Capítulo I se consideran los fundamentos del acero además de su clasificación y sus características en base a sus características mecánicas y también químicas que poseen, posteriormente se establecerá el acero a usar el cual será el acero de construcción naval.

En el Capítulo II se fundamentan los variados procesos de soldadura eléctrica que se conocen los cuales se encuentran normados por la AWS. Dicha normativa toma en consideración el tipo de electrodo que se emplea de acuerdo al proceso de soldadura que se realiza y el que debería corresponder a los parámetros para que proceda la construcción de dicho bloque.

Finalmente, en el Capítulo III se dan los fundamentos sobre todos los puntos importantes que determinan la calidad del material además del proceso de control para evitar que se produzcan deficiencias que alteren la calidad que debería poseer el material final obtenido.

Por lo tanto, las consideraciones que se toman en el presente estudio es primero explicar y detallar con argumentos la clasificación que poseen los aceros y a que se deben estos. Posteriormente argumentar en que consiste cada proceso de soldadura ¿por arco que sigue una normativa AWS y que es aplicable para realizar la construcción del bloque y por último, definir los procesos que aseguran la calidad y aquellos puntos que son considerados para realizar la

inspección correspondiente.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El mercado Global hoy en día es más interactivo y competitivo, por ende las organizaciones quieren la perfección en sus procesos, puesto que desean un buen producto o servicio final, con lo cual los usuarios puedan satisfacer sus necesidades con servicios o productos con características ideales, por lo tanto las organizaciones priorizan mejorar para otorgar un beneficio integral, por medio de la ejecución de un método de mejora continua con prioridad en ofrecer un servicio de calidad, apoyado en criterios generalizados para alcanzar la calidad, esto permitirá a las organizaciones excelentes resultados en sus actividades empresariales.

Al revisar la productividad del sector marítimo en el Perú, observamos que contamos con un amplio litoral para recibir embarcaciones de todo calado, así como también ostentar lo que se denomina las “ventajas comparativas”, por nuestra ubicación geográfica, amplia costa, profundidad marítima, clima, etc.; así como también, las vías de acceso que tenemos hacia Brasil y Bolivia, quienes podrían optar por emplear nuestros puertos para el ingreso y salida de sus productos, dinamizando las actividades colaterales del traslado de mercancías de un punto a otro, impulsando los negocios, el comercio, las industrias, las inversiones, los financiamientos y las economías propiamente dicha. Pero en el tema de los puertos peruanos, no obstante de los últimos esfuerzos que se vienen realizando en su modernización de algunos de ellos, esto no ha sido suficiente por no tener desarrollado los otros argumentos que un

puerto moderno exige, esto es, déficit de las infraestructuras, falta de planificación para dictar políticas integrales de desarrollo, tener canales de distribución deficientes y optimizar el aparato logístico, la deficiencia en la intermodalismo, ausencia de ferrocarriles, del servicio de cabotaje, etc., para poder postular a ser catalogados un puerto eficiente.

De la misma manera, por ser un medio de transporte más utilizado en el comercio mundial, al tener una alta rotación las embarcaciones, éstas estarán expuestas a mayores desgastes tanto en el casco como en todo el equipamiento y maquinaria en general, en los sistemas eléctricos y electrónicos, en las tuberías, sistemas de propulsión, sistema de gobierno, sistema de comunicación, sistemas de calefacción y enfriamiento, sistema de navegación, motores, calderas, bombas hidráulicas y cualquier tipo de accesorio que por pequeño que sea, atente contra la operatividad de la unidad naval, sumándose adicionalmente los riesgos por accidentes en este tipo de negocio, por tanto, la presencia de la industria de reparación naval resulta en esos momentos de vital para solucionar esos imponderables.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General

¿Cómo influye el proceso de soldadura en la construcción de bloques navales de acero inoxidable?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cómo el proceso de soldadura influye en la calidad de la construcción de bloques navales de acero?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia del proceso de soldadura en la construcción de bloques navales de acero.

1.3.2 Objetivos Específicos

Determinar la influencia del proceso de soldadura en la calidad de los bloques navales construidos en acero inoxidable

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.4.1. Justificación Práctica.

Trabajar en el Proceso de construcción de bloques navales de acero inoxidable contribuirá a que la empresa mejore en su productividad, además por ser un país que tiene un amplio litoral es desarrollar una industria estratégica que nos permita contar en el futuro con una institución que permita el abastecimiento de materias primas y que desarrolle un mecanismo de transporte de materias primas hacia el Pacífico y que le sirva como corredor de transporte de materias primas y mercancías no solo al Perú, si no también a Brasil y Bolivia.

1.4.2. Justificación Metodológica.

En este contexto el desarrollo de una industria naval fuerte y estratégica nos permite contribuir en la mejora del proceso de soldadura en las construcciones de bloques navales teniendo al acero como materia prima, lo que nos permite el desarrollo de este sector estratégico relacionado con la defensa nacional y el comercio exterior de materias primas y mercancías, que una vez validado y demostrado su confiabilidad, respecto a los métodos, los procedimientos, las técnicas y los instrumentos empleados en la presente investigación,

será utilizado en los futuros trabajos que tengan un nivel de investigación tanto científicos como prácticos.

1.4.3. Justificación Técnica

Respecto la justificación técnica sobre el proceso de soldadura en construcciones de bloques navales de acero inoxidable permitirá una mejora sustancial en los procesos para las actividades diarias en la Empresa, generando seguridad en sus actividades, mejorando ostensiblemente la calidad de sus construcciones y logrando una mejora continua.

1.4.4. Justificación Social.

La justificación social de la investigación sobre el proceso de soldadura en construcciones de bloques navales de acero inoxidable, nos permitirá que los trabajadores o colaboradores mejoren la calidad de trabajo a realizar y al lograr un aumento de la producción también les permite tener mejores ingresos mejorando la calidad de vida de él y su familia.

1.4.5. Justificación Económica.

La justificación económica sobre el proceso de soldadura en construcciones de bloques navales de acero inoxidable, está sustentado porque al mejorar la calidad de sus construcciones, la empresa tendrá la oportunidad de mejorar sustancialmente la productividad y tener una mejora en la rentabilidad.

1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1. Delimitación Territorial.

País: Perú

Departamento: Lima

Provincia: Callao

Distrito: Callao

1.5.2. Delimitación Tiempo y Espacio.

El presente trabajo se realizará en la Planta de la Empresa SIMA PERU S.A., en el periodo de agosto a marzo del 2021, con la finalidad de obtener los datos, procesar y analizar los resultados y su procesamiento de la información.

1.5.3. Delimitación de Recursos.

Las restricciones de recursos están basadas en lo económico, ya que para realizar el procesamiento de datos se necesita programas especializados y las licencias esta fuera del alcance del tesista.

1.6. IMPORTANCIA DEL PROYECTO

Al lograr que el proceso de soldadura en construcciones de bloques navales de acero inoxidable sea eficiente, se mejora la productividad y permitirá a la empresa mejorar su prestigio.

1.7 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Temática: Se refiere al proceso de soldadura en construcciones de bloques navales de acero inoxidable, con fines de mejorar su prestigio, tener mayores oportunidades de trabajo y contribuir con el país al desarrollar una industria estratégica.

Geográfica: Abarca a la Empresa SIMA PERU S.A., ubicado en el Distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao y Departamento de Lima.

Temporal: La realización de la investigación se realizó a partir de agosto de 2020 hasta marzo del 2021

Imagen institucional: Demostrar con resultados positivos el mejoramiento de la calidad del producto final a través de la mejora del proceso de soldadura en las construcciones navales de acero inoxidable.

1.8 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- a) La Nueva Norma Internacional de Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Laboral ISO 45001, está siendo actualmente desarrollada. La mencionada pretende reemplazar la ampliamente implantada, BS OHSAS 18001. Se prevé que las organizaciones certificadas en BS OHSAS 18001 deberán migrar a ISO 45001 dentro de los tres años siguientes a la publicación de la nueva norma, ya que es probable que BS OHSAS 18001 sea retirada.
- b) El contexto de la Tesis es de alcance local.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se citan algunos trabajos de investigación relacionados con el tema del problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el objeto de estudio.

Explorando la documentación existente a nivel nacional e internacional, se puede constatar la existencia de tesis de grado con características afines, como se detalla a continuación:

2.1.1. Nacionales

Tesis 1.

Tuesta D. y Vela M. (2018), en su Tesis: “Estudio de la gestión de la calidad en los procesos de producción de la empresa Servicios Industriales de la Marina Iquitos S.R.LTDA., periodo 2017”, para optar el título Profesional de Licenciado en Administración en la Universidad de Científica del Sur, Iquitos – Perú, arribo a las siguientes conclusiones:

Se evidencia que la responsabilidad de la dirección en la gestión de la calidad de los procesos de producción de la empresa en estudio, se viene realizando de manera eficaz, toda vez que la dirección tiene establecido una política de calidad y objetivos estratégicos institucionales enfocados a satisfacer los requisitos y las expectativas de sus clientes, así como los requisitos legales y reglamentarios aplicables, asimismo tiene implementado los mecanismos para conocer el nivel de satisfacción del cliente respecto al servicio o producto recibido cuyo resultado

se muestra mediante anexo (4), y asume su compromiso de revisar su SGC una vez al año.

La gestión de la calidad de los recursos utilizados en los procesos de producción de la empresa en estudio, se viene realizando de manera eficaz, verificándose que la empresa determina criterios de evaluación y selección de personal, además mide el nivel de competencia actual, requerido y esperado a través de su plan de capacitación anual, también dispone de edificaciones y talleres especializados, varaderos, grada, dique flotante, maquinarias y equipamientos para la realización de los trabajos de producción, asimismo determina y gestiona el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto mediante su proceso de seguridad y salud ocupacional (P24) y su proceso de gestión ambiental (P25).

Los procedimientos, instructivos y registros para la realización del producto o prestación de servicios en los procesos de producción de la empresa SIMA IQUITOS, se viene realizando de manera eficaz, se verificó que mediante sus procesos de Diseño y desarrollo (P12), Planificación y control de la producción (P11), Maniobra de naves (P13), Reparaciones navales (P14), Construcciones navales (P15), Estructuras metal mecánicas (P16) y Control de la calidad (P27), se gestiona, planifica, ejecuta y controla de manera documentada a través de la matriz se muestra mediante anexo (2), todas las fases del diseño, desarrollo del producto y control de la producción de acuerdo a lo estructurado en la norma ISO 9001:2008, los requisitos del clientes y los requisitos reglamentarios que le fueran aplicables.

La planificación e implementación de los procesos de seguimiento, análisis y medición de la gestión de la calidad en los procesos de producción de la empresa en estudio, se viene realizando de manera eficaz, se verificó que mediante el proceso de Gestión de control (P6), la organización viene realizando el seguimiento, medición, análisis y control para demostrar la conformidad del producto o servicio, la satisfacción del cliente, el tratamiento de las no conformidades del producto o servicio, las prácticas de auditorías internas a su SGC cuyo resultado se muestra mediante anexo (3), así como el control y seguimiento de las acciones correctivas y preventivas.

Finalmente reconocemos la importancia de la presencia de SIMA-IQUITOS en el desarrollo socio-económico y crecimiento tecnológico de la región Loreto, así como su rol fundamental en el desarrollo del país y la defensa nacional; sitial que no se pudo haber logrado sin un Sistema de Gestión de la Calidad sólido, eficaz y con personal comprometido con su mejora continua, logrando así posicionarse como impulsor del desarrollo económico y social en la zona, ejecutando proyectos de construcciones navales de gran valor como las Plataformas Itinerantes de Acción Social (PIAS), llevando la presencia del estado a través de sus diversos programas sociales para los pueblos más alejados de la Amazonia Peruana.

2.1.2. Internacionales

Tesis 1.

Mena G. (2013), en su tesis: “Guía y procedimiento para el control y aseguramiento de la calidad en la construcción de cascos de aluminio naval” para optar el título profesional de

Ingeniero Naval en la Escuela Superior Politécnica del Litoral - Ecuador, arribo a las siguientes conclusiones:

El aluminio considerado como naval, para la construcción del casco, que cumple las especificaciones y estándares, es de la serie 5xxx (cinco mil) en cualquiera de sus combinaciones, entre los utilizados en el mercado se encuentran la serie 5086 o 5083 con temples H111 – H112 y H116, y a nivel de estructura interna, por ejemplo pilares adicionales, bases de equipos, estibas, se puede fácilmente emplear de la serie 6xxx (seis mil) que es estructural interno, el cual va a estar en menor contacto directo con el ambiente salino.

Pese al auge de la construcción actual de embarcaciones de aluminio, los astilleros no cuentan con el recurso humano calificado suficiente para realizar construcciones de mayor envergadura.

El desconocimiento en cuanto al trato, preparación y cuidado que debe de recibir el aluminio, se da en gran parte por el personal involucrado en las construcciones, quedando estos conocimientos en el personal que tiene experiencia con este metal, siendo insuficiente para la demanda constructiva, teniéndose que “aprender” en cada nueva construcción, a veces improvisado personal carente de conocimientos navales y mas con esta clase de metal.

Los problemas en cuanto a la soldadura, más allá de la responsabilidad del personal a cargo, y de los propios soldadores, radica en una falta de control de la calidad, tratamiento y cualidades del aluminio, siendo que el control de calidad tiene que estar presente en todo el proceso de construcción, desde su concepción, con una

planificación propia, el tratamiento al aluminio debe realizarse específicamente con materiales consumibles específicos para este tipo de trabajos.

Si bien las bases teóricas son necesarias, debe haber una educación concordante con el desarrollo naval e industrial del país, que parte de las propias universidades, ya que las técnicas descritas anteriormente, son en su mayoría poco conocidas, y el rol que desempeña la industria, pasa a ser de gran importancia para el desarrollo académico.

Toda industria, debe tener una política clara de calidad, con normativas debidamente estructuradas, y que sigan los lineamientos de la mejora continua, he ahí donde las nuevas generaciones de egresados e ingenieros deben de apuntar, al control y aseguramiento de la calidad de un producto, bien y servicio.

De mi experiencia en el medio naval, algunos de los astilleros que construyen empleando el aluminio en los buques no tiene debidamente estructurado una guía o norma que rijan las nuevas construcciones de embarcaciones como tal, y tan solo una de ellas; ASTINAVE EP, tiene normativas de ejecución de trabajos en lo referentes a carenamientos, inspecciones y comprobaciones de una obra determinada.

Tesis 2.

Del Castillo F. (2015), en su tesis doctoral: “Desarrollo sostenible de la construcción naval: dinámica evolutiva y eco – innovación en el sector de reparaciones europeo” para optar el Grado Académico de Doctor en la Universidad Politécnica de Madrid. Presento las siguientes conclusiones a su investigación:

Concepto de desarrollo sostenible y su aplicación en las políticas de transporte marítimo y medio ambiente

Una de las ideas fundamentales que orientan los programa de Acción Comunitaria no esotra que la de desvincular por completo el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, de forma que se tienda a un desarrollo sostenible y a modelos energéticos respetuosos con el medio ambiente.

Resulta evidente que el desarrollo sostenible no podrá mantenerse en el tiempo si las condiciones económicas, sociales y medioambientales del mismo no son abordadas de forma integrada y equilibrada.

La evolución que ha experimentado en las últimas décadas el concepto de desarrollo sostenible, muestra la creciente preocupación mundial por lograr que el progreso económico no esté dissociado de la mejora de las condiciones de vida y de la preservación del medio ambiente. En este sentido, el objetivo fundamental del desarrollo sostenible consistiría en definir proyectos viables y eficientes, que aunaran las dimensiones económica, sociocultural y ambiental de la sostenibilidad.

También hemos destacado que la ecoeficiencia está estrechamente ligada al desarrollo sostenible, siendo el principal medio a través del cual el sector industrial y empresarial contribuye a dicho desarrollo, al tiempo que mejora su competitividad; ya que llevar a cabo una actividad ecoeficiente implica aumentar el valor de los productos y servicios, consumiendo menos materias primas y disminuyendo los residuos.

En el ámbito de la ingeniería, y en concreto en el de la ingeniería naval, los principios de la sostenibilidad deben alentar al ingeniero a tomar decisiones con más conciencia ambiental en el ejercicio de su profesión. Los arquitectos e ingenieros navales se

enfrentan a nuevos retos y oportunidades dada la necesidad de mejorar el diseño de los buques beneficiando al medio ambiente — crecimiento verde. Se requiere una industria de construcción naval europea más creativa que tenga en cuenta una serie de principios rectores que pueden resumirse en:

Diseñar y construir buques para la longevidad y la reutilización o reciclaje.

Minimizar el uso de materiales peligrosos y contaminantes ambientales.

Maximizar el uso de materiales reciclados y reciclables.

Elegir proveedores locales con prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Reducir al mínimo el material de desecho.

Minimizar las emisiones al aire.

Reducir al mínimo el uso de energía y los vertidos al agua.

Animar a otros a ejercitar su labor de una manera sostenible, educando acerca del ciclo de vida.

Transporte marítimo y medio ambiente

Tal y como se expone en el capítulo 3 de la tesis, el contexto del transporte marítimo se está reconfigurando. Los costes de la energía, el cambio climático y la sostenibilidad ambiental son las tendencias más importantes que debe encarar. El vínculo entre todas ellas es muy fuerte y seguirá dando forma a las políticas y estrategias de transporte en el futuro.

Entre las disposiciones reglamentarias recientes figuran las medidas técnicas y operativas aprobadas por la Organización Marítima Internacional (OMI) en 2011 para aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte marítimo.

Tal y como señala la UNCTAD (2013) la aplicación de principios de sostenibilidad en el transporte marítimo no solo ayudará a reducir la dependencia del petróleo, a minimizar los elevados costes de transporte y a limitar los impactos ambientales, sino que también brinda una oportunidad para pasar a un sendero de desarrollo sostenible y de bajas emisiones de carbono.

El comportamiento medioambiental del transporte marítimo puede y debe ser mejorado, perfeccionando la tecnología y mediante combustibles y operaciones mejoradas. La sostenibilidad en el transporte implica la capacidad de proporcionar sistemas de transporte eficientes en combustible, eficaces en función del coste, inocuos para el medio ambiente, de bajas emisiones de carbono y resistentes al clima.

Si se aplicaran las directrices planteadas en capítulo 5 de la tesis y se integraran estas tecnologías en la flota actual, esta podría llegar a ser entre un 15 y un 20% más verde y más limpia que lo es hoy en día. Y si además la investigación y los desarrollos continuaran por el mismo camino en los próximos años se podría alcanzar el buque sin emisiones peligrosas — emisiones cero- en un futuro inmediato.

Por ello, la comunidad marítima europea debe continuar aunando esfuerzos que le permitan seguir explorando, desarrollando y demostrando soluciones técnicas viables a fin de progresar en el concepto de transporte marítimo sostenible y “buque verde” del futuro, buque respetuoso con el medioambiente, no contaminante, eficiente energéticamente y sostenible.

2.2. BASES TEÒRICAS

2.2.1. Aceros y sus clasificaciones

Historia

No se detalla exactamente en qué fecha fue descubierta pero si se conoce aquella técnica que se empleó para fundir el mineral de hierro para obtener como producto un metal que puede ser empleado para diversas transformaciones. Aproximadamente en el año 3000 a.C. se produjeron los primeros utensilios en base al hierro pues arqueólogos encontraron estas piezas en Egipto, no obstante, se descubrió que mucho antes ya se usaba el hierro para fabricar adornos. Asimismo, hace 1000 a.C. los griegos conocían ya las técnicas para poder endurecer las armas de hierro empleando tratamientos térmicos.

Los primeros artesanos produjeron aleaciones de hierro que se conocen actualmente por su clasificación como hierro forjado. Para proceder a la producción de aleaciones se realizaba un calentamiento de la masa compuesta por mineral de hierro y carbón vegetal dentro de un horno. Gracias a ese proceso se obtenía la reducción del mineral hasta que adquiriera una forma esponjosa de hierro con abundante escoria que se producía por las impurezas y las cenizas provenientes del carbón vegetal. Mientras se encontraba de forma incandescente, la esponja de Hierro era retirada para luego ser golpeada por martillos muy pesados con el fin de retirar toda la escoria que contenía en su superficie además de soldar y consolidar el hierro. En muchas ocasiones no se obtenía lo requerido pues en vez de obtener hierro forjado obtenía accidentalmente autentico acero. Después, los artesanos tomaron el conocimiento para poder aprender a fabricar acero mediante el calentamiento de hierro forjado con carbón vegetal dentro de recipientes de arcilla que los contenían durante varios días para que el hierro absorba carbono hasta

transformarse en acero autentico.

Posteriormente, en el siglo XIV hubo un aumento del tamaño de los hornos empleados para el proceso de fundición así como un incremento de un área que se encargó de expulsar los gases producto de la combustión que ocurre dentro del proceso que se forman a partir de la carga o mezcla de materias primas. Gracias a la buena dimensión que poseen estos hornos se hacía posible que el mineral de hierro que se encontraba en la parte superior del horno sea reducido hasta formar un hierro metálico mientras que se seguía absorbiendo carbono por acción de los gases que se atravesaban. Se le conoce como arrabio al producto obtenido de los hornos, corresponde a una aleación que a comparación del acero puede alcanzar su punto de fusión con una temperatura más baja para permitir más adelante que se realice el refinamiento.

En los tiempos modernos se produce acero empleando altos hornos los cuales corresponden a modelos mejorados de aquellos que fueron utilizados antiguamente. En el año 1855 se desarrolla un horno denominado Bessemer perteneciente a su inventor Henry Bessemer quien a su vez aplica un proceso de refinado de arrabio empleando chorros de aire.

A partir del año 1960 se emplean mini hornos que funcionan con electricidad para la producción de acero usando como materia prima a la chatarra. No obstante, aún es esencial el uso de grandes instalaciones de altos hornos para la producción de acero usando como materia prima el mineral de hierro.

2.2.2. Hierro, Arrabio y Acero al carbono.

Las definiciones tanto para el hierro, arrabio y acero al carbono son diferentes aunque muchos consideren que son lo mismo, por lo tanto se realizará su correcta

definición para un buen entendimiento.

- a) **Hierro o fierro**; se denomina a aquel metal que se encuentra como tal en la naturaleza pero que se caracteriza por no ser del todo puro. Puede ser encontrado en forma de mineral de hierro de 25% hasta 70% con forma de fosforo, óxidos o carbonatos.
- b) **Arrabio**; Se le denomina así a la aleación de Hierro con un agregado de carbono el cual corresponde del 2,5% al 4,5% del contenido total que contiene también impurezas como silicio, fosforo. Manganeso y azufre. Como producto es empleado en los procesos correspondientes de las plantas siderúrgicas en estado líquido o como lingotes siendo agregados a hornos de acerería para la producción de acero.
- c) **Acero al carbono**; corresponde a la aleación de Fe-C con un contenido de carbono menor que el del arrabio, es decir con un porcentaje máximo de 1,5% en su contenido formando un estado homogéneo.

2.2.3. Características y Aplicaciones de Aceros

Tienen diversas características que corresponden a una clasificación específica la cual se selecciona en base a la exigencia de los materiales, dicha clasificación se muestra a continuación.

2.2.3.1. Materiales estructurales.

La aplicación del acero es fundamental dentro de los materiales de construcción pues les proporciona características como mayor resistencia mecánica, mayor capacidad para ser trabajado, etc. De esta manera se justifica tal afirmación sobre la relevancia y amplio uso del acero dentro de la ingeniería. Es innegable que, para la realización de construcciones se requiera del acero para mantenerlas fijas, esto se da en puentes, edificios o hasta en medios de transporte

como automóviles, aviones o naves.

De este modo, son los aceros al carbono comunes que no han recibido tratamiento térmico los que son considerados dentro de los denominados aceros estructurales que como su nombre menciona, sirven para la realización de estructuras.

Asimismo, se emplean para otras aplicaciones en las que se busca una relación de resistencia y peso más exigente. Por ejemplo en la industria de medios de transporte se realizan equipos que debido al servicio que prestan necesitan una estructura con peso ligero pero que posean gran resistencia. Es necesaria esta condición pues las mismas requieren de resistencia a los impactos y que trabajen bajo gran esfuerzo como que sean resistentes a la corrosión.

2.2.3.2. Materiales Funcionales.

Son seleccionadas tomando en cuenta si posee una función electrónica o eléctrica pues se requiere de su resistividad o conductividad; que sean magnéticas, termoiónicos o radiactivas.

Asimismo, de acuerdo al servicio para el que se requiera se necesita de una propiedad en específico y para conseguir tal propiedad se requerirá perder otra como por ejemplo si se requiere de la durabilidad del acero por trabajar en muy bajas o elevadas temperaturas se disminuirá su resistencia mecánica.

2.2.4. Clasificación de los Aceros.

Si se requiere clasificar todos los aceros que existen sería demasiado complejo debido a que existen diversos tipos, por lo que se dará la clasificación de acuerdo a los aspectos más conocidos, aún más complicado sería realizar las equivalencias exactas entre

los aceros de acuerdo a sus denominaciones. Todo esto se debe a que de acuerdo al país varían las clasificaciones y normas que rigen. Entre aceros al carbono se usa una clasificación usual la cual los separa en SAE, AISI, COPANT, DIN, ASTM, etc.

Existen diversas características que permiten la clasificación de los aceros como de acuerdo al proceso para su fabricación, el grado de carbono que presenta, el grado de desoxidación, etc. A continuación, se presenta la clasificación de la cual se está mencionando:

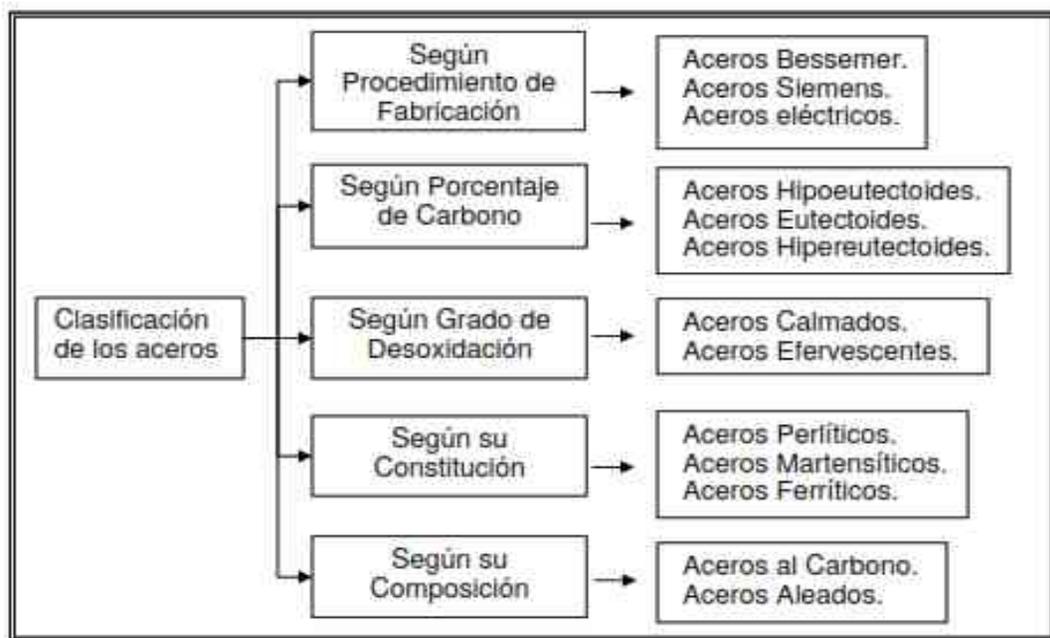


Figura 1. Clasificación de los aceros.

2.2.4.1. Clasificación de los Aceros de acuerdo a su Composición Química.

En base a su composición química los aceros adquieren su clasificación dividiéndose en dos tipos. Los mismos se muestran con mayor detalle y argumento a continuación:

1) Aceros al Carbono.

Se dice que un 90% y un poco más de la totalidad de aceros que se

producen corresponden a esta clasificación. Se caracteriza por presentar en su composición carbono y manganeso (1,65%), silicio (0,6%) y cobre (0,6%). Aquellos productos que se realizan en base al acero al carbono se encuentran maquinas, carrocerías de autos, estructuras de construcción, cascos para buques y horquillas.

2) Aceros Aleados.

Se caracterizan por presentar en su composición diversos elementos aleantes que son los encargados de darles aquellas características que las distinguen de otros aceros. Entre los elementos de aleación que se emplean para agregar a su composición se encuentran el níquel, cromo, molibdeno, silicio, vanadio, tungsteno, entre otros.

2.2.4.2. Clasificación de aceros de acuerdo a sus características mecánicas

Dichas propiedades o cualidades se encargan de definir el comportamiento que tendrá el material al recibir una carga externa para poder determinar si es apto para su aplicación en usos mecánicos, en otras palabras, la capacidad para poder soportar esfuerzos sin romperse, fracturarse, deformarse o deformarse.

La composición química que contenga el acero será la que determina el comportamiento mecánico que tendrá además de determinar el estado en que se encuentra y la calidad que posee. Asimismo, el comportamiento que posee el material depende de:

- El esfuerzo al que sea sometido como a la tracción, compresión, flexión, entre otros.

- La naturaleza que tenga el esfuerzo lo cual puede ser monoaxial, biaxial o triaxial.
- La condición que requiera para ser aplicado como rápida, progresiva, variable o cíclica.
- La temperatura

Ademas, el comportamiento que presente el acero cuando se le aplica una carga se cuantifica de acuerdo a los siguientes:

a) Resistencia

Es aquella capacidad que posee el acero para no permitir que sea deformado o roto. Dentro de la propiedad que implica la resistencia se encuentran la resistencia a ser deformado o la resistencia a ser roto.

b) Deformabilidad

La capacidad que tiene el material para ser deformado, así también se puede referir a la deformación plástica por el aspecto plástico que presenta antes de sufrir de una rotura. La plasticidad consta de propiedades como la ductilidad la cual es la deformación causada por un esfuerzo de tracción y también la maleabilidad la cual es la deformación causada por el esfuerzo de compresión.

c) Tenacidad

Consiste en el trabajo que realiza el acero durante su deformación hasta el punto máximo antes de ser roto, es decir, la capacidad del material para recibir energía mecánica hasta alcanzar su límite y romperse. El valor depende de su resistencia y de la ductilidad.

2.2.4.3. Ensayos Mecánicos del Acero.

Para fabricar una maquina o una herramienta se requiere de una calidad adecuada que debe poseer el material que lo constituye. Debido a que existe gran variedad de tipos de acero se requieren de los ensayos para poder reconocer cuanta dureza tiene, cuanta resistencia demuestra al ser sometida a esfuerzos que se les asigna o los agrietamientos que posee al observarse en microscopio, todos estos definen al material pues de acuerdo a ellos se fractura o rompe más fácil o difícil. Con respecto a todo esto, se consideran dos tipos de ensayos los cuales se presentan a continuación:

1) Ensayos no Destructivos.

Esta prueba es aplicada al material con la característica de que no afecta la propiedad física, química y mecánica. Al realizar el ensayo no destructivo en el material no se realizarán daños perceptibles o prácticamente nulos pues el único fin es analizar su homogeneidad y continuidad.

Se conocen los siguientes ensayos no destructivos:

- a) Ensayo microscópico.
- b) Ensayo por ultrasonidos
- c) Ensayo por líquidos penetrantes
- d) Ensayos por partículas magnéticas

2) Ensayos Destructivos.

Se aplica un ensayo destructivo para comprobar las propiedades que posee el material. Gracias a esto se podrá determinar que material será

empleado para dicha actividad como por ejemplo para ser empleado dentro de la estructura del edificio para proporcionarle firmeza.

Los ensayos correspondientes al ensayo destructivo serán los siguientes por ser los más utilizados:

- a) Ensayo de dureza
- b) Ensayo de tracción
- c) Ensayo de impacto

b.1) Ensayo de Tracción

Corresponden a uno de los ensayos más empleados para el acero pues se considera fundamental la información que se obtiene. Mediante el ensayo de tracción se permite conocer la ductilidad y resistencia que tiene el material. Lo que se obtenga de resistencia será empleado en la aplicación del diseño mientras que los datos obtenidos sobre la ductilidad serán importantes para conocer hasta qué punto el material de acero puede ser deformado sin alcanzar el punto de rotura.

El ensayo consiste en emplear una probeta con sección uniforme y conocida sometida a una fuerza de tracción que se aumenta de manera progresiva. De la misma manera y simultáneamente se mide el alargamiento que adquiere la probeta durante el ensayo.

Diagrama Tensión v/s Deformación.

Se emplea el diagrama de Tensión vs deformación mientras se ejecuta el ensayo para medir la deformación o alargamiento de la probeta dentro de dos puntos fijos mientras que se aplica de forma

progresiva mayor carga. La representación se realiza en función de la tensión.

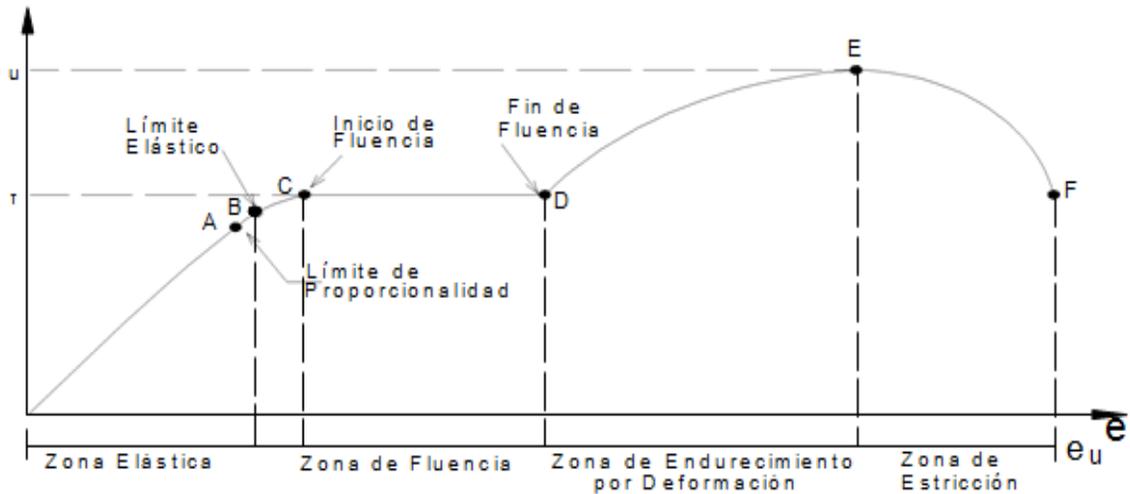


Figura 2. Diagrama curva de tensión-deformación

A partir del diagrama se obtiene una curva de tensión-deformación que pasa por cuatro zonas las cuales son:

a) Deformación elástica

Zona en la que se realiza una deformación uniforme en toda la probeta, son de baja magnitud y es probable que recupere su forma inicial si es que se le retira la carga. Dentro de esta deformación se habla del módulo de Young o de elasticidad el cual corresponde al coeficiente correspondiente a la proporción entre la tensión y la deformación. De acuerdo a esto se puede decir que absolutamente todos los aceros tienen el mismo módulo de Young sin importar que varíen y se diferencien por sus resistencias.

b) Fluencia o cedencia

Corresponde a una zona en la que la probeta realiza una deformación

brusca sin habersele aplicado una carga mayor. Se produce un fenómeno de fluencia el cual se da debido a que los elementos de aleación que contiene la probeta se encargan de bloquear las dislocaciones de la red cristalina evitando que se realice un deslizamiento, por lo tanto el material se deformará plásticamente. Una vez se llegue hasta el punto límite de fluencia se producirá la deformación brusca.

c) Deformaciones plásticas

Aunque se le retire la carga, alcanzado este punto el material solo podrá recuperar parcialmente su forma pues habrá quedado deformado de forma permanente.

d) Estricción

Momento en que se realizará la deformación hasta acumularse y producir la rotura de la probeta. La estricción causa que la curva tensión-deformación descienda.

Ensayo de Dureza.

Ensayo que se realiza para medir que tanta resistencia tiene el material. Para ello se emplea una cuchilla o punzón que se denomina como durómetro y que está diseñado en forma de pirámide invertida o cono hecho de un tipo de material que posee una mayor dureza que el acero para buscar que se penetre en su estructura.

Según qué tan profundo se obtenga al penetrar el material se establecerá su valor lo cual corresponde a la dureza medida del acero.

a) Dureza Brinell

Se usa como punta una bola de acero templado. Es empleado en materiales duros con el fin de estimar su resistencia a la tracción y se usa por su facilidad para ser aplicada. Sin embargo, no es exacto ni tan preciso.

b) Dureza Knoop

Emplea una punta hecha de diamante que es ejercida con una fuerza estándar sobre la superficie del material. El objetivo es medir la dureza en valores de escala absoluta.

c) Dureza Rockwell

Se emplea de punta una especie de cono hecho de diamante o bola de acero. Se considera que corresponde a un ensayo no destructivo por no romper la estructura del material en estudio. Es muy empleada debido a que se da una medición directa y puede aplicarse a cualquier tipo de material.

d) Rockwell superficial

Es una variante de la dureza Rockwell empleado para el análisis y la dureza de piezas sumamente delgadas como por ejemplos cuchillas de afeitar o capas de materiales que han sido sometidos a tratamientos para adquirir una dureza en su superficie.

e) Dureza Rosiwal

Su objetivo es determinar la resistencia a la abrasión de los materiales y medir la dureza en escala absoluta. Se basa en el

Corindón para un valor de 1000.

f) Dureza Shore

Hace uso de un escleroscopio. Aunque es adimensional tiene varias escalas. Se aplica para saber la calidad de la superficie del material. A comparación de otros no es un penetración más bien es elástico.

g) Dureza Vickers

Emplea una punta hecha a base de diamante que posee una forma de pirámide invertida cuadrangular. Si se emplea para materiales blandos el valor Vicker será semejante al de Brinell.

h) Dureza Webster

Se usan maquinas manuales para medir, es perfecto para trabajar con piezas que tienen difícil manejo. Por lo general los valores que se obtienen se convierten a valores Rockwell.

método de

Ensayo de Impacto.

Se emplea para poder medir que tan tenaz puede llegar a ser el acero. La prueba consiste en someter a la probeta de acero a un fuerte impacto que se produce al instante. Mediante esta acción se genera una medida de la energía que se requiere para poder fracturar la probeta haciendo conocer su tenacidad.

Aunque no necesariamente se empleen los ensayos de impacto para la realización del diseño, sirven muy bien como instrumento de

comparación pues gracias a este proceso se puede comparar las propiedades de un acero con el de otro. Entre los ensayos más conocidos con relación al impacto se encuentran la de Charpy e Izod.

2.2.5. Aceros al Carbono

Estos aceros requieren cumplir ciertos requisitos importantes, los mismos se muestran a continuación:

1. Homogeneidad y ductilidad
2. Aptitud para poder ser cortado por llama
3. Soldabilidad
4. Valores altos al obtener la relación resistencia mecánica-límite de fluencia.
5. Resistencia a la corrosión.

2.2.6. Norma ASTM, American Society for Testing and Materials.

Organización fundada en el año 1898, se le considera como una de las más influyentes del mundo por desarrollar normas a voluntad. Es una organización que tiene por objetivo desarrollar y publicar normas por consenso las cuales se aplican a todo material, producto, sistema y hasta servicios.

Se dice que las normas de ASTM son de carácter voluntario pues no necesitan de observación. No obstante, aquellas autoridades que tienen facultad normativa brindan por lo general fuerza de ley a aquellas normas voluntarias a través de leyes, códigos y regulaciones.

ASTM se encuentra compuesto por diversos miembros representantes de productores, consumidores, el gobierno y la representación de cada uno de los cien países que lo conforman. Todos buscan desarrollar documentos técnicos para emplearlos como

base a tomar en cuenta para proceder a la fabricación, gestión y adquisición además de la elaboración de códigos y regulaciones.

Las compañías y agencias del mundo realizan sus trabajos basándose en las famosas normas ASTM. Asimismo, los vendedores y compradores incorporan dichas normas en los contratos que emiten; otros profesionales que lo emplean son los ingenieros y científicos en laboratorios, arquitectos en los planos que realizan y las agencias gubernamentales para referirse a ellas en sus códigos y leyes.

2.2.7. Acero al Carbono ASTM A 131/A 131 M – 08.

Para la fabricación del acero estructural para barcos empleados para el sector de construcción y de reparación se designan en base a las normas ASTM dentro de su especificación ASTM A-131-82 la cual obtiene aprobación por parte de la casa clasificadora Lloyd's Register of Shipping.

Este tipo de acero es empleado en construcciones navales, posee dos niveles de resistencia que contienen propiedades mecánicas como la elongación y la dureza los cuales pasan por una evaluación empleando el ensayo de tensión y de charpy,

Los aceros ASTM A131 adquieren una clasificación de acuerdo a su resistencia. A continuación, se muestra la mencionada.

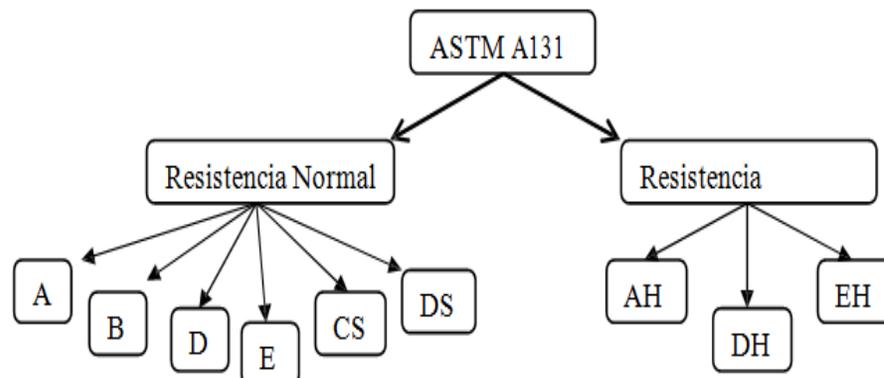


Figura 3. Clasificación de aceros ASTM A131

2.2.7.1. Clasificación de acero ASTM A131

De acuerdo al cuadro que se muestra a continuación se observa la composición y características físicas que poseen cada tipo de acero ASTM A131.

			% Alargamiento mn.			
			200 mm	50mm		
A	400 a 490	235 (1)	21	24	0,23 (5)	(*6
B	400 a 490	235 (1)	21	24	0,21	0,8 - 1,1 (7)
D	400 a 490	235 (1)	21	24	0,21	0,7 (7) - 1,35
E	400 a 490	235 (1)	21	24	0,18	0,7 - 1,35 (7)
CS	400 a 490	235 (1)	21	24	0,16	1,0 - 1,35 (7)
DS	400 a 490	235 (1)	21	24	0,16	1,0 - 1,35 (7)
AH32	470 a 585	31	19	22	0,18	0,9 - 1,6
DH32	470 a 585	31	19	22	0,18	0,9 - 1,7
EH32	470 a 585	31	19	22	0,18	-
AH36	490 a 620	36	19	22	0,18	-
DH36	490 a 620	36	19	22	0,18	-
EH36	490 a 620	36	19	22	0,18	-

Tabla 1. Composición y Características físicas del acero ASTM A131.

Tabla de Equivalencias de Aceros para las distintas Casas Clasificadoras								
G	LRS	DNV	ABS	B	RINA	NKK	RNR	ASTM-
A	A	N	A	A	A	K	A	A
B	B	N	B	B	B	K	B	B
D	D	N	D	D	D	K	D	D
E	E	N	E	E	E	K	E	E
A-	AH-	NVA-	A-	A-	AH-	KA-	A-	AH-32
D3	DH-	NVD-	D-	D-	DH-	KD-	D-	DH-32
E-	EH-32	NVE-	E-	E-	EH-32	KE-	E-	EH-32
A-	AH-	NVA-	A-	A-	AH-	KA-	A-	AH-36
D3	DH-	NVD-	D-	D-	DH-	KD-	D-	DH-36
E-	EH-36	NVE-	E-	E-	EH-36	KE-	E-	EH-36

Tabla 2. Equivalencias de ASTM A131 versus Casa Clasificadora.

A la clasificación del acero ASTM A131 en base a su nivel de resistencia

también se le agrega otra clasificación que corresponde al grado. Se necesita considerar la soldabilidad que poseen los aceros navales para poder elegir correctamente el tipo de electrodo que se utilizará además de los tratamientos térmicos adecuados para que el material permita ser soldado.

2.2.7.2. Determinación de la Soldabilidad de los Aceros.

Es fundamental tomar en cuenta la característica de soldabilidad que poseen los aceros. Se define a la soldabilidad de un metal, desde el campo de la metalurgia, como aquella capacidad para poder retener las propiedades que posee luego de haber sido sometido al calentamiento dado por la soldadura. Si se diese una pérdida de propiedades se explica que se debe a que, posterior al proceso, actúan los cambios micro estructurales o aparecen estructuras que dan desequilibrio. Asimismo, se puede dar a consecuencia de un calentamiento y enfriamiento rápido. En el proceso de soldabilidad tiene influencia la composición química que posee el material sometido, también su forma y las dimensiones de las piezas que se van a soldar, también obviamente el mismo proceso de soldadura.

Según el parámetro que se denomina como Carbono equivalente (CE) se determina como es que la composición química influye y por lo tanto se mide. Esto es establecido por el instituto internacional de soldadura mediante la siguiente expresión:

$$C.E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{15}$$

Todo material posee especificaciones de carbono equivalente propias así

como también la cantidad en porcentaje de carbono que posee en el material hecho de acero que se empleará para la soldadura. Se denominan como parámetros de la composición química que tiene el acero permite la posibilidad de determinar la susceptibilidad del acero y permitiendo conocer cómo se realizará el diseño del procedimiento de soldadura.

Grade	Carbon Equivalent ^A , max, %	
	Thickness (t), in. [mm]	
	t ≤ 2.0 in. [50 mm]	t > 2.0 in. [50 mm] t ≤ 4.0 in. [100 mm]
AH32, DH32, EH32, FH32	0.36	0.38
AH36, DH36, EH36, FH36	0.38	0.40
AH40, DH40, EH40, FH40	0.40	0.42

^A The following carbon equivalent formula shall be used to calculate the carbon equivalent, C_{eq} :

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} (\%)$$

Tabla 3. Carbono Equivalente para aceros estructurales de resistencia superior.

Los aceros al carbono designados como ASTM 4131-82 presentan una composición química y un porcentaje de carbono dentro de esa composición que ya se ha establecido por ser acero de resistencia normal. Asimismo ya se encuentra establecido el porcentaje de carbono que es equivalente al grado del acero y su espesor. Conociendo estos datos se podrá realizar el diagrama de Graville para conocer las precauciones que se deben tomar si se quiere evitar la formación de estructuras frágiles por efecto de la soldabilidad del acero naval.

2.2.7.3. Especificaciones del proceso de soldadura

A continuación, se muestra un cuadro correspondiente a un extracto de la AWS D1.1/D1.1M:2006 Structural Welding Code Steel:

Steel Specification		Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature	
			in	mm	F	C
ASTM A 36		SMAW with other than low-hydrogen electrodes	1/8 to 3/4	3 to 20	32	0
ASTM A 53	Grado B					
ASTM A 106	Grado B					
ASTM A 131	Grado A, B, D, E, CS, DS					
ASTM A 139	Grado B					
ASTM A 381	Grado Y35					
ASTM A 500	Grado A, B, C					
ASTM A 501						
ASTM A 510						
ABS	Grado A, B, D, E, CS, DS	Over 2-1/2	Over 65	300	150	

Tabla 4. Pre calentamiento y temperatura de interfase para proceso de soldadura SMAW

Steel Specification		Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature	
			in	mm	F	C
ASTM A 36		SMAW with other than low-hydrogen electrodes, SAW, GMAW, FCAW	1/8 to 3/4	3 to 20	32	0
ASTM A 53	Grado B					
ASTM A 106	Grado B					
ASTM A 131	Grado A, B, D, E, CS, DS					
ASTM A 139	Grado B					
ASTM A 381	Grado Y35					
ASTM A 500	Grado A, B					
ASTM A 501						
ASTM A 524	Grado 1 & 2					
ASTM A 588	Grado A, B, D, E, CS, DS	Over 2-1/2	Over 65	225	110	

Tabla 5. Pre calentamiento y temperatura de interfase para proceso de soldadura SMAW, SAW, GMAW Y FCAW.

Para todos los grados correspondientes a los aceros navales ASTM A131 se requiere de una aplicación del pre calentamiento y temperatura de interfase correspondiente al metal base en su punto de fusión de acuerdo a lo dispuesto en las tablas mostradas anteriormente de acuerdo al proceso de soldadura, excepto el metal base de espesores menores o iguales a 20 mm pues no necesita de un pre calentamiento.

2.2.8. Sistemas de soldaduras aplicables para un armado de un bloque

Dentro de este capítulo se realizará la caracterización que presentan los sistemas de soldadura eléctrica que pueden ser aplicadas a la construcción del bloque, tomando en cuenta cada detalle con el fin de que la información sea entendible para aquel que desee estudiar el contenido.

Como introducción al tema de soldadura se requiere conocer diversos aspectos fundamentales para poder dominar los términos empleados en el proceso de soldadura de arco. Primero, el arco eléctrico se defina como una descarga continuada entre dos conductores que se encuentran apenas separados y es el área por donde se transporta la corriente pues el aire toma el rol de conductor o también podría ser el gas, lo cual se evidencia por presentar destellos de luz y calor, los cuales son empleados en el proceso de soldadura por las siguientes razones:

1. Brinda intensidad de calor.
2. Permite la facilidad para ser controlado con medios eléctricos.

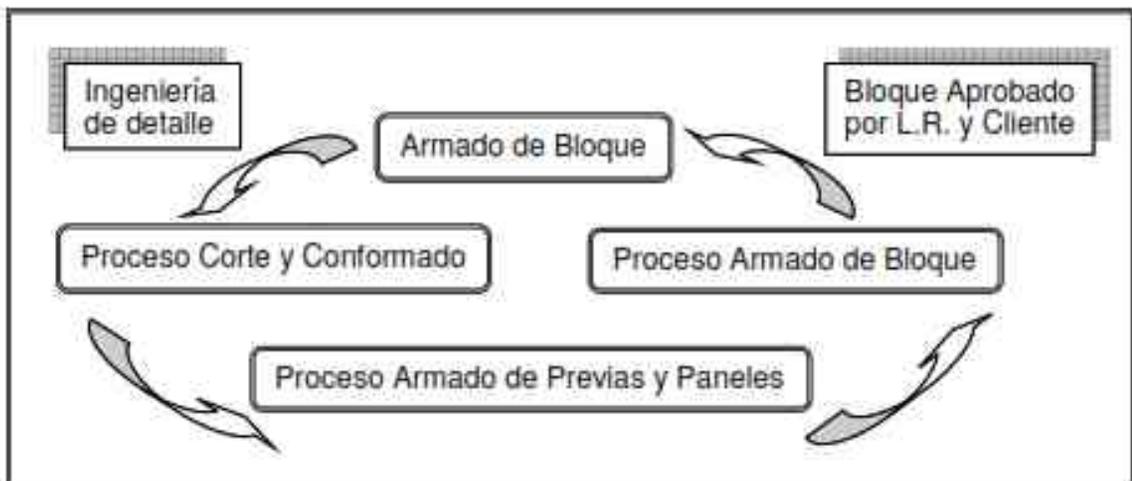


Figura 4. Proceso de armado de un bloque

2.8.1. Generación del Arco Eléctrico.

Se denomina como arco eléctrico a la descarga de corriente alta que se transporta por una columna gaseosa. Debido a que generalmente el gas es aislante si es que se encuentra en condiciones normales se necesita tomar un gas conductor para producir el arco y conseguir el proceso de ionización.

La ionización se da producto al choque de electrones que se desprenden de los electrodos con el gas. El gas se caracteriza por ser ionizado o parcialmente ionizado denominándose como plasma.

2.8.2. Procesos de Soldadura al Arco.

Para la construcción naval y para armar un bloque correspondiente al proyecto de construcción clasificado por Lloyd's Register of Shipping se requiere de una aprobación de las etapas de construcción del bloque mediante un normado de Lloyd's Register. En otras palabras, tanto el proceso como el procedimiento para soldar y el mismo personal debe ser clasificado.

Para proceder con el armado del bloque se requieren de diversos procesos de soldadura los cuales son:

1. Soldadura de arco con electrodo revertido o simplemente SMAW
2. Soldadura de arco con electrodo consumible y protección de gas o GMAW
3. Soldadura por arco sumergido o SAW
4. Soldadura de arco con electrodo tubular (FCAW)

2.8.3. Soldadura al Arco con electrodo revestido

Se denomina como un proceso correspondiente a la soldadura de arco que se caracteriza por usar electrodos de metal con revestimiento.

2.8.3.1. Principios de Funcionamiento.

El proceso de soldadura de arco con electrodo revestido también se denomina como soldadura por arco de metal protegido y corresponde al sistema más utilizado en comparación con otros sistemas de soldadura de arco. Posee un sistema de funcionamiento formado por un circuito cerrado que permite la unión de los metales empleando un gran calor por acción del arco eléctrico. Se usa un circuito que inicia dentro de una fuente de poder eléctrica que se compone además de cables de conexión para soldadura, también un porta electrodo, una conexión con la pieza de trabajo, la pieza que se va a soldar y el electrodo que se empleará. A continuación, se muestra un circuito eléctrico básico del proceso.

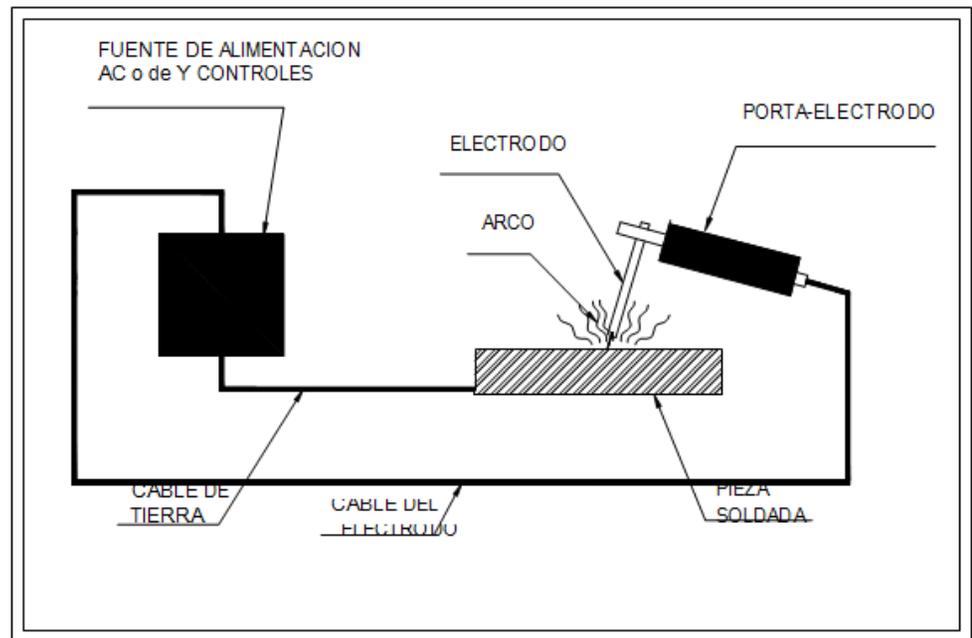


Figura 5. Circuito Eléctrico del proceso de soldadura al arco con electrodo revestido.

2.8.3.2. Protección del Arco Eléctrico.

Para la fundición de los metales se requiere de un intenso calor el cual será obtenido gracias a la acción que realiza el arco eléctrico. Para ello se realiza

el proceso el cual consiste en poner en contacto la punta del electrodo revestido de forma momentánea con la superficie en la que se está trabajando, en este caso una base de metal, sin necesidad de ejercer presión. A través de este proceso se obtiene la fusión del metal del electrodo y el material con el que se trabaja generando un medio gaseoso debido a la combustión del revestimiento que posee el electrodo el cual tiene la función de proteger el metal que se funde de la atmosfera. Asimismo, cumple la función de estabilizar el arco que se mueve mientras se realiza el proceso de unión. A continuación, se muestra una gráfica que demuestra la función protectora del arco durante el proceso de soldadura.

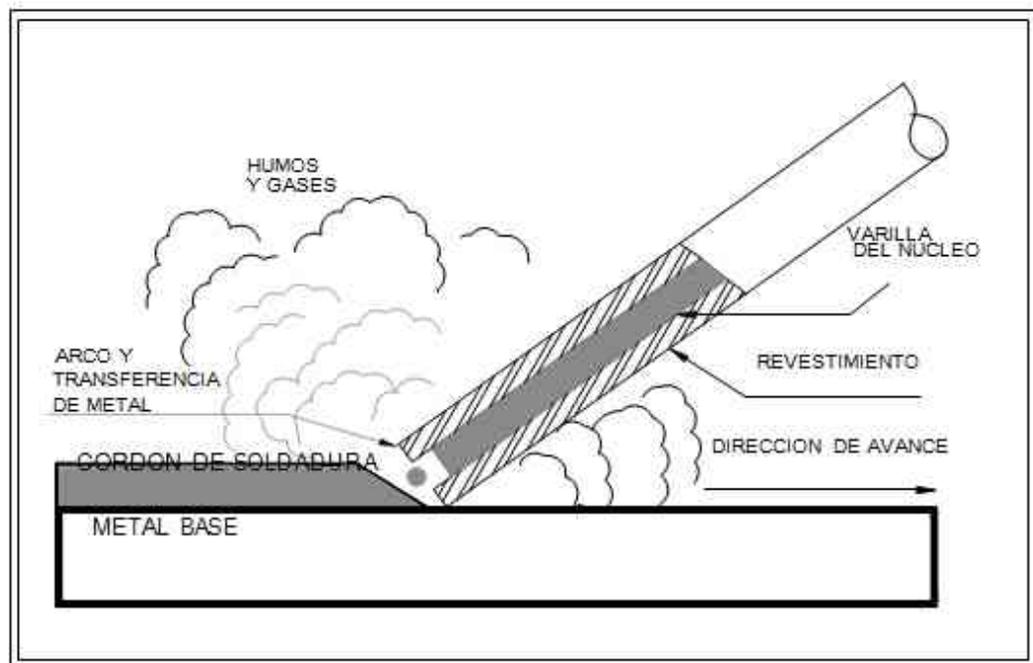


Figura 6. Acción protectora del Arco.

El SMAW tiene como objetivo realizar el transporte de la corriente puntualmente hasta la zona en la que se realiza la soldadura mientras mantiene el arco eléctrico ubicado entre la punta y la pieza. Se emplea un electrodo de

acuerdo a su naturaleza, estos pueden consumirse, fundirse y aportar metal a la unión. El gas que se genera sirve como protección para las gotas de metal que se exponen en el ambiente mientras que la escoria permite estabilizar el metal que se funde.

La escoria permite la regulación de la velocidad que tarda en enfriar el metal que se ha fundido además de la uniformidad dimensional del cordón.

2.8.3.3. Variables del Proceso de Soldadura SMAW

a) Diámetro del electrodo

El diámetro que debe poseer un electrodo se determina de acuerdo amperaje y la velocidad de soldadura estimada que se empleará.

Para elegir un diámetro correcto de electrodo se necesita conocer el espesor que posee el metal que va a ser soldado, la posición de la soldadura y lo que será soldado junto a la base. Generalmente se emplean diámetros muy grandes para aquellos materiales que poseen gran espesor.

b) Corriente de soldadura

Corriente alterna

En comparación con la corriente continua, la corriente alterna tiene cierta ventaja dentro del proceso de SMAW debido a que no implica un soplo de arco y el costo de la fuente de poder. Debido a que no existe un soplo magnético es posible usar electrodos con grandes diámetros y altas intensidades de corriente.

Corriente continua

Al emplearse corriente alterna para soldar no se consigue una polaridad definida en ninguno de los electrodos por lo que aquí yace la ventaja que posee la corriente continua pues debido a que tiene solo un sentido de circulación de la corriente el efecto que produce la polaridad se puede identificar. Generalmente se emplea una polaridad inversa al emplear corriente continua y el efecto que causa es polarizar positivamente al electrodo con relación a la pieza. Gracias a la polaridad que adopta el electrodo adquiere una mayor temperatura que la pieza y por lo tanto se emplea menos amperaje y un arco más corto. La diferencia entre la polarización inversa y la directa es que la inversa tiene menor poder de penetración. La polarización indirecta le da una polarización negativa al electrodo.

La polaridad que se emplea para la soldadura de aceros ASTM A131 debe ser directa, esto brinda las siguientes aptitudes:

Generar puntos de soldadura que evitaren que se quemara, perforara, deformara u ondulara el material al que se desea soldar debido a la gran cantidad de temperatura.

Mantener una distancia mínima entre la pieza y la punta del electrodo para generar el calor suficiente para que se funda el material.

Emplear pinzas de anclaje o elementos de fijación para disipar la temperatura que evite que se dé una deformación del material que se soldará.

A continuación, se muestra el siguiente cuadro con los parámetros que se presentan en SMAW correspondiente tanto a la corriente alterna como la corriente continua:

Parámetros	Corriente Continua	Corriente Alterna
Soldeo a gran distancia de la fuente de energía		Preferible
Soldeo con electrodos de pequeño diámetro que requiere baja intensidad de soldeo	La operación resulta mas fácil	Presenta dificultad en la generación del arco provocando deterioros en material
Cebado del Arco	Resulta mas fácil	Mas difícil, en especial en la empleacion de electrodos de poco diámetro
Mantenimiento del Arco	Mas fácil por la mayor estabilidad	Mas difícil, excepto con electrodos de gran rendimiento
Sopio Magnético	Puede presentar problemas en el soldeo de materiales ferromagnéticos	No se presenta problema
Posiciones de Soldeo	aplicable en cualquier posición con intensidad bajas	Se aplica en cualquier posición, si se utiliza el electrodo adecuado
Tipo de Electrodo	Emplea todo tipo electrodo	No es aplicable con todos los electrodos, debido que el revestimiento debe poseer sustancias que reestablezcan el arco
Espesor de Pieza	Se prefiere para espesores delgados	Se prefiere espesores gruesos de material por los rendimientos que se puede conseguir
Salpicadura	Poco Frecuente	Mas Frecuente
Polaridad	Posibilidad de elección dependiendo del tipo de material como tipo de electrodo a emplear	No hay polaridad

Tabla 6. Parámetros presentes en el proceso SMAW

c) Amperaje

Es necesario para que los electrodos con revestimiento operen correctamente de acuerdo a un rango. El rango se determina de acuerdo al diámetro y la formulación del revestimiento. El amperaje permite que la tasa de depósito incremente.

d) Longitud de arco

Corresponde a la separación que hay entre la punta fundida que se encuentra en el núcleo del electrodo y la superficie de la poza de soldar. De acuerdo a como se clasifique, tenga el diámetro o este compuesto el electrodo se definirá la distancia de longitud de arco, asimismo se puede mencionar que el amperaje y la posición de soldadura pueden variar la longitud de arco. Controlar la longitud de arco es función específica del soldador quien debe tener experiencia y percepción visual para poder realizar el proceso.

e) Velocidad de soldadura

Corresponde a la velocidad que posee el electrodo cuando realiza su transporte sobre la línea que se genera durante el proceso de soldado. Se dice que la velocidad es apta si se percibe una apariencia correcta. Aquellos factores que intervienen para la velocidad del electrodo son:

La polaridad, amperaje y el tipo de corriente que se emplea.

Como se manipula el electrodo.

La posición de soldadura.

Patrón del cordón de soldadura.

Condición en la que se encuentra la superficie del metal base.

Razón de fusión del electrodo.

f) Orientación del electrodo

Es muy importante pues determina la calidad que tendrá la soldadura debido a que si se tuviese una mala orientación se obtendría escoria atrapada, porosidades y socavación. Para tener una correcta orientación se tiene que contar con un tipo y diámetro del electrodo además de la orientación de la unión. El ángulo de trabajo y el ángulo de avance definen la orientación del electrodo.

Ángulo de avance

Se forma con el eje del electrodo y la línea perpendicular correspondiente al eje de soldadura, posee un ángulo menor a los 90°.

Ángulo de trabajo

Se forma mediante una línea perpendicular entre la superficie principal y el plano compuesto por el eje de soldadura y el eje de electrodo, el ángulo es menor a los 90°.

2.8.3.4 Electrodo para Soldadura por Arco Metal Protegido.

Además de ser el que proporciona metal de aporte y definir el arco, el electrodo aporta otros materiales dentro del arco. La mayoría de electrodos que se emplean para SMAW posee un núcleo compuesto por metal sólido o en otros casos el núcleo se encuentra compuesto por metal en polvo dentro de una funda metálica lo cual tiene como objetivo realizar un depósito de soldadura de

aleación.

Se requiere hacer una buena elección de los electrodos a emplear debido a que se necesita que posean una composición compatible con la naturaleza que posee la base de metal que se soldará. Para la elección del electrodo se requiere de los siguientes aspectos.

La selección de los electrodos debe ser de acuerdo con el proceso y el material que será sometido a soldadura además de tener conocimiento de la composición que posee dicho electrodo.

La soldadura no será buena si es que el electrodo y el metal base no presentan compatibilidad.

Si no se emplea un electrodo apropiado es muy probable que la soldadura no sea lo suficientemente fuerte para soportar cargas deseadas.

Un electrodo no adecuado provoca porosidades, baja resistencia a la corrosión, debilidad de la soldadura, entre otros defectos.

De acuerdo al espesor y composición que tenga el metal base se elegirá la corriente continua o alterna.

a) Clasificación de los electrodos cubiertos

A continuación, se muestra el cuadro correspondiente a su clasificación basado y expuesto por AWS.

Metal base	Especificación AWS para el tipo de electrodo
Aceros al carbono	A5.1
Aceros de baja aleación	A5.5
Aceros resistentes a la corrosión	A5.4
Hierro colado	A5.15
Aluminio y aleaciones de aluminio	A5.3
Cobre y aleaciones de cobre	A5.6
Níquel y aleaciones de níquel	A5.11
Recubrimiento	A5.13 y A5.21

Tabla 7. Electrodo especificado por AWS

Electrodos cubiertos especificados por AWS

Primero, para realizar el proceso de construcción del bloque naval se requiere de un acero ASTM A131, por lo tanto, para aceros al carbono se empleará un electrodo A5.1. Se identifica una clasificación en la que se observa la letra E acompañado de cuatro dígitos como se muestra:

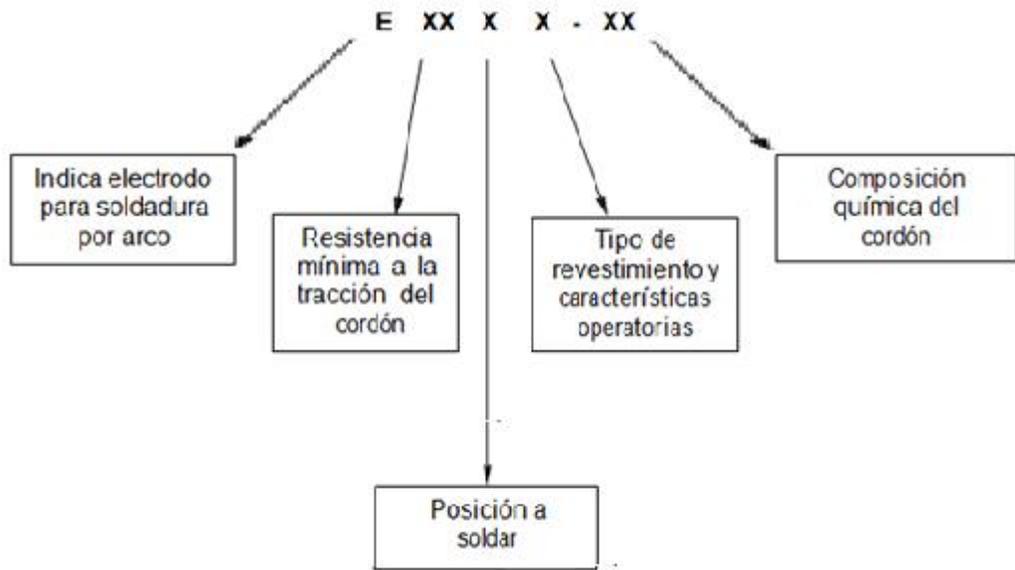


Figura 8. Codificación

1. E es el electrodo a emplear para una soldadura de arco eléctrico.
2. Los dígitos que acompañan a E muestra la resistencia a tracción

E-60XX	→	60.000 PSI
E-70XX	→	70.000 PSI
E-110XX	→	110.000 PSI
3. El tercer o digito representa la posición donde se va a dar la soldadura.

E-XX1X	→	en todas las posiciones.
E-XX2X	→	plano horizontal y plano vertical
E-XX3X	→	solo en el plano horizontal
E-XX4X	→	plano horizontal, plano vertical (sentido horizontal), plano vertical descendente y plano sobre cabeza.
4. El último o los dos últimos dígitos combinados representan las características que posee el electrodo como su polaridad, corriente o

tipo de revestimiento.

5. La composición química se representa mediante el sufijo.

A continuación, se muestra una tabla con mayor detalle.

Tabla 8. Clasificación AWS

Clasificación AWS	Tipo de Revestimiento	Corriente y Polaridad	Posición a Soldar
E-6010	Celulósico Sódico	CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6011	Celulósico Potásico	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6012	Rutilico Sódico	CA.CC.EN.	P.V.SC.H.
E-6013	Rutilico Potásico	CA.CC.AP.	P.V.SC.H.
E-7014	Rutilico H.P.	CA.CC.AP.	P.V.SC.H.
E-7015	Rutilico Sódico B.H.	CC.EP.	P.V.SC.H.
E-7016	Rutilico Potásico B.H.	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-7018	Rutilico Potásico B.H.-H.P.	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6020	Oxido de Hierro	CA.CC.AP.	P.H. Filete
E-7024	Rutilico H.P.	CA.CC.AP.	P.H. Filete
E-7027	Oxido de Hierro H.P.	CA.CC.AP.	P.H. Filete
Nomenclatura	CC: Corriente Continua HP: Hierro en Polvo BH: Bajo Hidrógeno	EP: Electrodo Positivo EN: Electrodo Negativo SC: Sobrecabeza	P: Plana V: Vertical H: Horizontal

Asimismo, a continuación, se muestra el siguiente cuadro el cual contiene detalles con respecto a la clasificación AWS con su tipo de revestimiento, polaridad, corriente y su posición para soldar.

Clasificación AWS	Tipo de Revestimiento	Corriente y Polaridad	Posición a Soldar
E-6010	Celulósico Sódico	CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6011	Celulósico Potásico	CA,CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6012	Rutilico Sódico	CA,CC.EN.	P.V.SC.H.
E-6013	Rutilico Potásico	CA,CC.AP.	P.V.SC.H.
E-7014	Rutilico H.P.	CA,CC.AP.	P.V.SC.H.
E-7015	Rutilico Sódico B.H.	CC.EP.	P.V.SC.H.
E-7016	Rutilico Potásico B.H.	CA,CC.EP.	P.V.SC.H.
E-7018	Rutilico Potásico B.H.-H.P.	CA,CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6020	Oxido de Hierro	CA,CC.AP.	P.H. Filete
E-7024	Rutilico H.P.	CA,CC.AP.	P.H. Filete
E-7027	Oxido de Hierro H.P.	CA,CC.AP.	P.H. Filete
Nomenclatura CC: Corriente Continua EP: Electrodo Positivo P: Plana HP: Hierro en Polvo CA: Corriente Alterna EN: Electrodo Negativo V: Vertical BH: Bajo Hidrógeno AP: Ambas Polaridades SC: Sobrecabeza H: Horizontal			

Tabla 9. Electrodo relacionados con la aplicación del soldeo al arco manual.

Tipos de Revestimientos de Aceros al Carbono.

La clasificación de los revestimientos se da según la composición que poseen pues es la que determina que características tendrá y para que será aplicable. De acuerdo al bloque que se desea construir se dará mayor relevancia a los aceros al carbono dejando de lado los revestimientos de aceros al carbono. Como se muestra a continuación, se observan las características, composición y la aplicación de los tipos de revestimientos de electrodos de acero al carbono.

i. Electrodo oxidantes

Composición del revestimiento: Óxido de Hierro

Características de la escoria: Fácil de desprender, es gruesa

Ventajas: Tiene un baño de fusión fluido.

Limitaciones: Baja penetración y el metal de soldadura no posee tanta resistencia

Aplicaciones: Pre fabricación de calderería ligera

ii. Electrodo ácido

Composición del revestimiento: Manganeseo con óxido de hierro

Característica de la escoria: Tiene un aspecto poroso

Ventaja: Alta velocidad de fusión, alta penetración

Limitación: Solo aplicable para metal base de buena soldabilidad que posea en su composición bajo azufre, fosforo y carbono de lo contrario se puede agrietar al someterse a temperaturas elevadas.

iii. Electrodo ácido de Rutilo

Composición del revestimiento: Óxido de hierro u óxido de manganeseo + óxido de titanio.

Aunque tenga propiedades parecidas a los electrodos de tipo ácido tiene como ventaja que se pueden manejar más fácil debido a la presencia de TiO_2 que a su vez mejoran la penetración.

iv. Electrodo Celulósicos

Composición de revestimiento: Sustancias orgánicas generadoras de gases por efecto del calor

Características de la escoria: Baja escoria que es fácil de retirar

Ventaja: Por efecto de los gases se produce una envoltura gaseosa alrededor del arco.

Aplicaciones: Soldadura de tuberías debido a que tiene buena penetración y alta velocidad de fusión.

Tipo de corriente: Se emplea una corriente continua y una polaridad directa.

2.8.3.5. Capacidades y Limitaciones del Proceso.

SMAW es uno de los tipos de soldadura más empleados, entre sus aplicaciones está el de intervenir para la construcción de bloques.

a) Capacidades

Aunque no comprenda dificultades para su ejecución se necesita de práctica y paciencia para tener la experiencia necesaria. La calidad del proceso depende de la habilidad del soldador quien debe ser homologado por parte de la casa clasificadora para poder realizar sus funciones de soldadura. Asimismo, la calidad de la soldadura depende del nivel de conocimientos que posea y para ello necesita mucha práctica.

Se tienen seis factores a tomar en cuenta para determinar la protección y posición del soldador.

Posición adecuada para realizar la soldadura

Protección facial

Longitud del arco

Corresponde a la separación que hay entre la punta fundida que se encuentra en el núcleo del electrodo y la superficie de la poza de soldar. De acuerdo a como se clasifique, tenga el diámetro o este compuesto el electrodo se definirá la distancia de longitud de arco, asimismo se puede mencionar que

el amperaje y la posición de soldadura pueden variar la longitud de arco. Controlar la longitud de arco es función específica del soldador quien debe tener experiencia y percepción visual para poder realizar el proceso.

Ángulo del electrodo respecto a la pieza

Se forma mediante una línea perpendicular entre la superficie principal y el plano compuesto por el eje de soldadura y el eje de electrodo, el ángulo es menor a los 90°.

Velocidad de avance

Corresponde a la velocidad que adquiere el electrodo mientras se transporta por toda la línea de soldadura. Una velocidad de soldadura correcta es la que produce un cordón de soldadura con contorno y apariencia conveniente.

Corriente eléctrica

Empleando un electrodo adecuado, dentro de la soldadura SMAW se emplea una corriente continua o una corriente alterna. La fusión de los electrodos con revestimiento depende del tipo de corriente empleado, la polaridad y los constituyentes del revestimiento.

Al tomar en consideración los factores descritos para el proceso SMAW se obtendrán un trabajo de calidad y con grandes ventajas para permitir la construcción del bloque requerido.

b) Ventajas

Entre las ventajas que se consiguen se encuentran las siguientes.

Soldadura de arco empleando un electrodo revestido se usa

generalmente para realizar pequeñas soldaduras para realizar mantenimiento, reparaciones o construcciones.

Se usa un equipo portable, económico y fácil de manejar.

No se emplean materiales extras para la protección del arco pues el revestimiento ya posee un protector.

La posición de soldadura corresponde al tamaño y tipo de electrodo que se utiliza.

Empleando este proceso se pueden reparar y dar mantenimiento a materiales de uso común.

Con este proceso no se suelda los metales que tienen un bajo punto de fusión (Pb, Sn, Zn).

Este proceso de soldadura puede ser aplicado para cualquier espesor que posea cualquier material.

Generalmente las aplicaciones se dan para espesores mayores a los 4 mm.

La soldadura puede ser realizada en diversos ambientes como cielo abierto, espacios cerrados, etc.

La aplicación permite que se dé una excelente penetración sobre el material base.

Diversidad de electrodos son producidos especialmente para ser aplicados en este proceso de soldadura.

c) Limitaciones

El proceso SMAW empleado para realizar el armado del bloque tendrá

diversas limitaciones como:

El cable del electrodo es muy corto y por lo tanto puede producir un sobrecalentamiento.

Puede existir fallas en el conductor debido al envejecimiento o roturas.

Deficiencias en la conexión entre el porta electrodo y el cable del equipo.

Existencia de un falso contacto entre el electrodo y el porta electrodo.

Sobrecalentamiento del electrodo

Una incorrecta longitud de arco

Falso contacto entre las piezas que se van a soldar

Conexión deficiente entre la pieza que se soldará y la pinza de tierra.

Cable de tierra demasiado pequeño.

Conexión incorrecta entre el equipo y el cable de tierra.

El electrodo se consume rápidamente y el soldador necesita realizar interrupciones del proceso durante intervalos de tiempo para realizar los cambios además de realizar una limpieza del punto de inicio antes de emplear el electrodo nuevo.

Los electrodos que ya han sido usados deben ser guardados dentro de recipientes cerrados y para este proceso el soldador debe tomar un tiempo lo que hace retrasar su trabajo.

La fuerza de penetración baja si se trabaja con un arco largo.

2.8.4. Soldadura de arco con electrodo consumible y protección de gas

La soldadura GMAW corresponde a un proceso de soldadura al arco utilizando obviamente un arco ubicado entre el electrodo de metal de aporte y el charco de soldadura.

Proceso que no requiere aplicar presión y emplea un escudo de gas que se suministra de forma externa.

De acuerdo al gas que se use para protección recibirá su denominación, es así que si se usa un gas inerte entonces se denominara al proceso como MIG. Por otro lado, si se usa un gas activo se denominará como MAG.

Asimismo, existe una variación del proceso GMAW en la que se usa un electrodo tubular que posee un núcleo compuesto por polvos metálicos. No obstante, necesitan de una protección mediante escudo de gas para el charco de soldadura y no se contamine al ser expuesto al ambiente.

Según la AWS se le considera a los electrodos que tienen un núcleo de metal como un segmento de GMAW. Mientras que en otras asociaciones correspondientes a otros países se considera del mismo grupo a los electrodos con núcleo de metal con los electrodos que tienen un núcleo de fundente.

Se puede realizar la soldadura de metales como acero al carbono, acero de baja aleación, acero inoxidable, Titania, cobre u otros en la posición que sea conveniente solo si se emplea un electrodo y gas de protección correspondiente.

Para la construcción naval se requiere de un proceso de fabricación que se caracterice por ser de bajo costo, de poco tiempo y que garantice calidad. Por esta razón es que se emplea el proceso GMAW pues se encuentra homologado por la casa clasificadora mientras que el soldador deberá haber sido homologado también para proceder al proceso de soldadura para armar el bloque de un buque.

2.8.4.1. Principios de Funcionamiento.

Un proceso GMAW se caracteriza por tener un proceso en que se realiza

la alimentación automática del electrodo continuo que posee una protección de gas externo. El soldador deberá realizar los ajustes necesarios para que de forma automática el equipo pueda regular las características eléctricas que deberá tener el arco. De acuerdo a esto se entiende que solo los controles manuales que tendrá el soldador serán la posición de la pistola, la velocidad de soldadura y la dirección a la que se desplaza.

Con los ajustes necesarios se mantendrá de forma automática la longitud de arco y la corriente. A continuación, se muestra el aspecto y las partes que presenta el equipo empleado para un proceso GMAW.

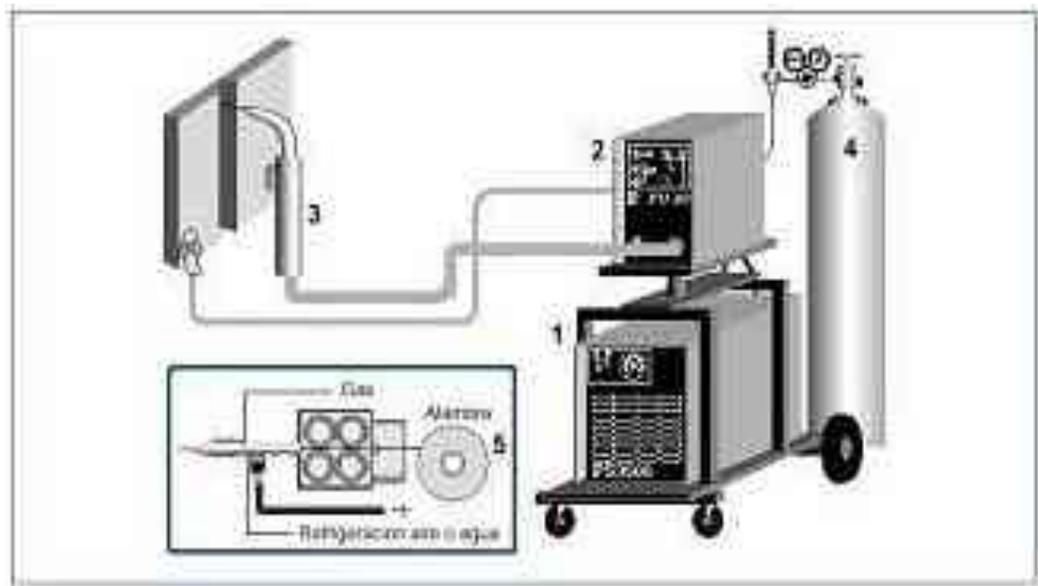


Figura 8. Componentes básicos del equipo para proceso GMAW.

Se muestran los componentes:

1. Fuente de potencia
2. Unidad que alimenta al electrodo
3. Pistola soldadora
4. Fuente de gas protector

5. Carrete de alambre

La pistola tiene por función conducir la corriente eléctrica y el gas protector hacia la pieza para poder dar la energía suficiente para permitir que el electrodo sea fundido además de mantener el arco, asimismo se consiga una protección requerida para realizar la operación en el ambiente. Para regular la unidad del arco se usan combinaciones de la fuente de potencia con la unidad de alimentación del electrodo. Por lo general, para lograr la regulación se utiliza una fuente de voltaje constante junto con la unidad de alimentación del electrodo de velocidad constante.

2.8.4.2. Transferencias del Metal

A continuación, se muestra una representación proceso de transferencia de metal a la pieza mediante un arco eléctrico usando el proceso GMAW en donde se emplean tres formas las cuales pueden ser corto circuito, globular o spray.

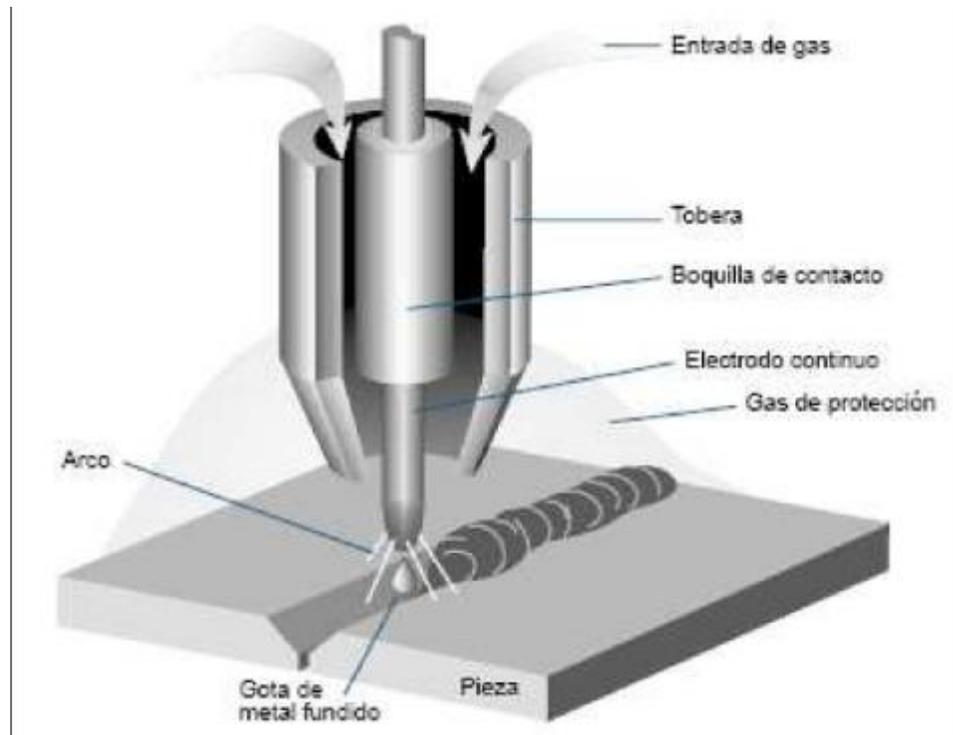


Figura 9. Transferencia de Metal sobre la pieza.

a) Transferencia por inmersión o cortocircuito

Se le denomina así pues durante el proceso aun cuando no se ha producido el arco se tocan el electrodo y la pieza provocando que se queden pegados formando un cortocircuito que hará que la corriente se intensifique realizando la fundición del electrodo y dejando una parte de dicho electrodo en la base del material que se está soldando. Es empleado para materiales que tienen un bajo espesor y entre los parámetros con los que trabaja se usan intensidades de 50A a 150A además de voltajes de 16 Va 22V.

b) Transferencia globular

Proceso en la que se da una transferencia de gotas del metal que se ha fundido directamente hacia la base del material que se va a soldar a causa del propio peso. Presenta dificultades cuando se trabaja sobre bases que posee un gran

espesor pues no se da una buena penetración. Se trabaja con parámetros de intensidad comprendidos entre los 70A a 225^a y voltajes de 20V a 35V.

c) **Transferencia Spray**

Proceso en que se transfiere el metal dando una sensación de spray pues expulsa partículas muy pequeñas a una gran velocidad debido a la alta intensidad y voltaje que se dan con los gases inertes. Los parámetros son intensidad de pro lo menos 150A a 500A y un voltaje de 24V a 40V.

2.8.4.3. Gases Protectores.

A continuación, se muestra un esquema que clasifica a los gases de protección en dos grupos los cuales son inertes y activos además de los elementos que los componen.

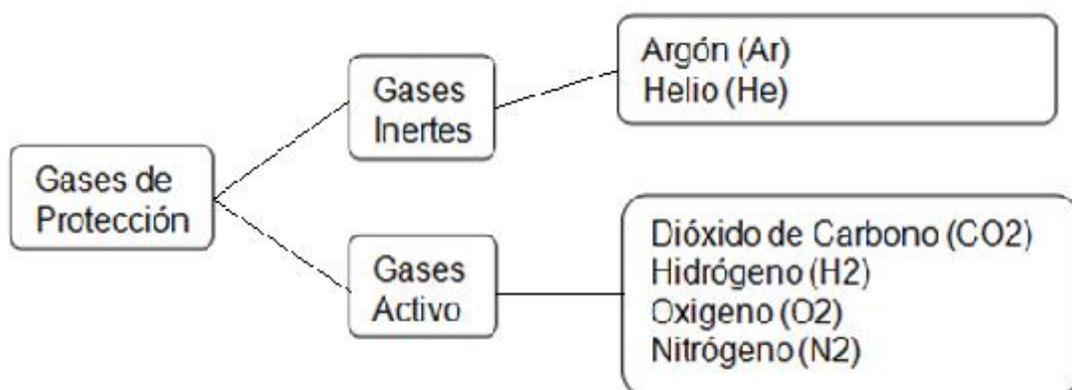


Figura 10. Gases protectores para proceso soldadura al arco

Para realizar el proceso de soldadura GMAW se emplea electrodos que tenga una protección gaseosa. Para proceder se requiere conocer las características y propiedades que poseen los gases tomando en cuenta su densidad, conductividad y la energía de ionización que comprenden.

El arco se encarga de producir la energía de ionización mientras se realiza

la soldadura. El gas ionizado choca con la pieza que se desea soldar y produce un enfriamiento en donde el plasma pasa a convertirse en gas provocando que los átomos e iones formen un gas. Por ello, mientras sea mayor la energía de ionización del gas será más dificultoso establecer el arco dándole una menor estabilidad.

Asimismo, se toma en consideración a la densidad pues mientras se tenga una mayor densidad del gas se requerirá un menor caudal para recibir una protección adecuada pues se cubrirá de forma más factible la zona en que se practica la soldadura.

Por otra parte, la conductividad térmica se define como la forma en la que se transmite el calor. La equivalencia corresponde a que si existe mayor conductividad térmica se obtendrá una mayor distribución homogénea en el arco para obtener una penetración más uniforme.

a) Características de los gases

Para soldar metales ferrosos se usarán gases inertes o activos, entre los inertes se emplea el Helio, Argón o mezclas de ambos elementos mientras que en activos se emplea dióxido de Carbono o mezclas del mismo.

Argón

Se caracteriza por tener:

Buena estabilidad del arco; El Argón genera arcos estables debido a que posee una baja energía de ionización lo que lo hace fundamental para realizar una soldadura que emplee corriente alterna.

Buena protección; gracias a que tiene una densidad alta lo que lo

hace más pesado que el aire es eficiente para brindar protección en el área donde se realiza la soldadura.

Aplicable para espesores pequeños; La energía de ionización es baja por lo que se requiere de tensiones reducidas y produce solo arcos con poca energía y poco aporte de calor, lo que lo hace bueno para ser empleado en espesores pequeños.

Forma de cordón y penetración; Debido a que su conductividad es baja en comparación con el helio haciendo que el calor se mantenga en el centro del arco.

Helio

Se caracteriza por tener:

Potencia de ionización elevada

Alta conductividad

Densidad baja

Alto aporte térmico

Puede ser aplicado a materiales de alta conductividad para evitar necesitar de un precalentamiento.

Tiene ciertas limitaciones como baja estabilidad de arco si se le compara con los atributos del Argón además de tener una baja densidad por lo que necesita de un alto caudal para su protección.

Dióxido de carbono

A comparación de otras fases este puede emplearse como protección aunque solo aplicable para soldadura MAG y Soldadura FCAR. Presenta

características como:

Es económico

Tiene buena penetración

Alta velocidad de soldeo

Como limitación tiene que al emplearlo se generan salpicaduras.

AGAMIX 20 (80% AR + 20% CO2)

Para el armado del bloque se empleará se emplea el gas de protección AGAMIX-20 el cual es un gas que contiene Argón con un contenido determinado de dióxido de carbono. Es aplicable para una soldadura GMAW y tiene como característica:

Genera estabilidad del arco

No genera mucha salpicadura

Cordón de buen aspecto

Aplicable para soldaduras en la que el espesor sea mayor de 0,6 mm

Se adapta tanto a procesos automatizados como semiautomáticos

2.8.4.4 Electrodo para Soldadura por Arco con Alambre Sólido Auto protegido.

Se requiere que el electrodo pueda cumplir con las características que intervengan en la estabilidad del arco cuando se realice el proceso de soldadura además de cumplir con la transferencia del metal. Asimismo, se necesita que produzca un depósito de soldadura que tenga compatibilidad con las características que presenta el metal base como por ejemplo su resistencia mecánica, ductilidad o tenacidad.

De acuerdo con el cuadro que se muestra a continuación se evidencian los

metales de aporte que son compatibles con el metal base para el proceso de soldadura.

Tipo	Clasificación	Clasificación del electrodo	Especificación de electrodo de la AWS
Aleaciones de magnesio	AZ10A AZ31B, AZ61A AZ80A ZE1 0A ZK2 1A AZ63A, AZ81A AZ91C	ERAZ61A, ERAZ92A ERAZ61A, ERAZ92A ERAZ61A, ERAZ92A ERAZ61A, ERAZ92A EREZ3 3A	A5.19
Níquel y aleaciones de níquel	Comercialmente puro Aleaciones Ni-Cu Aleaciones Ni-Cr-Fe	ER Ni ERNiCu -7	A5.14
Titanio y aleaciones de titanio	Comercialmente puro Ti-6AL-4V Ti-0.15Pd	ERTi _1, _2, _3, _4 ERTI-6Al-4V ERTI-0.2Pd ERTi-5Al-	A5.16
Aceros inoxidables auténticos	Tipo 201 Tipos 301,302 304 y 308 Tipo 304L Tipo 310 Tipo 316 Tipo 321 Tipo 347	ER30 8 ER3 08 ER30 8L ER31 0 ER31 6 ER3 21 ER34 7	A5.9

Aceros al carbono	Aceros al carbono	E70S-3, o E70S-1 E70S-2, E70S-4 E70S-5, E70S-6	A5.18
Aluminio y aleaciones de aluminio	110 0 3003, 3004 5052,54 54 5083, 5086 545 6 6061,60 63	ER40 43 ER53 56 ER5554, ER5556 o ER5183 ER5556 o ER5356 ER4043 o ER5356	A5.10

Tabla 10. Electrodo recomendados para GMAW.

a) Electrodo sólidos para acero al carbono con protección por gas

El material base con el que se trabajará será un acero ASTM A131 y por lo tanto se necesitará aplicar un material de aporte como el AWS ER-70S-6 además del electrodo AWS A5.18. Empleando este alambre solido se trabajará de acuerdo con lo que se requiere para la construcción del bloque.

Clasificación AWS para los materiales de aporte de la especificación A5.18

Electrodos de acero al carbono para soldadura de arco protegido por gas

ER – XX S – X
(1) (2) (3) (4)

- 1) Las primeras dos letras lo identifican como alambre o varilla desnuda.
- 2) Resistencia a la tracción mínima de 70000 Lb/pulg².
- 3) La letra intermedia indica su estado físico sólido.
- 4) Este sufijo indica la química del material depositado, tipo de gas y factor de sensibilidad.

Figura 11. Clasificación de alambres especificados por AWS A5.18.

b) Selección de electrodo sólido para acero al carbono con protección por gas a utilizar en la construcción del bloque

El proceso de soldadura GMAW emplea como gas protector al AGAMIX 20 pues favorece los resultados que se conseguirán al aplicar la soldadura, aunque se hagan algunas modificaciones a la composición del electrodo se requerirá de desoxidantes o de otros elementos limpiadores. Esta acción se realiza con el fin de evitar la aparición de porosidades en la soldadura además de que el metal de soldadura cumpla con las propiedades mecánicas que se esperan. Por lo tanto, adicionar correctamente en las cantidades necesarias de desoxidantes será la solución para una soldadura íntegra.

Asimismo, para la construcción que se realizará se empleará un alambre sólido AWS ER70S-6 el cual es un tipo de alambre hecho de acero dulce al carbono. Entre sus ventajas se encuentra poder realizar soldaduras en todas las posiciones empleando una corriente continua con electrodo positivo que tiene un revestimiento cobrizado.

En el cuadro presentado a continuación se muestra las características del electrodo sólido con protección AGAMIX 20. Además, se observan las propiedades mecánicas que posee y los parámetros de funcionamiento.

Gas Protector		80%Ar + 20%CO₂
Parámetros de Funcionamiento	Diámetro (mm)	1,6
	Amperaje (A)	310
	Voltaje (V)	28
	Velocidad de alimentación de alambre (cm/min)	508
	Velocidad de deposición (kg/hr)	4,6
Propiedades Mecánicas	Resistencia a la tracción (N/mm²)	590
	Límite elástico (N/mm²)	495
	Elongación (l=5d)	25%
Análisis depositado	Carbono (C)	0,09%
	Silicio (Si)	0,95%
	Manganeso (Mn)	1,55%

**Tabla 11. Soldadura Semiautomática con alambre sólido ER 70S-6 con
protección AGAMIX 20.**

2.8.4.5 Ventajas del Proceso GMAW con Protección con Gas.

1. Proceso que es aplicable para soldaduras con cualquier tipo de metal y aleaciones comerciales.
2. El proceso no posee una restricción de tamaño de electrodo.
3. En comparación con un proceso de soldadura por arco sumergido se puede

realizar el proceso de soldadura empleando cualquier posición.

4. A comparación de una soldadura por arco de metal protegido con este proceso se logra una tasa de deposición alta.
5. En comparación con otros procesos de soldadura como el de arco de metal se tendrá una velocidad de soldadura más alta debido al efecto de la alimentación continua que tiene el electrodo.
6. Tienen una alimentación de alambre continua lo que la hace capaz de depositar soldaduras sin interrumpir el proceso.
7. Se podría lograr una mayor penetración, superando la penetración que posee la soldadura por arco de metal protegido, si se emplea una transferencia por aspersion.
8. Debido a que casi no produce escoria no requiere de limpiezas posterior a realizar el proceso de soldadura.

2.8.4.6 Limitaciones del Proceso GMAW con Protección con Gas.

Así como otros procesos de soldadura, el proceso GMAW tiene ciertas limitaciones como las que se muestran:

1. A comparación del proceso SMAW, este proceso requiere más inversión, es más complejo y menos transportable.
2. Debido a que la pistola que se usa es grande, el proceso GMAW es difícil de ser realizado dentro de zonas estrechas y de poco espacio.
3. El gas protector puede ser dispersado por las corrientes de aire que hay en el ambiente, por tal motivo es difícil que este proceso sea aplicado en zonas abiertas.

4. Difícil que los operadores decidan realizar este proceso pues se caracteriza por generar altos niveles de calor.

2.8.5. Soldadura por Arco con Núcleo Fundente (Flux cored arc welding, FCAW).

FCAW corresponde a un proceso de soldadura por arco eléctrico caracterizado por establecer el arco entre el charco de soldadura y el electrodo continuo de metal de aporte. Para realizar este proceso se requiere de una protección mediante un fundente que se ubica dentro de un electrodo tubular, se caracteriza por no requerir que el operador ejerza presión.

Un electrodo con núcleo fundente es aquel denominado también como electrodo tubular de metal de aporte que tiene dentro de su composición una funda metálica y un núcleo que contiene materiales en forma de polvo. Es evidente su uso al realizar la soldadura pues deja gran cantidad de escoria por encima del cordón de soldadura.

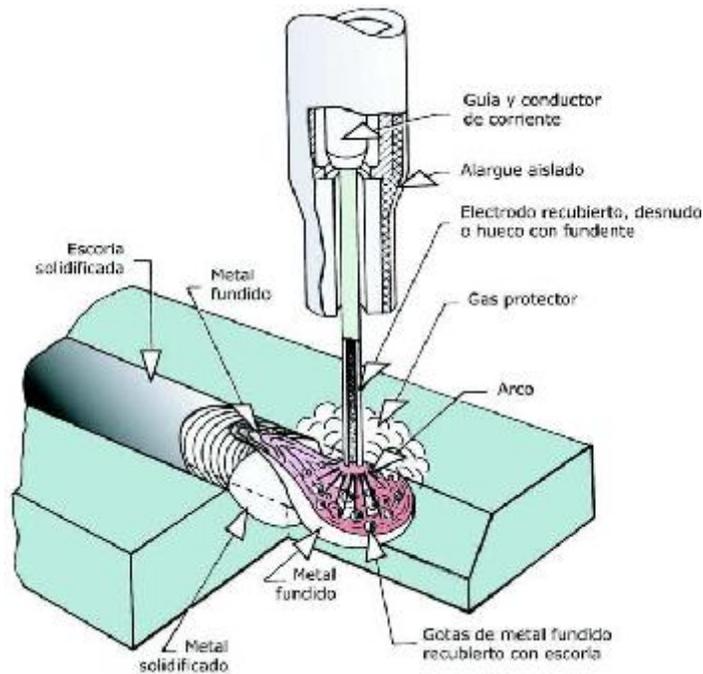


Figura 12. Soldadura por arco con núcleo de fundente protegida con gas.

2.8.5.1 Características Principales.

Se obtienen ciertos beneficios al emplear el proceso FCAW que dependen de tres características importantes los cuales son:

1. Escoria moldeadora de la franja de soldadura
2. Productividad que posee la soldadura de alambre continuo.
3. Propiedades metalúrgicas correspondientes al fundente.

Las características que presenta el proceso FCAW son combinaciones de las características descritas del proceso de soldadura SMAW, GMAW y SAW. Asimismo, este proceso comprende dos variaciones las cuales son con autoprotección y con escudo de gas. En ambos casos se realiza la fusión del fundente con el metal de aporte además de la formación de escoria.

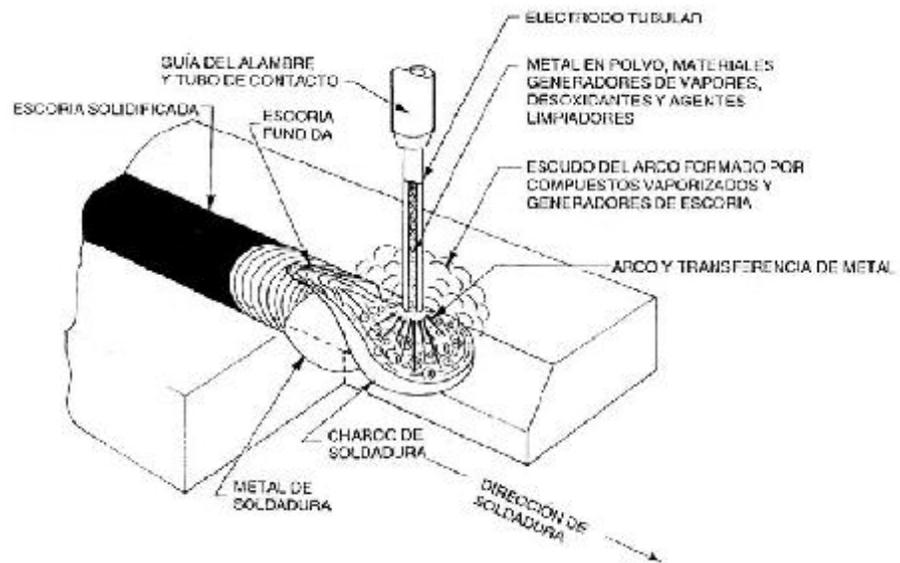


Figura 13. Soldadura por arco con núcleo de fundente y autoprotección.

2.8.5.2. Modos de Transferencia.

Anteriormente se indicó que la transferencia del metal de aportación en el proceso GMAW se da a través de Spray, cortocircuito y globular. En este caso,

para el proceso FCAW se da una especie de fusión entre los modos de transferencia correspondientes al proceso SMAW y GMAW debido a que el alambre tubular tiene un fundente dentro. No obstante, la soldadura con alambre tubular se realiza de forma de cortocircuito, spray y globular de acuerdo con el tipo de fundente que se encuentra además de la intensidad.

2.8.5.3. Gases de Protección.

Los gases de protección que se emplean en el proceso FCAW y que se pueden aplicar al acero ASTM A131 son:

Dióxido de carbono

CO₂ + Ar

Ar + 2% O

La transferencia globular se da solamente al emplear como gas de protección al dióxido de carbono aunque existen ciertos fundentes, pocos, que realizan la transferencia spray empleando el mismo gas.

A diferencia con el dióxido de carbono, el argón tiene ciertos efectos como gas de protección los cuales son:

Mejor estabilidad de arco

Mejor aspecto del cordón

Menor oxidación

Penetración más estrecha

2.8.5.4. Selección de los Electrodo para Soldadura por Arco con Núcleo de Fundente.

Según su clasificación AWS A5.20, los electrodos que se utilizan para el

proceso FCAW se muestran a continuación:

1. Electrodo de acero dulce

La mayoría de estos electrodos se clasifican según AWS A5.20 y son aplicables para soldadura de arco que se caracteriza por tener un núcleo contenedor de un fundente.

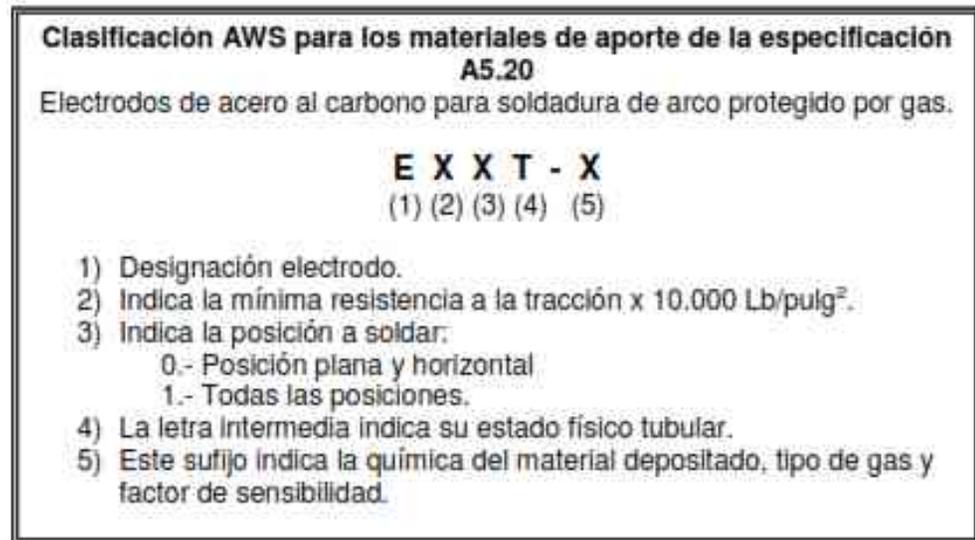


Figura 14. Clasificación de alambres especificados por AWS A5.20

Los electrodos de acero dulce que se emplean en el proceso FCAW tienen una clasificación correspondiente a si es que cuentan con una autoprotección o requieren de un gas protector como CO₂ o una mezcla. El diseño que adquiere un electrodo se da de acuerdo a las propiedades mecánicas y composición química que puede otorgarle al metal de soldadura.

A continuación, se muestran los doce tipos de electrodos de acero dulce empleados para el proceso FCAW.

Clasificación de la AWS	Medio protector externo	Corriente y polaridad
EXXT-1 (múltiples pasadas)	C0	C.C., electrodo positivo
EXXT-2 (pasada única)	C0	C.C., electrodo positivo
EXXT-3 (pasada única)	Ninguno	C.C., electrodo positivo
EXXT-4 (múltiples pasadas)	Ninguno	C.C., electrodo positivo
EXXT-5 (múltiples pasadas)	C0	C.C., electrodo positivo
EXXT-6 (múltiples pasadas)	Ninguno	C.C., electrodo positivo
EXXT-7 (múltiples pasadas)	Ninguno	C.C., electrodo positivo
EXXT-8 (múltiples pasadas)	Ninguno	C.C., electrodo positivo
EXXT-10 (pasada única)	Ninguno	C.C., electrodo positivo
EXXT-11 (múltiples pasadas)	Ninguno	C.C., electrodo positivo
EXXT-G (múltiples pasadas)	Ninguno	C.C., electrodo positivo
EXXT-GS (pasada única)	Ninguno	C.C., electrodo positivo

Tabla 12. Requerimientos de protección y polaridad para electrodos de proceso FCAW de acero dulce.

2. Alambre Clasificación AWS E71T-1, Especificado por AWS A5.20.

Alambre tubular que posee un fundente dentro el cual puede ser empleado para cualquier posición en la que se trabaje la soldadura, tiene ciertas ventajas como brindar buenas propiedades mecánicas si se trabaja empleando la mezcla Ar+CO₂ como gas protector. Asimismo, si emplea como gas protector al AGAMIX 20 adquiere por ventaja una producción de 20% menos de humo y alrededor de 50% menos de salpicaduras. Si se le

compara con un alambre tubular auto protegido se puede decir que tiene cierta ventaja pues da mejores propiedades para resistir el impacto a temperaturas bajas además de un buen aspecto del cordón. El empleo del alambre tubular se encuentra detallado en el siguiente cuadro mostrado.

Gas Protector		CO₂ 100%	80%Ar + 20%CO₂
Parámetros de Funcionamiento	Diámetro (mm)	1.6	
	Amperaje (A)	<i>240</i>	<i>300</i>
	Voltaje (V)	<i>26</i>	<i>28</i>
	Velocidad de alimentación de alambre (cm/min)	<i>348</i>	<i>541</i>
	Velocidad de deposición (kg/hr)	<i>3,5</i>	<i>4,2</i>
Propiedades Mecánicas	Resistencia a la tracción (N/mm²)	<i>580</i>	<i>670</i>
	Límite elástico (N/mm²)	<i>530</i>	<i>610</i>
	Elongación (l=5d)	<i>26%</i>	<i>25%</i>
Análisis depositado	Carbono (C)	<i>0,05%</i>	<i>0,06%</i>
	Silicio (Si)	<i>0,60%</i>	<i>0,65%</i>
	Manganeso (Mn)	<i>1,20%</i>	<i>1,30%</i>

Tabla 13. Utilización de alambre tubular AWS E 71T-1 con gas protector

La transferencia de metal de aporte es suave y la escoria que se produce se puede remover fácilmente permitiendo que su uso también sea adecuado si se requiere de una aplicación vertical de cordones de soldadura. Asimismo, requiere de electrodo con polo positivo, un voltaje que sea constante además de también un amperaje constante.

2.8.5.5. Ventajas del Proceso FCAW con Protección con Gas.

Posee diversas ventajas como las que se muestran a continuación:

1. Buena calidad del depósito de metal de soldadura.
2. Buen aspecto de la soldadura pues se observa uniforme
3. Buen perfil de soldadura
4. Permite la posibilidad de realizar varias soldaduras de aceros
5. Muy bueno para el depósito de electrodos
6. Buen diseño de la unión
7. A diferencia que el proceso SMAW tiene una menor distorsión
8. A diferencia del proceso SMAW tiene una tasa de deposición 4 veces mayor
9. Si se usan electrodos con autoprotección ya no es necesario manipular los fundentes.
10. Brinda una mejor protección de los movimientos del aire si se realiza una soldadura en ambientes abiertos.
11. Tolera mejor los contaminantes haciendo nula la probabilidad de que causen grietas en la soldadura.

2.8.5.6. Limitaciones del Proceso FCAW con Protección con Gas.

Como todo proceso, el FCAW posee ciertas limitaciones como las que se describen a continuación:

1. Su aplicación se encuentra limitada solo para aleaciones con base de níquel o metales ferrosos.
2. El proceso genera gran cantidad de escoria.
3. El costo del alambre de electrodo que se emplea es mayor.
4. A comparación con el SMAW, el equipo a usar es mucho más complejo sin embargo debido a que tiene mayor productividad se opta por emplear.
5. Requiere de un buen acercamiento entre el alimentador de alambre y la fuente de potencia con el punto de soldadura.
6. Se necesita un mayor mantenimiento del equipo a diferencia del empleado en el proceso SMAW
7. Genera gran cantidad de humo y vapor en comparación con GMAW o SAW.

2.8.6. Soldadura por Arco Sumergido (Submerged arc welding, SAW).

Otro tipo de soldadura caracterizado por presentaron electrodo continuo de metal desnudo con protección de la escoria que se genera por efecto del manto del fundente que ha sido suministrado mediante una manguera del depósito del fundente que se deposita en la unión del material base sin requerir presión.

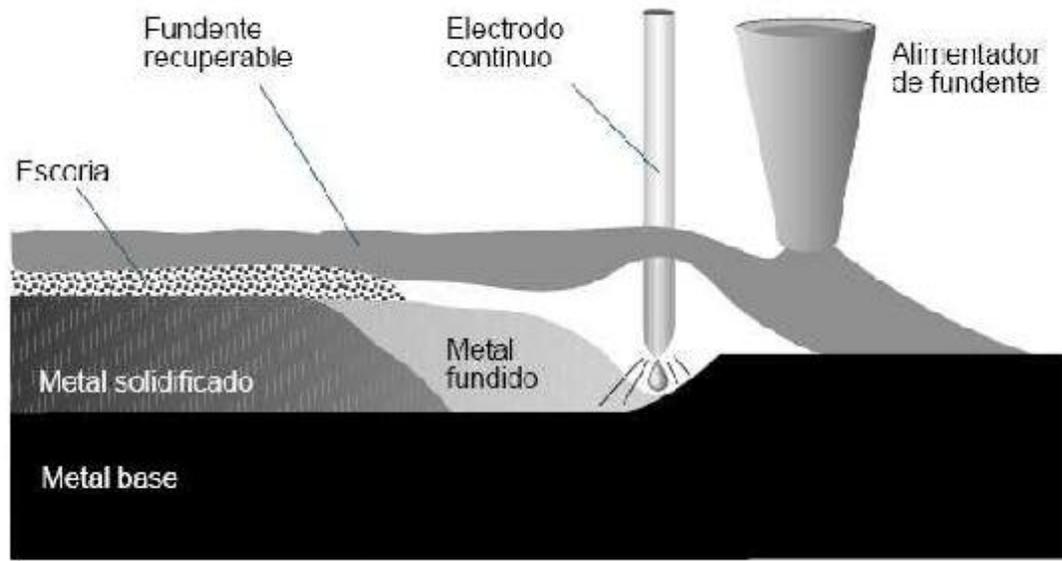


Figura 15. Descripción del proceso SAW.

El fundente tiene como objetivo realizar la protección del arco y del baño de fusión de la atmosfera, haciendo que el arco y la soldadura no sean observadas mientras se da el proceso.

Dentro de este proceso una parte del fundente es fundido de una forma parecida como la que realiza el recubrimiento que tienen los electrodos con revestimiento, esto es fundamental por tener un papel importante en:

Reciclaje del fundente que no ha sido fundido

Protección del arco

Produce una escoria con viscosidad óptima.

El total de metal de aportación se emplea para el proceso. Debido a la alta intensidad que se usa en el proceso se requiere de un uso de corrientes continuas y también alternas.

Se puede emplear este proceso para realizar la construcción de bloque que se

requiere durante la etapa en que se necesita unir las planchas que corresponden al armado de los paneles que conforman el bloque. Asimismo, este proceso se puede emplear para soldar las costuras de los paneles tanto planos como curvos.

2.8.6.1. Principios de Funcionamiento.

El proceso SAW se basa en inserta el extremo de un electrodo continuo que posee alambre desnudo en un fundente que se encuentra cubriendo la zona que se desea soldar. Cuando se genera el arco un mecanismo alimentador de alambre introduce el electrodo dentro de la unión mediante una velocidad controlada, dicho alimentador puede desplazarse manualmente o automáticamente por toda la soldadura. Durante todo el proceso se realiza la alimentación de fundente adicional además de distribuirse sobre lo que corresponde a la unión.

El calor que se genera gracias al arco eléctrico permite que el fundente sea derretido al extremo del alambre y los bordes del metal base haciendo que se forme un charco de metal fundido que tiene sobre él una capa de escoria líquida. Dicho baño que se encuentra cerca al arco tiene turbulencia y burbujas de gas. El fundente se encarga de la protección contra la atmósfera.

2.8.6.2. Equipo de Soldeo.

El equipo empleado para soldar mediante el proceso SAW posee:

a) Fuente de alimentación

Una fuente que genera altas intensidades para realizar procesos continuos, por lo tanto, es importante para este proceso de soldeo

b) Sistema y panel de control

Posee parámetros que permiten controlar la velocidad de alimentación del alambre además de ajustar la potencia que se requiere.

c) Cabezal de soldeo

Comprende el sistema de alimentación del alambre teniendo en su composición un motor reductor, rodillo de presión y arrastre y un enderezador.

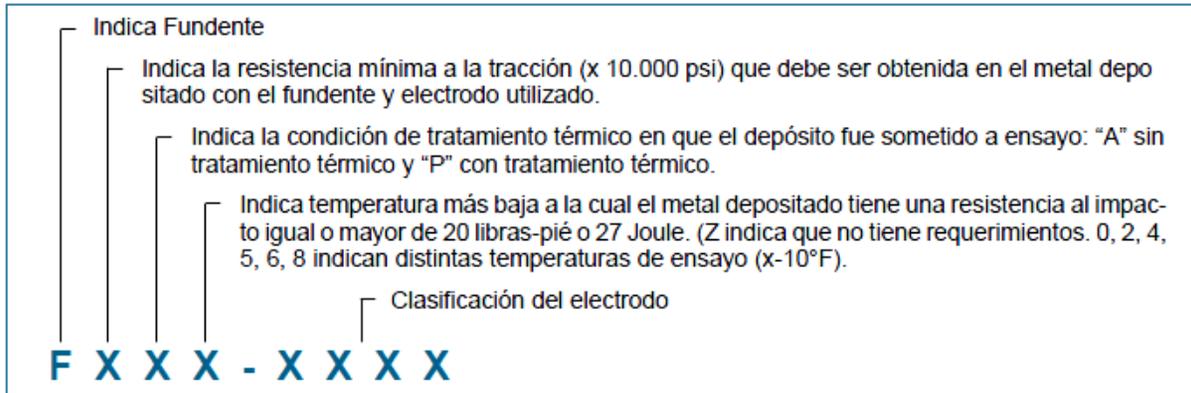
2.8.6.3 Materiales para Arco Sumergido.

a) Alambre

Para el proceso de soldadura con arco sumergido se utiliza un alambre sólido que tiene una recubierta de capa cobriza para no permitir que se oxide además de mejorar el contacto eléctrico, asimismo posee desoxidantes que realizan la limpieza de impurezas que se producen por el metal base o la atmósfera. Para la construcción del bloque se utilizará un alambre sólido EL 12 que posee en su composición Manganeso en 0,60% + 12% de Carbono.

b) Fundente

Posee una clasificación de acuerdo con la AWS correspondiente a las propiedades mecánicas de depósito. Dicha clasificación se muestra en el esquema presentado a continuación:



Requerimientos Mecánicos del Depósito

Clasificación Fundente	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia (MPa) min.	Elongación en 2" (50 mm)
F6XX - EXXX	414 - 552	330	22
F7XX - EXXX	480 - 655	400	22

Tabla 14. Clasificación del fundente.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Adrizar: es la acción de poner en posición vertical un barco.

Aletas: partes posteriores de los costados, desde través convergiendo en la popa. **Amuras:** partes delanteras de los costados, desde el través convergiendo en la proa. **Amuras:** son la zona lateral delantera del casco.

Ancla: instrumento pesado y fuerte, en forma de arpón o anzuelo doble, que unido al extremo de un cabo, cadena o cable firme a la embarcación y arrojado al agua, sujeta la embarcación al fondo.

Arqueo: expresa el volumen interior de la embarcación. Medido en toneladas Moorson

Babor: su costado izquierdo.

Bandas: cada una de las mitades que divide la línea proa-popa (crujía).

Bañera: cámara abierta a popa de las embarcaciones de recreo, donde generalmente va

instalada la caña o rueda del timón.

Baos: piezas que atraviesan la embarcación de babor a estribor sosteniendo las cubiertas.

Barboten: tambor con muescas o moldes donde se encastan o acoplan los eslabones de la cadena.

Barco: Construcción cóncava, de madera, hierro u otro material, dispuesta para flotar y apta para el transporte acuático.

Barlovento: parte por donde viene el viento.

Bichero: palo terminado en un gancho que sirve de ayuda en el atraque o desatraque de las embarcaciones de recreo.

Bitas: cada uno de los portes de madera o hierro que, fuertemente asegurados a la cubierta en las proximidades de la proa, sirven para dar vuelta a los cables del ancla cuando se fondea la nave. Siempre se colocan horizontales.

Bocina: revestimiento con que se guarnece interiormente un orificio, por ejemplo la bocina del eje de la hélice.

Bombas de achique: Son máquinas destinadas a elevar líquidos, generalmente con objeto de extraerlos de los compartimentos interiores de la embarcación.

Borda: parte del costado comprendida entre la cubierta y la regala.

Boyas: elementos flotantes amarrados a los muertos que sirven para amarre de las embarcaciones o señalización.

Boza: es un trozo de cabo que permite sujetar un cabo, cadena o cable que está bajo tensión para manipularlo.

Cabecear: movimiento longitudinal (proa-popa) del barco.

Cabestrante: máquina de eje vertical utilizada para levar cadenas.

Cabirol: tambor liso de un molinete para cobrar cabos (sinónimo: cabirón).

Cabos: son las cuerdas utilizadas a bordo.

Caja de cadenas: compartimiento donde se almacena la cadena del ancla.

Cala: Maniobra de echar la red al agua para capturar anchoveta o otro pescado y volver a subir la red.

Calado: la altura de la parte del casco que queda bajo el agua (obra viva).

Calado: profundidad de la embarcación. Es la máxima dimensión sumergida del casco medida verticalmente, sin contar el timón, la orza, las colas de los motores y otros apéndices.

Caña o rueda: mecanismos para indicar el giro a la pala del timón.

Casco: es el cuerpo de una embarcación, sin contar los elementos móviles como: arboladura, superestructuras, máquinas, pertrechos, etc.

Cavitación: Burbujas que se producen en una hélice, y que emiten mucho ruido.

Cavitación: vibración producida por el giro de la hélice en el vacío ella producido.

Chicote: extremo de un cabo o cable.

Clinómetro:”o” de eslora, significa la estabilidad de la embarcación.

Codaste: continuación de la quilla por popa.

Combés: La zona media y las ALETAS la zona trasera lateral.

Contramedita: Artilugio que se utiliza para interferir en la detección del blanco de un torpedo. Disparo inmediato (Snap Shot): Procedimiento de reacción de disparo rápido de un torpedo.

Coordenada: Posición en un punto, normalmente medida en latitud y longitud.

Cornamusas: Pieza sólida en forma de T que afirmados a cualquier parte de la

embarcación sirven para amarrar cabos. Se colocan vertical u horizontalmente.

Costados: Cada una de las partes laterales y exteriores del casco. Se suele confundir con las Bandas.

Cuadernas: costillas del casco que partiendo de la quilla definen la forma de los costados.

Cubierta: cada uno de los pisos de la embarcación.

Defensas: accesorio para proteger al atracar las embarcaciones del roce o golpes con otras embarcaciones o con el muelle.

Desagües: son conductos de salida de las aguas con el mismo objeto que los imbornales.

Desplazamiento a plena carga: es el peso de la nave sobrecargada.

Desplazamiento normal: es el peso con todo lo anterior.

Desplazamiento estándar: es el peso de la nave sin varios equipos, provisiones, combustible ni munición.

Desplazamiento: peso del barco, medido en toneladas métricas.

Dextrógira: en marcha avante gira en el sentido de las agujas del reloj (derecha).

Diámetro: distancia entre las puntas de la palas opuestas.

Embarcación: Barco. Acción de embarcar. Tiempo que dura una navegación.

Embrague: mecanismo para acoplar y desacoplar el barbotén.

Escobén: orificio por donde sale la cadena del ancla (sinónimo: gatera).

Escorar: es la acción de tumbar o inclinar la embarcación.

Escotillas: aberturas, generalmente rectangulares, practicadas en las cubiertas para establecer comunicación entre los distintos de departamentos de la embarcación.

Eslora: es la longitud de la embarcación.

Estadímetro: Dispositivo que se utiliza para medir la distancia hasta un objeto,

conociendo la altura del mismo.

Estanqueidad: es la cualidad que asegura que el agua no entre en el interior del barco y garantiza la flotabilidad. Se debe evitar por todos los medios que entre agua en el interior de la embarcación y pueda inundarla.

Estopor: mecanismo para morder y detener a voluntad la cadena.

Estribor: es el costado derecho de una nave,

Estribor: la parte derecha de la embarcación mirando de popa a proa.

Firme: parte más larga o principal del cabo.

Francobordo: que es la altura del casco que queda fuera del agua (obra muerta).

Freno: mecanismo para bloquear el barbotén.

Gaza: anillo u óvalo que se hace en el chicote de un cabo y que sirve para hacer firme el cabo o enganchar algo en él. Puede ser fijo trenzando los cordones del chicote y el firme o provisional por medio de un nudo como el as de guía.

Hélices: es el elemento propulsor de una embarcación equipada con motor.

Imbornales: agujeros para dar salida al agua de la cubierta o de la bañera.

2.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis General

El proceso de soldadura adecuado influye significativamente en la construcción de bloques navales de acero.

2.4.2. Hipótesis Específicas

El proceso de soldadura adecuado influye significativamente en la calidad de los bloques navales de acero

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo

De acuerdo al propósito de la investigación, naturaleza de los problemas y objetivos reúne las condiciones suficientes para ser calificado como **Investigación descriptiva**.

1. **Descriptiva:** El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.
2. **Correlacional:** Evalúa la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en determinado contexto.

3.1.2 Enfoque

Mixto, cuantitativo-cualitativo.

Se tomará el enfoque cuantitativo por que se pretende obtener la recolección de datos para conocer o medir el fenómeno en estudio y encontrar soluciones para la misma; la cual trae consigo la afirmación o negación de la hipótesis establecida.

La investigación también será cualitativa, la cual consiste en utilizar la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas en el proceso del desarrollo de la tesis.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

La población de la investigación estará comprendida por 50 personas entre directivos, funcionarios y colaboradores de la empresa.

3.2.2 Muestra

La muestra será determinada en base al método probabilístico estratificado y aplicando la fórmula estadística para poblaciones menores a 100 000.

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N + 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Sabiendo que:

p : Probabilidad de éxito (50%)

q : Probabilidad de fracaso (50%)

Z : Estadístico Z, a un 95% de confianza (1.96)

N = Tamaño de la población (20 trabajadores)

e = Precisión o error máximo admisible (5%)

n = Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra es la siguiente:

$$n_0 = \frac{(1.96^2 \times 20 \times 0.5 \times 0.5)}{[0.05^2 \times (20 + 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5]} = 19$$

Muestra ajustada:

$$n = \frac{n_0}{\left(1 + \frac{n_0}{N}\right)}$$

$$n = \frac{19}{\left(1 + \frac{19}{20}\right)} = 10$$

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Indicadores de la variable independiente (X): Proceso de soldadura.

1. Norma OHSAS 18001:2007

Indicadores de la variable dependiente (Y): Bloques navales de acero

1. Calidad:

Eficiente

Deficiente

2. Personal

Alto desempeño

Bajo desempeño

TIPO VARIABLE	VARIABLE	INDICADOR
Independiente	Proceso de Soldadura	
Dependiente	Bloques navales de acero.	Calidad

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Técnicas a Emplear

Las técnicas a emplear serán las siguientes:

Encuestas. Se aplicará con el objetivo de obtener información sobre los aspectos relacionados con la seguridad y salud ocupacional en el trabajo.

Análisis documental. Se utilizará para analizar las normas, información bibliográfica y otros aspectos relacionados con la investigación.

3.4.2 Descripción de los Instrumentos

Para lograr cumplir los objetivos de la tesis, se utilizará el siguiente instrumento:

Hoja de recolección de datos: también llamada hoja de registro, sirve para reunir y clasificar la información. Este instrumento nos ayudará a registrar toda la información obtenida de las diversas corridas experimentales.

3.5 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La técnica a utilizarse será la siguiente:

Un software estadístico para el procesamiento de datos de la encuesta realizada entre los trabajadores de la empresa.

Familiarizarse con las diversas opciones y procedimientos estadísticos de un programa como SPSS permite administrar bancos de datos de manera eficiente y desarrollar perfiles de usuarios, hacer proyecciones y análisis de tendencias que permitirán planificar actividades a largo plazo y, en general, hacer un mejor uso de la información capturada en forma electrónica.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA CONSTRUCCION DE UN BLOQUE NORMADO POR LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.

Considerando la gran exigencia que se exige en la construcción de un buque es importante asegurar la calidad. Entendiendo por calidad como el conjunto de propiedades y características que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades para el uso, seguridad, disponibilidad, confiabilidad, mantenimiento, aspectos económicos y de medio ambiente.

4.1.1. Aseguramiento de Calidad para Construcción de un Bloque.

El principal objetivo del aseguramiento de calidad es la entrega de trabajos, controlando la calidad durante el proceso de fabricación de un bloque para cada uno de los subprocesos de prefabricación verificando la aplicación correcta de los procedimientos y normas establecidas aplicando una estrategia basado en un sistema de gestión de calidad que rijan las diferentes necesidades, objetivos particulares, los productos suministrados, los procesos empleados y el tamaño como estructura de la organizacional en la ejecución de un trabajo de calidad que satisfaga la normativa de la casa clasificadora Lloyd's Register y cumpla a cabalidad la norma ISO 9001. Si adoptamos la posición de un plan de calidad este está fundamentado en una organización de trabajo con recurso humano como principal fuente de regulación. Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con

el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso, esto permite ventajas del enfoque basado en procesos, debido que proporciona vínculos individuales dentro de un sistema así como la combinación e interacción, generando un control continuo y eficiente de una malla productiva de trabajo.

4.1.2. Normas Internacionales de cumplimiento en la construcción de un buque

Las normas internacionales que rigen la construcción de un buque, es la normas A.S.T.M. (American Standard Testing Material, Estándar Americano para Ensayos de Materiales) aplicado el estándar ASTM A 131/A 131M-08 (Standard Specification for Structural Steel for Ships, Especificación Estándar para Acero Estructural para Buques), a su vez la soldadura como sus procesos de aplicación está fundamentado por la norma A.W.S. (American Welding Society, Sociedad Americana de Soldadura) por sus códigos aplicables, al acero AWS D1.1 y AWS D1.3 (para las uniones a soldar) y bajo especificaciones de los electrodos aplicadas en los procesos de soldadura, por ejemplo:

AWS A5.1 (Electrodos de Acero al Carbón para SMAW).

AWS A5.17 (Electrodos de Acero al Carbón y Fundentes para SAW).

AWS A6.18 (Metales de Aporte de Acero al Carbón para GMAW).

AWS PA5.20 (Electrodos de Acero al Carbón para FCAW).

4.2. IMPORTANCIA DE LA INSPECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOLDADA.

La calidad satisfactoria de una construcción soldada es lograda siguiendo el plan de calidad que proviene de nuestra gestión de calidad. Si ponemos en práctica nuestro plan de calidad es necesario adoptar una posición de dominio y control sobre las

variables que generen desviaciones en la aprobación del producto. Es por este motivo que es necesario las inspecciones preventivas de nuestra construcción.

En términos generales, a continuación, se enumeran una serie de actividades a considerar antes, durante y a la terminación del bloque soldado. Esto se refleja en el esquema 4.2.1 programación de actividades de inspección.

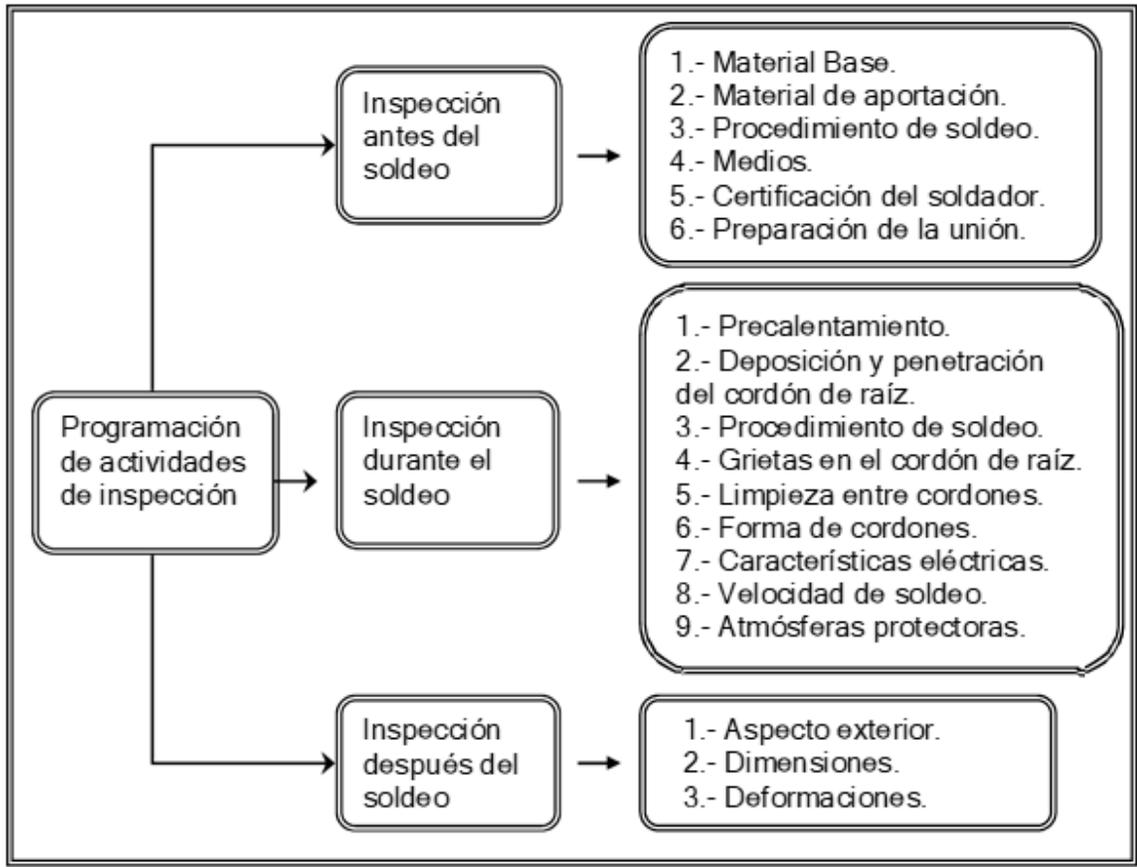


Figura 16. Programa de actividades de inspección

Es frecuente que se asocie el control de calidad con lo que son actividades normales de inspección. Indudablemente todo programa de control de calidad precisa utilizar técnicas de inspección y estas suponen la mayoría de las acciones a tomar, pero siempre dentro del contexto más amplio que es control de calidad. Un programa integrado

de control de calidad cuenta con fases de:

Formación y capacitación del personal.

Control de suministros.

Control del equipo de mediciones, ensayos y pruebas.

Control del proceso de fabricación.

Control de desviaciones.

Control de costos.

En la tabla 5.2.1 se muestra una serie de defectos que se presenta en las uniones soldadas, y las cuales son variables a inspeccionar en una construcción soldada.

Defecto	Descripción	Causas
Grietas o Fisuras	Son el efecto de una rotura local incompleta paralela o perpendicular al cordón, la cuales no son admitidas por ninguna norma.	a.- Enfriamiento rápido de la soldadura. b.- Mala secuencia de soldeo, que tensiones la pieza. c.- Soldar con exceso de intensidad. d.- Inadecuado e insuficiente material de aportación. e.- Retiro brusco del electrodo. f.- Metal base de mala soldabilidad.
Sopladuras y Poros	Son cavidades por inclusiones gaseosas, siendo de forma esférica (poro) o vermiculares, es decir, con forma de gusano.	a.- Falta de limpieza en los bordes de la unión. b.- Revestimiento húmedo. c.- Utilización de electrodo con extremo desprovisto de recubrimiento. d.- Soldar con el arco demasiado largo o con ángulo de desplazamiento muy grande. e.- Gas protector inadecuado o insuficiente.
Inclusiones Sólidas	Son residuos del revestimiento del electrodo o fundente que se han fundido y solidificado en la soldadura.	a.- falta limpieza de escoria, en uniones de varias soldadas. b.- Inclinación incorrecta del electrodo o inadecuado balanceo. c.- Arco demasiado largo. d.- Soldeo con intensidad muy baja.
Falta de fusión	Es la falta de unión entre el metal base y el metal de aporte, o entre dos cordones consecutivos de metal depositado.	a.- Arco demasiado largo. b.- Intensidad baja. c.- Excesiva velocidad de desplazamiento. d.- Defectuosa preparación de bordes. e.- Soldar encima de un cordón con sobre espesor muy grande. f.- Realizar empalmes defectuosos.

Figura 17. Defectos que se presenta en las uniones soldadas

Otro aspecto a considerar dentro de los defectos que pudiesen producirse por

imperfecciones de un proceso constructivo, son los defectos por imperfecciones de forma, que son aquellas que afectan a la forma final del cordón de soldadura, ya sea en su superficie o en su sección transversal. Se debe dejar en claro que una soldadura no es mejor cuanto mayor sea, sino cuanto más se parezca a lo especificado, al igual que la transición entre las dos piezas a unir debe ser lo más suave posible. A continuación, se describen las características de estas imperfecciones de forma en la tabla 16.

	Descripción	Causas
Socavación	Es la falta de material en forma de surco de longitud variable en cualquiera de los lados de un cordón de soldadura.	a.- Excesiva intensidad de soldeo. b.- Posición incorrecta del electrodo. c.- Electrodo demasiado grueso.
Exceso de penetración	Es un exceso de metal depositado en la raíz de una soldadura.	a.- Excesiva separación de los bordes. b.- Elevada intensidad al depositar cordón de raíz. c.- Baja velocidad de soldeo. d.- Incorrecta preparación del talón de la unión.
Falta de alineación de las piezas	Falta de alineación de las dos piezas soldadas, que no se encuentran sus caras en un mismo plano.	Mal ajuste de las piezas.

Figura 18. Imperfecciones de la soldadura

No hay que olvidar que todos nuestros procesos de soldeo como material de aporte esta normado por la AWS y aprobado por L.R., al igual que nuestros proceso de calderería y materiales bases están normados por ASTM y aprobado por L.R. y culminando que el armado de nuestro bloque está clasificado por Lloyd's Register of Shipping.

CAPITULO V

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN

El proceso básico de construcción y reparación de buques exige trabajos de corte, conformación y unión de aceros y otros metales. En el proceso se generan emanaciones metálicas, polvo y partículas. Aunque en ocasiones puede hacerse uso de la ventilación, los soldadores deben utilizar cada vez con más frecuencia dispositivos de respiración para protegerse de las emanaciones y las partículas en suspensión. También deben utilizar protectores oculares para evitar los efectos de las radiaciones ultravioleta e infrarroja y para protegerse de otros riesgos físicos potenciales para ojos y rostro. Para protegerse de las chispas y otras formas de metal fundido, los soldadores deben vestir prendas de manga larga, usar guantes de soldadura y hacer uso de otras protecciones físicas variadas.

La construcción y reparación de buques es uno de los sectores industriales más peligrosos. El trabajo se desarrolla en medios peligrosos, tales como recintos cerrados reducidos y alturas considerables. Buena parte del trabajo manual se efectúa con materiales y equipos pesados. Por la gran interrelación que hay entre las tareas, los resultados de un proceso pueden poner en peligro la integridad del personal que trabaja en otro. Además, como gran parte del trabajo se hace al aire libre, la climatología puede crear o agravar situaciones de peligro. Por si esto fuera poco, se emplean numerosos productos químicos, pinturas, disolventes y recubrimientos, los cuales pueden entrañar riesgos importantes para los trabajadores.

5.2. CONCLUSIÓN

En un sistema de gestión de calidad es importante establecer ciertos parámetros que inicia con un contrato que se establezca una especificación técnica entre el cliente y la empresa que ejecute el armado de un bloque. Este contrato pasa a ser un dato de entrada para la generación del proyecto de una construcción soldada.

La presente investigación tuvo por finalidad detallar cada punto correspondiente al proceso de soldadura empleado para realizar la producción de una construcción de la estructura que compone un buque, esto permitirá enriquecer de conocimientos a aquellos compañeros de la carrera que deseen conocer más sobre el área de construcción. Por lo tanto, se demuestran fundamentos de la construcción de un bloque clasificado por Lloyd's Register of Shipping.

Se ha realizado la construcción de un bloque soldado que posee por características tener como componente al acero y como metal de aporte de unión de metales bases es el proceso de soldeo. El acero a emplear será el ASTM A131 necesario para poder fabricar el bloque además de generar la información técnica que se requiere como ingeniería de producción para poder establecer el armado de los diferentes procesos constructivos del bloque.

5.3. RECOMENDACIONES

Aunque el sector de la construcción y reparación de buques es muy peligroso, los riesgos para los trabajadores pueden y deben reducirse al mínimo. La base para reducir los riesgos es un programa sólido de salud y seguridad, que parta de la buena relación entre los sindicatos o los trabajadores y la dirección de la empresa.

Hay muchas formas de prevenir o minimizar los peligros identificados en el astillero.

Estas formas de enfocar los problemas pueden agruparse de manera general en varias estrategias.

CAPITULO VI

FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

American Bureau of Shipping, *Rules for Materials and Welding 2005*, part 2, págs. 378.

ISO 9001:2000, *Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos*, traducción certificada, págs. 24.

American Institute of Steel Construction, “*Manual of Steel Construction*”, 1994, págs. 1993.

John E. Bringas, “*Handbook of comparative world steel standards*”, ASTM., 2004, págs. 669.

Indura, “*Manual de Soldadura Indura*”, 2006, págs. 131.

American Welding Society, “*Structural Welding Code – Steel*”, AWS D1.1/D1.1M, 2002, págs. 543.

Instituto Chileno del Acero, “*Manual de Diseño para Estructuras de Acero*”, 2000, págs. 812.

Instituto Nacional de Normalización, “*Gestión de Calidad – Guías para los planes de calidad*”, Norma Chilena Oficial, NCh. 10005.Of97, 2007, págs. 28.

Houldcroft, “*Tecnología de los procesos de soldadura*”, Ceac., 1986, págs. 365.

Rafael de Heredia Scasso, “*Soldadura y construcción soldada*”, Dossat, 1965, págs. 609.

Helmut Koch, “*Manual de soldadura*”, Reverte, 1965, págs. 738.

Sahling-Latzin, “*La técnica de la soldadura en la ingeniería de la construcción*”, Blume, 1970, págs. 293.

COIN (2010a) “*Seguridad en el transporte Marítimo*”. Grupo de trabajo de “seguridad en el transporte marítimo”. Rafael Gutiérrez Fraile y otros.

COIN (2010b) “*Impacto ambiental del sector Marítimo*”. Grupo de trabajo de “seguridad en el transporte marítimo”. Rafael Gutiérrez Fraile y otros.

COIN (2010c) “*Aire limpio y sector marítimo.*” Grupo de trabajo de “seguridad en el transporte marítimo”. Rafael Gutiérrez Fraile y otros.

COIN (2010d) “*Industria naval y Medio Ambiente*” Grupo de trabajo de “seguridad en el transporte marítimo”. Rafael Gutiérrez Fraile y otros.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CCE) (1992). “*Hacia un desarrollo sostenible. Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible*”, COM (92), Bruselas, 20 de mayo de 1992.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CCE) (2000). “*Implementation of a European pollutant emission register (EPER) according to Article 15 of Council Directive 96/61/EC concerning integrated pollution prevention and control*” (IPPC) (notified under document number C(2000) 2004) (OJ, L 192, 28/07/2000 p.36) http://europa.eu.int/eurlex/en/lif/dat/2000/en_300D0479.html

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CCE) (2001a). “*Libro Verde sobre la política de productos integrada*”. Bruselas, 7 de febrero de 2001.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CCE) (2001b). “Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento europeo, al Comité económico y social y al Comité de las regiones sobre el Sexto Programa de Acción de

la Comunidad Europea en materia de Medio Ambiente: “*Medio Ambiente 2010: El futuro está en nuestras manos*”

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CCE) (2001c). “*Libro Blanco. La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad.*” COM (2001) 370 final.

6.2. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

MAERSK- LINE. (2013). “*Standard Bunker Adjustment Factor Calculator.*”
Disponible <http://baf.maerskline.com/Forside.aspx>

MAMUT, E; ESTRELA, M.A.; CASTILLO-COMAS, F.DEL (2014) “D2.2. -Value Engineering of Technological Eco — innovation for ship retrofit”.,
Entregable 2.2 del Proyecto Eco_REFITEC (7PM. CE). CP-266268.
http://Eco_REFITEC.eu/.

MAMUT, E; et al (2013) “D2.1. - *Technical Guide for Ship Retrofit Eco Innovation Evaluation*”.,
Entregable 2.1 del Proyecto Eco_REFITEC (7PM. CE). CP-266268.
http://Eco_REFITEC.eu/.

NATIONAL BUREAU OF STATISTICS CHINA (2008). Various statistics.
Available at www.stats.gov.cn