

TRABAJO FIN DE GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

*“Aplicación de procesos de soldadura
tanto en taller como a bordo de un
buque mercante”*

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA

SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL



JUAN ALEJANDRO RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

SEPTIEMBRE 2019

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

“Aplicación de procesos de soldadura tanto en taller como a bordo de un buque mercante”



**JUAN ALEJANDRO RODRÍGUEZ
GONZÁLEZ**
GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS
SEPTIEMBRE 2019

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

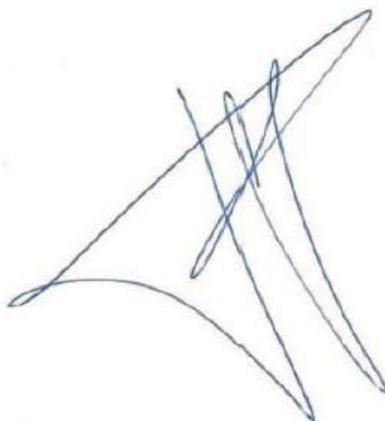
Dr. Don Federico Padrón Martín, Profesor contratado Doctor tipo I del área de Ingeniería de los procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de la Laguna hace constar que:

D. Juan Alejandro Rodríguez González, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

“Aplicación de procesos de soldadura tanto en taller como a bordo de un buque mercante”.

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

En Santa Cruz de Tenerife a 01 de Septiembre de 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned centrally on the page.

Fdo. Federico Padrón Martín
Director de Trabajo de Fin de Grado

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

Dr. Don Servando R. Luis León, Profesor asociado del área de Ingeniería de los procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de la Laguna hace constar que:

D. Juan Alejandro Rodríguez González, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

“Aplicación de procesos de soldadura tanto en taller como a bordo de un buque mercante”.

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

En Santa Cruz de Tenerife a 01 de Septiembre de 2019



Fdo. Servando R. Luis León

Co-Director de Trabajo Fin de Grado

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

Agradecimientos:

En este apartado quisiera agradecer a mi tutor principal de este Trabajo Fin de Grado al Director D. Federico Padrón Martín y al Co-Director D. Servando R. Luis León por la ayuda prestada a la elaboración de este trabajo.

Agradecer a la pesada de mi madre que haya sido tan pesada toda la vida, porque si ella no hubiera sido tan pesada, insistente y agobiante, yo no estaría escribiendo estas líneas, ni hubiera terminado mi carrera. Todo mi amor, respeto y admiración a mi pesada madre.

Agradecer a la empresa Mercaflote por darme la primera oportunidad en el ejercicio de mis prácticas.

Agradecer a la naviera Fred Olsen Express, en especial a los jefes de máquinas y los jefes de mantenimiento por todas sus enseñanzas.

Agradecer a la naviera Petrogás, especialmente a todos los compañeros de máquinas del buque Mencey que tanto me instruyeron y una individual mención a Roberto Jesús Flores Calderón por darme lecciones sobre soldadura y torno.

¡Gracias a todos!

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

ÍNDICE

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

I.	INTRODUCCIÓN.....	21
	1.1 – INTRODUCCIÓN.....	23
	1.2 – ABSTRACT.....	24
II.	OBJETIVOS.....	27
III.	REVISIÓN Y ANTECEDENTES.....	31
	3.1 – TALLER MERCAFLOTE SL.....	31
	3.2 – NAVIERA FRED OLSEN EXPRESS.....	33
	3.3 – FLOTA FRED OLSEN EXPRESS.....	35
	3.4 – NAVIERA PETROGÁS.....	38
	3.5 – FLOTA PETROGÁS.....	39
	3.6 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW.....	42
	3.6.1 – ETAPA PREVIA.....	42
	3.6.2 – ETAPA DE EJECUCIÓN.....	44
	3.6.3 – ETAPA POSTERIOR.....	45
	3.7 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA TIG.....	46
	3.7.1 – ETAPA PREVIA.....	46
	3.7.2 – ETAPA DE EJECUCIÓN.....	47
	3.7.3 – ETAPA POSTERIOR.....	48
	3.8 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA MIG/MAG.....	49
	3.8.1 – ETAPA PREVIA.....	50
	3.8.2 – ETAPA DE EJECUCIÓN.....	50
	3.8.3 – ETAPA POSTERIOR.....	51
	3.9 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CORTE OXIACETILÉNICO.....	52
	3.10 – PROCESO DE CORTE POR ARCO PLASMA.....	54
IV.	METODOLOGÍA.....	57
V.	RESULTADOS.....	61
	5.1 – REPARACIÓN DE BARANDILLA.....	63
	5.2 – FABRICACIÓN DE CAJAS INOXIDABLES.....	65
	5.3 – CORTE CON ARCO PLASMA.....	67
	5.4 – CESÁREA CALENTADOR DE ACEITE.....	68
	5.5 – FABRICACIÓN COLECTOR SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	70
	5.6 – SOLDADURA TUBOS INOXIDABLES.....	72
	5.7 – REPARACIÓN TUBO DE ACEITE.....	74
	5.8 – TRABAJO DE SOLDADURA EN FRÍO.....	75
	5.9 – SOLDADURA ACOPLE.....	77
	5.10 – REPARACIÓN GOLPE ENTRE CUADERNAS EN VOID.....	78
	5.11 – CESÁREA EN TIMÓN.....	80
	5.12 – REPARACIÓN FENDER.....	82
	5.13 – TABLA COMPARATIVA DE LOS DISTINTOS TRABAJOS DE SOLDADURA.....	84
	5.14 – EQUIPO AUTÓNOMO DE OXICORTE.....	85
	5.15 – INTRODUCCIÓN A LOS ENSAYOS DESTRUCTIVOS (ED) Y A LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END).....	86
	5.16 – MÉTODO ALTERNATIVO DE SOLDADURA DE FUNDICIÓN (METALOCK).....	87
	5.17 – EXCEPCIÓN A PERMISOS DE TRABAJO.....	88

5.18	– ESTRUCTURA DE UN PROTOCOLO Y DE UN INFORME DE REPARACIÓN DE UN TRABAJO DE SOLDADURA Y/O CORTE A BORDO DE UN BUQUE.....	89
5.19	– EJEMPLO DE PROTOCOLO PARA HÉLICE TRANSVERSAL....	91
5.20	– EJEMPLO PLANIFICACIÓN DE UN TRABAJO A BORDO.....	92
VI.	CONCLUSIONES.....	97
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	10

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración nº1: Logo Mercaflo	31
Ilustración nº2: Taller Mercaflo	32
Ilustración nº3: Reparación motor naval	32
Ilustración nº4: Logo Fred Olsen	33
Ilustración nº5: Rutas Fred Olsen	33
Ilustración nº6: Restaurante Mirador de Abrante	34
Ilustración nº7: Buque Bonanza Express	35
Ilustración nº8: Buque Betancuria Express	35
Ilustración nº9: Buque Bocayna Express	35
Ilustración nº10: Buque Bentago Express	36
Ilustración nº11: Buque Bencomo Express	36
Ilustración nº12: Buque Benchijigua Express	36
Ilustración nº13: Buque Benchi Express	37
Ilustración nº14: Buque Nápoles	37
Ilustración nº15: Logo Petrogás	38
Ilustración nº16: Buque Mencey en ejercicio	38
Ilustración nº17: Buque Dácil	39
Ilustración nº18: Buque Guanarteme	39
Ilustración nº19: Buque Nivaria	40
Ilustración nº20: Buque Mencey	40
Ilustración nº21: Buque Tinerfe	41
Ilustración nº22: Buque Herbania	41
Ilustración nº23: Píldora procesos de soldeo	42
Ilustración nº24: Máscara soldador	42
Ilustración nº25: Guantes soldador	42
Ilustración nº26: Mandil soldador	42
Ilustración nº27: Polainas soldador	42
Ilustración nº28: Mangas soldador	42

Ilustración n°29: Tipos básicos de uniones	43
Ilustración n°30: Preparación bordes a tope	43
Ilustración n°31: Preparación bordes en “T”	43
Ilustración n°32: Equipo de soldadura SMAW	44
Ilustración n°33: Electrodo	44
Ilustración n°34: Picareta	45
Ilustración n°35: Cepillo metálico	45
Ilustración n°36: Equipo soldadura TIG	47
Ilustración n°37: Partes antorcha TIG	47
Ilustración n°38: Pinza de masa	48
Ilustración n°39: Botella gas argón	48
Ilustración n°40: Varillas de aportación	48
Ilustración n°41: Píldora gases en la soldadura	49
Ilustración n°42: Transporte por pulverización	50
Ilustración n°43: Transporte globular	50
Ilustración n°44: Diagrama esquemático MIG/MAG	51
Ilustración n°45: Limpieza de cordón	51
Ilustración n°46: Tipos de llama	52
Ilustración n°47: Equipo de corte con oxiacetileno	52
Ilustración n°48: Soplete	53
Ilustración n°49: Mechero con cazoleta	53
Ilustración n°50: Gafas oscuras de protección	53
Ilustración n°51: Esquema corte con plasma	54
Ilustración n°52: Corte con arco plasma	54
Ilustración n°53: Novastick 201	61
Ilustración n°54: Stayer 2000	61
Ilustración n°55: Plasma 120 S	62
Ilustración n°56: Novastick 401	62
Ilustración n°57: Barandilla rota	63
Ilustración n°58: Radial	63

Ilustración n°59: Disco de láminas	63
Ilustración n°60: Barandilla reparada	64
Ilustración n°61: Bordes cajas soldadas	65
Ilustración n°62: Cajas inoxidable	65
Ilustración n°63: Cajas inoxidable completas	66
Ilustración n°64: Corte con arco plasma	67
Ilustración n°65: Calentador desarmado	68
Ilustración n°66: Resistencias de aceite	68
Ilustración n°67: Calentador de aceite	69
Ilustración n°68: Desarrollo calderería	70
Ilustración n°69: Corte en colector	70
Ilustración n°70: Tubo unido al colector	71
Ilustración n°71: Colector terminado	71
Ilustración n°72: Baño de fusión	72
Ilustración n°73: Codos soldados	72
Ilustración n°74: Tubos inoxidable sobre cubierta	73
Ilustración n°75: Tubo de aceite vista anterior	74
Ilustración n°76: Tubo de aceite vista posterior	74
Ilustración n°77: Grieta en carcasa	75
Ilustración n°78: Pasta verde	75
Ilustración n°79: Grieta subsanada	76
Ilustración n°80: Primer acople	77
Ilustración n°81: Acoples presentados	77
Ilustración n°82: Acoples soldados	77
Ilustración n°83: Acople colocado	77
Ilustración n°84: Cuaderna afectada	78
Ilustración n°85 Plano de desarrollo del casco del buque	78
Ilustración n°86: VOID-3 con cuaderna cortada	79
Ilustración n°87: Timón con cesárea	80
Ilustración n°88: Timón saneado	80

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

Ilustración n°89: Timón en su posición	81
Ilustración n°90: Preparando el fender	82
Ilustración n°91: Soldadura fender	82
Ilustración n°92: Soldando el fender	83
Ilustración n°93: Equipo autónomo de oxicorte	85
Ilustración n°94: Píldora ensayos	86
Ilustración n°95: Líquidos penetrantes	86
Ilustración n°96: Soldadura metalock	87
Ilustración n°97: Ejemplo permiso	88
Ilustración n°98: Líquido penetrante	89
Ilustración n°99: Revelador	89
Ilustración n°100: Canto de pala	90
Ilustración n°101: Esquema protocolo	90
Ilustración n°102: Hélice con líquido	91
Ilustración n°103: Canto mellado	91
Ilustración n°104: Hélice transversal	91
Ilustración n°105: Reunión con el Co-Director	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nº1: Características equipo Novastick	61
Tabla nº2: Características equipo Stayer	61
Tabla nº3: Características equipo Jackle	62
Tabla nº4: Resumen trabajo nº1	64
Tabla nº5: Resumen trabajo nº2	66
Tabla nº6: Resumen trabajo nº3	67
Tabla nº7: Resumen trabajo nº4	69
Tabla nº8: Resumen trabajo nº5	71
Tabla nº9: Resumen trabajo nº6	73
Tabla nº10: Resumen trabajo nº7	74
Tabla nº11: Resumen trabajo nº8	76
Tabla nº12: Resumen trabajo nº9	77
Tabla nº13: Resumen trabajo nº10	79
Tabla nº14: Resumen trabajo nº11	81
Tabla nº15: Resumen trabajo nº12	83
Tabla nº16: Tabla comparativa	84

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

I. INTRODUCCIÓN

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

1.1 INTRODUCCIÓN

La elaboración de este Trabajo Fin de Grado se inicia después de haber cursado la asignatura Tecnología Mecánica y procesos de fabricación. Tal fue mi suerte que esta asignatura despertó mi interés sobre la soldadura. A raíz de mi experiencia en el taller de mecanizado industrial Mercflote SL, de mis embarques en el Buque de pasaje Bencomo de la naviera Fred Olsen Express y del Buque petrolero Mencey de la naviera Petrogás he desarrollado este trabajo.

La repercusión de este trabajo es dejar un manuscrito sobre los distintos procedimientos de soldadura. Para que el lector adquiriera conocimiento sobre los trabajos de soldadura realizados en taller industrial y a bordo de un buque.

Este trabajo Fin de Grado consta de los siguientes capítulos:

- * En el Capítulo II, **Objetivos**, se añade los distintos objetivos que me he propuesto a lo largo de la elaboración de este Trabajo Fin de Grado.
- * En el Capítulo III, **Revisión y Antecedentes**, en este tercer capítulo vamos a realizar una pequeña introducción a los distintos procesos de soldadura actuales a nivel genérico, los cuales nos van a ayudar a la continuación de los siguientes capítulos de este Trabajo Fin de Grado.
- * En el Capítulo IV, **Metodología**, en este capítulo cuarto. El marco referencial de este Trabajo Fin de Grado es la empresa Mercflote SL, el buque Bencomo y el buque Mencey de las navieras Fred Olsen Express y la naviera Petro Gas respectivamente. Además, lo acompañamos de una bibliografía que relaciono en el capítulo VII de este trabajo.
- * En el Capítulo V, **Resultados**, este capítulo es donde voy a desarrollar lo trabajado y aprendido durante mi periodo de prácticas en relación a los distintos procedimientos de soldadura. La cual es la evidencia que se plasma en este quinto capítulo.
- * En el Capítulo VI, **Conclusiones**, las conclusiones obtenidas en este trabajo fin de grado vienen a recopilar la combinación de los objetivos propuestos en el mismo.
- * En el Capítulo VII, **Bibliografía**, agrego a este Trabajo Fin de Grado toda una relación bibliográfica, manuales, libros, recursos en la red sobre los procesos de soldadura actuales plasmados en ejemplos más concretos del sector marítimo y/o, otros trabajos industriales.

1.2 ABSTRACT

The preparation of this Final Degree Project was born after having completed the subject Mechanical Technology and Manufacturing Processes; Such was my luck that this subject aroused my interest in welding. As a result of my experience in the industrial machining workshop Mercaplote SL, my shipments in the Bencomo passenger ship of the Fred Olsen company and the Mencey oil tanker of the company Petro Gas and developed this work.

In this final degree project, the different works carried out in my professional practices will be exposed to expose the need to have the knowledge of the welding technique.

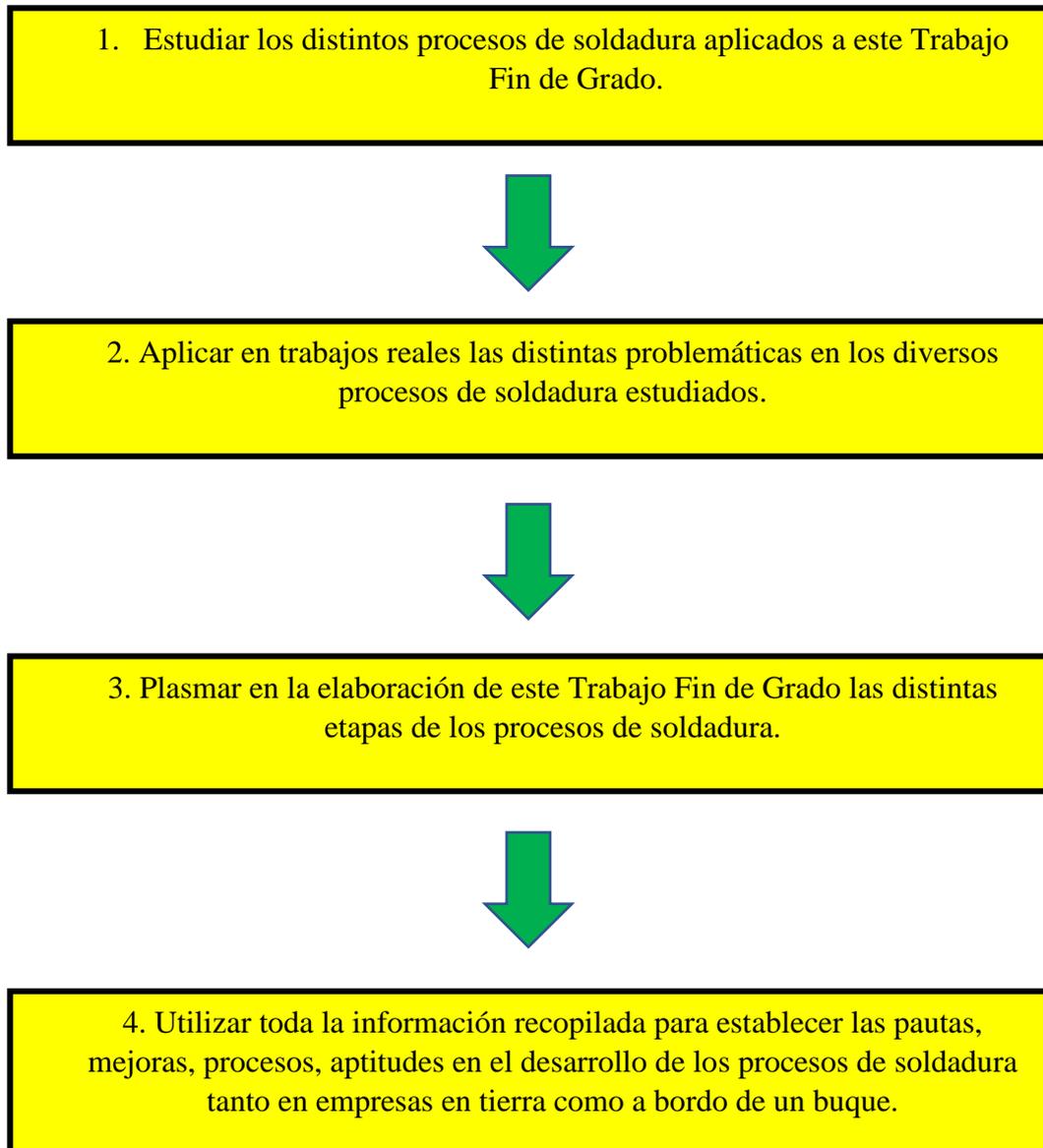
With this work we have been able to learn the different welding techniques used on board a ship. A comparative table has been drawn up between the work carried out in my professional practices to show the difference between the techniques of the work.

II. OBJETIVOS

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

II. OBJETIVOS

Con estos objetivos pretendo dar a conocer los límites que hemos establecido para el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado en Tecnologías Marinas:



*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

Como hemos mencionado en los capítulos anteriores de este Trabajo Fin de Grado. Nuestra propuesta es hacer/detallar/explicar los trabajos de soldadura reales en aplicación a los objetivos de este Trabajo Fin de Grado. Por tanto, en este capítulo de Revisión y Antecedentes. Mi propuesta es comenzar con una introducción del marco referencial del mismo (taller Mercaflote SL – buque Bencomo – buque Mencey). Y concretando en los procesos de soldadura y corte que vamos a desarrollar en el capítulo de resultados de este Trabajo Fin de Grado.

3.1 – TALLER MERCAFLOTE SL

Mercaflote es una empresa canaria que presta sus servicios de reparaciones industriales y navales desde el año 1989, situada en la dársena pesquera del puerto de Santa Cruz de Tenerife.[1]



Ilustración nº1: Logo Mercaflote.

Fuente [1]

Esta empresa es capaz de realizar reparaciones en todo tipo de maquinaria, tanto naval como industrial, contando con un personal técnico con vastos conocimientos sobre mecánica, torno, soldadura, etc. Lo que les permite aportar una amplia gama de reparaciones y posibilidad de mecanización de piezas o estructuras.[1]



Ilustración n°2: Taller Mercaflo.

Fuente: [1]

Esta empresa se ha ido actualizando a los requerimientos de calidad y seguridad de hoy en día, impartiendo cursos/charlas formativas, a sus trabajadores y mejorando la maquinaria y por ende las prestaciones que pueden ofrecer, proporcionando a sus clientes una mayor calidad en los trabajos y proporcionar un entorno de trabajo seguro para sus trabajadores. [1]

Los trabajos realizados por esta empresa en el sector naval abarcan desde los equipos esenciales de un buque hasta los no esenciales, aportando garantía a todos sus trabajos debido a la alta cualificación de sus trabajadores. En el sector industrial pueden realizar trabajos de mantenimiento preventivo como correctivo en todo tipo de maquinaria, (palas cargadoras, bombas de agua, ejes, generadores...) son capaces de construir o reparar sistemas de tuberías, sistemas hidráulicos y sistemas neumáticos, así como la sustitución de piezas o maquinaria. [2]



Ilustración n°3: Reparación motor naval.

Fuente: [2]

3.2 – NAVIERA FRED OLSEN EXPRESS

Fred Olsen Express es una naviera que trabaja con una flota de ferrys y fast ferrys, de tipo Ro-Ro y pasaje, en el archipiélago canario y con una incorporación de ruta desde Tenerife o Las Palmas de Gran Canaria hacia Huelva. [3]



Ilustración nº4: Logo Fred Olsen.

Fuente: [3]

Esta naviera de origen noruego fue fundada en el año 1974, más concretamente el 8 de julio de 1974 con la inauguración del ferry San Sebastián de la Gomera – Los Cristianos en Tenerife. [3]

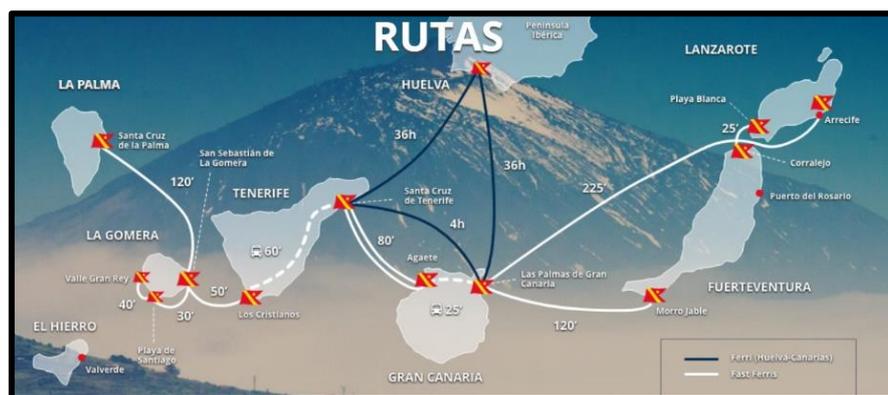


Ilustración nº5: Rutas Fred Olsen.

Fuente: [4]

Hoy en día esta naviera cuenta con 11 rutas:

- San Sebastián de La Gomera – Los Cristianos.
- Santa Cruz de la Palma – San Sebastián de La Gomera.
- San Sebastián de La Gomera – Playa de Santiago.
- Playa de Santiago – Valle Gran Rey.
- Santa Cruz de Tenerife – Agaete.
- Santa Cruz de Tenerife – Las palmas de Gran Canaria.
- Santa Cruz de Tenerife – Huelva.
- Las Palmas de Gran Canaria – Huelva.
- Las Palmas de Gran Canaria – Morro Jable.
- Las Palmas de Gran Canaria – Arrecife.
- Corralejo – Playa Blanca [4]

Fred Olsen Express en colaboración con la naviera Baleárica han realizado un acuerdo para operar la ruta entre la península ibérica y el archipiélago canario. Este acuerdo se ha denominado como Canary Bridge Seaways (CBS) [5], dicho acuerdo ofrece a sus clientes la ruta Las Palmas de Gran Canaria – Huelva con escala en Tenerife. El buque que cubre esta ruta es el Nápoles, buque recién incorporado a la compañía mediante el acuerdo CBS. [6]

Fred Olsen Express aparte de poder ofrecer a sus pasajeros la posibilidad del transporte marítimo entre las islas del archipiélago canario y la península ibérica, también puede ofrecer un descanso en la isla de la Gomera en su Hotel Jardín Tecina, dicho hotel posee un vasto campo de golf que los amantes de este deporte podrán disfrutar. Fred Olsen Express también posee en la isla Gomera varios restaurantes al norte de la isla, llamados Mirador de Abrante y Restaurante Las Rosas. [7]



Ilustración nº6: Restaurante Mirador de Abrante.

Fuente: [8]

3.3 – FLOTA FRED OLSEN EXPRESS

- **Bonanza Express:** Cubre la ruta Las Palmas de Gran Canaria – Fuerteventura, Lanzarote. Su número IMO es el 9200225. Con una eslora de 92 m y una manga de 26 m, posee un DWT de 838 toneladas.[9],[4]



Ilustración nº7: Buque Bonanza Express

Fuente: [10]

Ilustración nº8: Buque Betancuria Express

Fuente: [11]

- **Betancuria Express:** Cubre conjuntamente con el Bonanza Express la ruta Las Palmas de Gran Canaria – Fuerteventura, Lanzarote. Su número IMO es el 9557848. Con una eslora de 113 m y una manga de 28 m, posee un DWT de 1000 toneladas.[12],[4]

- **Bocayna Express:** Cubre la ruta Lanzarote – Fuerteventura. Su número IMO es el 9285378. Con una eslora de 66 m y una manga de 19m, posee un DWT de 213 toneladas.[13],[4]



Ilustración nº9: Buque Bocayna Express

Fuente: [14]

- **Bentago Express:** Cubre la ruta Las Palmas de Gran Canaria – Santa Cruz de Tenerife. Su número IMO es el 9213337. Con una eslora de 96 m y una manga de 26 m, posee un DWT de 787 toneladas.[15],[4]



Ilustración nº10: Buque Bentago Express

Fuente: [16]

Ilustración nº11: Buque Bencomo Express

Fuente: [17]

- **Bencomo Express:** Cubre conjuntamente al Bentago Express la ruta Santa Cruz de Tenerife – Las Palmas de Gran Canaria. Su número IMO es el 9206712. Con una eslora de 95 m y una manga de 26 m, posee un DWT de 717 toneladas. [18],[4]

- **Benchijigua Express:** Cubre la ruta Tenerife – San Sebastián de La Gomera – La Palma. Su número IMO es el 9299056. Con una eslora de 126 m y una manga de 30 m, posee un DWT de 1000 toneladas.[19],[4]



Ilustración nº12: Buque Benchijigua Express

Fuente: [20]

- **Benchi Express:** Cubre la ruta San Sebastián de La Gomera – Playa de Santiago – Valle Gran Rey. Su número IMO es el 9832236. Con una eslora de 26 m y una manga de 9 m, posee un DWT de 50 toneladas.[21],[4]



Ilustración nº13: Buque Benchi Express

Fuente: [22]

- **Nápoles:** Cubre la ruta Las Palmas de Gran Canaria – Tenerife – Huelva. Su número IMO es el 9243423. Con una eslora de 186 m y una manga de 27 m, posee un DWT de 7329 toneladas.[23]



Ilustración nº14: Buque Nápoles

Fuente: [24]

3.4 – NAVIERA PETROGÁS

La naviera **Petrogás S.L.U** fundada en 1967, es la naviera principal de transporte de productos derivados del petróleo (diésel, fuel, asfalto, queroseno) en el archipiélago canario y norte de África. [25]



Ilustración nº15: Logo Petrogás

Fuente: [26]

Los principales clientes de la naviera Petrogás son Cepsa y Disa, tanto en el archipiélago canario como en el norte de África. Los buques de esta naviera poseen un alto nivel tecnológico lo cual les permite ser más eficientes en las cargas y descargas de producto en las instalaciones correspondientes, en el transporte marítimo de dicha carga, así como proporcionar una recepción segura del producto y un transporte seguro hacia su destino.[27]

Para demostrar el compromiso con la calidad de sus servicios, esta naviera posee el certificado de calidad según la norma ISO 9001 y el certificado de seguridad ISM. A parte de estos certificados de seguridad la naviera también posee la certificación ISO 14001 sobre la protección medioambiental y la OHSAS 18001 sobre seguridad y salud.[27]

La naviera como compromiso con la seguridad y el medioambiente suele realizar ejercicios preventivos para tener a su personal preparado. El pasado día 29/05/2019 la armada española en colaboración con el grupo DISA, Salvamento marítimo, la unidad de buceo del Mando Naval de Canarias, Cruz Roja y el SUC (Servicio de Urgencias Canario), celebraron un ejercicio de seguridad marítima en el puerto San Sebastián de la Gomera y en las aguas de la Gomera. Con este tipo de ejercicios el grupo DISA pretende reducir los peligros en caso de riesgos medioambientales y garantizar la capacidad de reacción por parte de su tripulación si fuese necesario.[28]



Ilustración nº16: Buque Mencey en ejercicio

Fuente: [28]

3.5 – FLOTA PETROGÁS

- **Dácil:** Buque de bandera española cuyo número IMO es el 9427445. Con una eslora de 112.7 m y una manga de 17.6 m, posee un DWT de 7519 toneladas. Este buque tiene una capacidad de carga al 98% de sus tanques de 8488 m³ de productos limpios. [29],[27]



Ilustración nº17: Buque Dácil

Fuente: [30]

- **Guanarteme:** Buque de bandera española cuyo número IMO es el 9280134. Con una eslora de 96.91 m y una manga de 14.20 m, posee un DWT de 4222 toneladas. Este buque tiene una capacidad de carga al 98% de sus tanques de 4250 m³ entre productos limpios y sucios. [31],[27]



Ilustración nº18: Buque Guanarteme

Fuente: [32]

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

- **Nivaria:** Buque de bandera española cuyo número IMO es el 9297163. Con una eslora de 96.91 m y una manga de 14.20 m, posee un DWT de 4250 toneladas. Este buque tiene una capacidad de carga al 98% de sus tanques de 4251 m³ en productos limpios.[33],[27]



Ilustración nº19: Buque Nivaria

Fuente: [34]

- **Mencey:** Buque de bandera española cuyo número IMO es el 9280146. Con una eslora de 109.50 m y una manga de 17.22 m, posee un DWT de 6937 toneladas. Este buque tiene una capacidad de carga al 98% de sus tanques de 7872 m³ en productos limpios, sucios y asfalto.[35],[27]



Ilustración nº20: Buque Mencey

Fuente: [35]

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

- **Tinerfe:** Buque de bandera española cuyo número IMO es el 9498107. Con una eslora de 144 m y una manga de 22.60 m, posee un DWT de 17539 toneladas. Este buque tiene una capacidad de carga al 98% de sus tanques de 18611 m³ en productos limpios.[36],[27]



Ilustración nº21: Buque Tinerfe

Fuente: [37]

- **Herbania:** Buque de bandera española cuyo número IMO es el 9674828. Con una eslora de 109.86 m y una manga de 18.22 m, posee un DWT de 7066 toneladas. Este buque tiene una capacidad de carga al 98% de sus tanques de 6758 m³ en asfalto.[38],[27]



Ilustración nº22: Buque Herbania

Fuente [39]

A continuación, vamos a describir los distintos procesos de soldadura y corte que e captado a lo largo de mis embarques en el periodo de mis prácticas profesionales.

3.6 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW

El proceso de soldadura SMAW, del inglés Shielded Metal Arc Welding, se define como la unión de dos metales mediante una fusión localizada, procedente de un arco eléctrico, que se va a producir entre la punta de un electrodo revestido y el metal base.[40]

De la polaridad, es decir, del sentido de la corriente depende la cantidad de calor que se aporta al electrodo o la pieza a soldar. Así pues utilizaremos polaridad directa si vamos a soldar metales con grandes espesores para que el metal se caliente más que el electrodo. Emplearemos polaridad inversa para soldaduras en las que necesitamos que el cordón enfríe rápidamente. En la polaridad directa el cable de masa va conectado al borne + del equipo de soldadura.[40]

Todo proceso de soldadura se deberá establecer en 3 etapas, que son la etapa previa, la etapa de ejecución y la etapa posterior.[41]

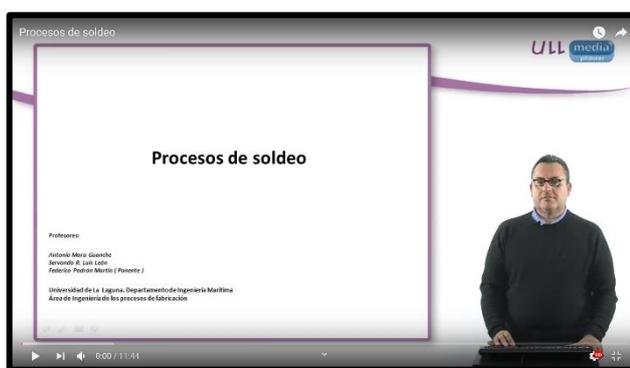


Ilustración nº23: Píldora procesos de soldado

Fuente: [42]

3.6.1. Etapa previa

En esta etapa el soldador debe prepararse con todos los equipos de seguridad y debe preparar la pieza a soldar.

* Colocación de los equipos de protección individual (EPI's):

- Máscara



Ilustración nº24:
Máscara soldador

Fuente: [43]

- Guantes



Ilustración nº25:
Guantes soldador

Fuente: [44]

- Mandil



Ilustración nº26:
Mandil soldador

Fuente: [45]

- Polainas



Ilustración nº27:
Polainas soldador

Fuente: [46]

- Mangas



Ilustración nº28:
Mangas soldador

Fuente: [47]

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

- * Preparar el equipo de soldadura, es decir, regular el amperaje aportado en la soldadura, dependiendo del espesor del material a soldar y del tipo de material.
- * Limpieza de la zona a soldar, quitando cualquier resto de pintura, oxido, suciedad...
- * Preparar las partes a unir mediante la soldadura:

Hay 5 tipos básicos de uniones: a tope, a solape, en ángulo interior, en ángulo exterior y sobrecantos. Para obtener una buena soldadura se deben mecanizar las partes a unir aportando a las bordes un chaflan de 60° entre ellas.[40]

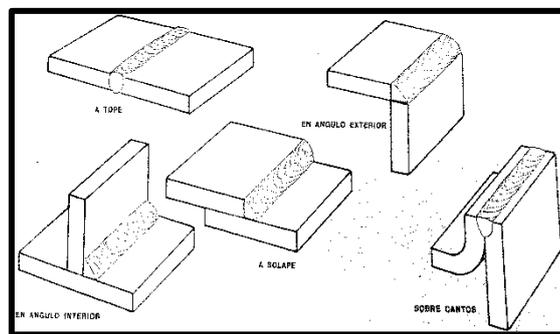


Ilustración n°29: Tipos básicos de uniones

Fuente: [40]

Las uniones a tope y en ángulo interior se deben preparar de la siguiente manera dependiendo de los espesores de las piezas.

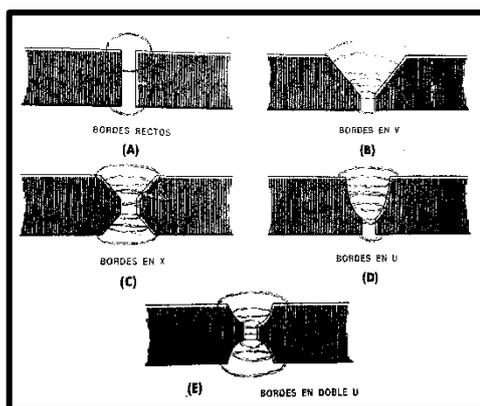


Ilustración n°30: Preparación bordes a tope

Fuente: [40]

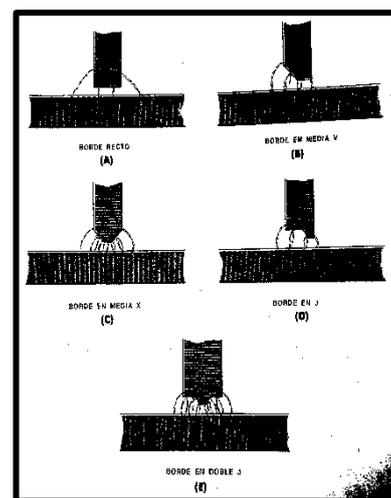


Ilustración n°31: Preparación bordes en "T"

Fuente: [40]

La preparación (A) es aconsejable para espesores entre 4 – 10 mm. La preparación (B) para espesores entre 8 – 20 mm. La preparación (C) para espesores superiores a 18mm, esta es la preparación que presenta mejor comportamiento ante todo tipo de cargas. La preparación (D) para espesores entre 13 – 20 mm. Por último, la preparación (E) para espesores superiores a los 20 mm. [40]

3.6.2 Etapa de ejecución

En esta etapa, realizaremos el cordón de soldadura empleando los siguientes materiales:

- **Equipo de soldadura:** Básicamente va a ser el elemento con alimentación eléctrica que nos va a dar las prestaciones para poder realizar el proceso de soldadura.



Ilustración n°32: Equipo de soldadura SMAW

Fuente: [48]

- **Pinza porta electrodos:** Sirve para sujetar el electrodo que es el elemento consumible.

- **Pinza de masa:** Su misión es dar la continuidad para poder realizar el arco eléctrico y poder realizar el proceso de soldadura.

- **Electrodos:** Es el elemento consumible en el proceso de soldadura. El revestimiento se va a ir consumiendo y suministrando una protección gaseosa al cordón de la soldadura. Este revestimiento al enfriarse genera una escoria encima del cordón, la cual retiraremos en la etapa posterior.[41]

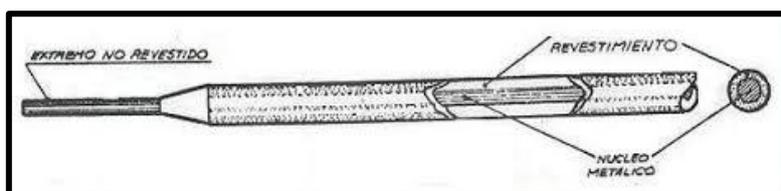


Ilustración n°33: Electrodo

Fuente: [49]

3.6.3 Etapa posterior

En esta etapa posterior ya tenemos el cordón de soldadura realizado y procedemos a limpiarlo. Retiraremos la escoria, formada por el revestimiento del electrodo, dando suaves golpes con una picareta. Posteriormente terminamos el proceso de soldadura limpiando el cordón usando un cepillo metálico.[41]



Ilustración n°34: Picareta

Fuente: [50]



Ilustración n°35: Cepillo metálico

Fuente: [51]

3.7 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA TIG

El proceso de soldadura TIG, del inglés Tungsten Inert Gas, se define como la unión de dos metales, con aporte externo de material, mediante una fusión localizada, procedente de un arco eléctrico, que se va a producir entre la punta de un electrodo no consumible de tungsteno y el metal base.

En este proceso de soldadura el electrodo sólo cumple la función de establecer el arco eléctrico. En este proceso de soldadura se suele emplear el gas Argón u otro tipo de gas inerte como protección gaseosa para el cordón de soldadura.

La polaridad en este proceso de soldadura es muy importante ya que la polaridad directa (cable pinza de masa a la borna +) genera calor en la pieza a soldar, mientras que la polaridad inversa genera el calor en el electrodo. Esto puede suponer que el electrodo se funda y contamine el cordón, para evitar esto, se cambia el electrodo por uno de mayor diámetro.

Todo proceso de soldadura se deberá establecer en 3 etapas que son la etapa previa, la etapa de ejecución y la etapa posterior.[40]

3.7.1 Etapa previa

En esta etapa el soldador debe prepararse con todos los equipos de seguridad, ya nombrados en el apartado 3.6.1 de este Trabajo Fin de Grado, debe comprobar todas las conexiones del circuito de soldadura.

Debe elegir el diámetro de electrodo y de boquilla adecuados. Debe ajustar el electrodo de manera que sobresalga de la boquilla la longitud adecuada para el proceso a realizar. Para uniones a tope deben ser entre 3 y 5 mm y para uniones en ángulos interiores entre 6 y 10 mm. [40]

3.7.2 Etapa de ejecución

En esta etapa de ejecución realizaremos el cordón de soldadura con los siguientes elementos:

- **Equipo de soldadura:** Para la soldadura TIG se puede utilizar cualquier grupo de soldadura convencional que permita un buen control de la corriente en pequeñas intensidades.[40]



Ilustración n°36: Equipo soldadura TIG

Fuente:[52]

- **Antorcha o pinza portaelectrodos:** Es la encargada de conducir la corriente y el gas de protección hasta la zona de soldeo. Hay dos tipos de refrigeración por aire y de refrigeración forzada empleando circulación de agua.[40]

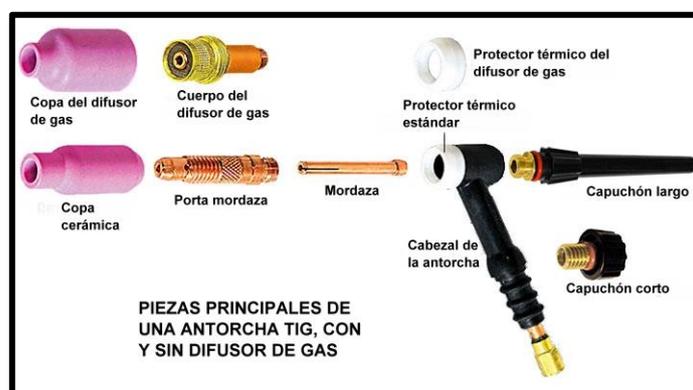


Ilustración n°37: Partes antorcha TIG

Fuente: [53]

- **Pinza de masa:** Su misión es dar la continuidad para poder realizar el arco eléctrico y poder realizar el proceso de soldadura.[40]



Ilustración n°38: Pinza de masa

Fuente: [54]

- **Botella de gas inerte:** Es el recipiente presurizado en el que almacenamos el gas inerte.



Ilustración n°39: Botella gas Argón

Fuente: [55]

- **Material de aportación:** El material de aportación debe de ser metal de la misma composición que el metal base para garantizar una buena soldadura. En general, el diámetro de la varilla debe ser aproximadamente igual al espesor de las piezas a soldar.



Ilustración n°40: Varillas de aportación

Fuente: [56]

3.7.3 Etapa posterior

En esta etapa ya tenemos el cordón de soldadura realizado y procedemos a su limpieza, en este caso al no haberse formado escoria sobre el cordón sólo vamos a proceder a limpiar el cordón con un cepillo metálico.[40]

3.8 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA MIG/MAG

La soldadura MIG/MAG emplea como material de aportación un hilo consumible como electrodo de manera continua, que se alimenta automáticamente, a través de la torcha de soldadura, a una velocidad regulable. El cordón de soldadura está completamente protegido por un chorro de gas el cual suele ser argón, helio o una combinación de argón con oxígeno para la soldadura MIG y CO₂ o argón en combinación con CO₂ para soldadura MAG, que también se suministra a través de la pistola.[40]



Ilustración n°41: Píldora gases en la soldadura

Fuente: [57]

El proceso de soldadura puede ser de manera automática o semiautomática. Para soldar de manera automática se debe tener la instalación automatizada en la que se aplican los parámetros de alimentación del alambre, la corriente de soldadura, el caudal del gas y la velocidad a la que se desplaza la pistola de soldadura. En la manera semiautomática el soldador controla la torcha a lo largo del cordón de soldadura controlando la longitud del arco y la velocidad de avance, los parámetros de alimentación del hilo de alambre, la corriente de soldadura y el caudal del gas se regulan en el generador de soldadura.[40]

La corriente aplicada en este proceso de soldadura MIG/MAG es de corriente continua ya que la alterna no es recomendable debido a las grandes diferencias que se presentan en cada semiciclo. La polaridad en este tipo de soldadura es muy importante ya que la polaridad directa proporciona cordones muy anchos y de poca penetración con muchas proyecciones en el proceso.

Esto es debido a la forma de transporte globular del metal de aportación. En la polaridad inversa se genera gran penetración en el cordón de soldadura debido a que el calor se concentra sobre el baño de fusión del cordón, también es debido al transporte por pulverización el cual contribuye a la circulación de la corriente.[40]

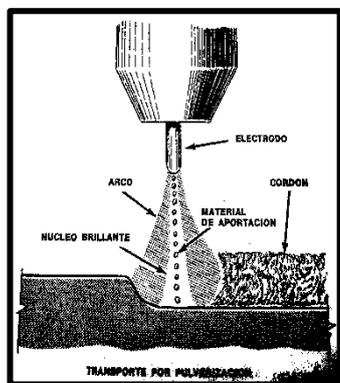


Ilustración nº42: Transporte por pulverización

Fuente: [40]

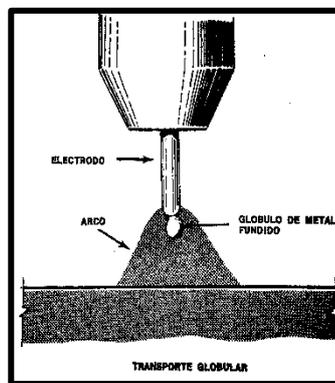


Ilustración nº43: Transporte globular

Fuente: [40]

Todo proceso de soldadura se deberá establecer en 3 etapas que son la etapa previa, la etapa de ejecución y la etapa posterior.[41]

3.8.1 Etapa previa

En esta etapa el soldador debe prepararse con todos los equipos de seguridad, ya nombrados en el apartado 3.6.1 de este Trabajo Fin de Grado. El soldador debe regular los parámetros de alimentación de alambre, la corriente de soldadura, el caudal del gas protector y la velocidad de desplazamiento si está en una instalación automática.[40]

3.8.2 Etapa de ejecución

En esta etapa procedemos a la realización del cordón de soldadura empleando los siguientes materiales:

- **Generador:**

Los generadores de corriente continua con polaridad inversa son los que mejores prestaciones aportan a la soldadura MIG/MAG.

- **Alimentación del alambre:**

Este sistema hace circular el hilo electrodo desde una bobina hasta la pistola de soldadura.[40]

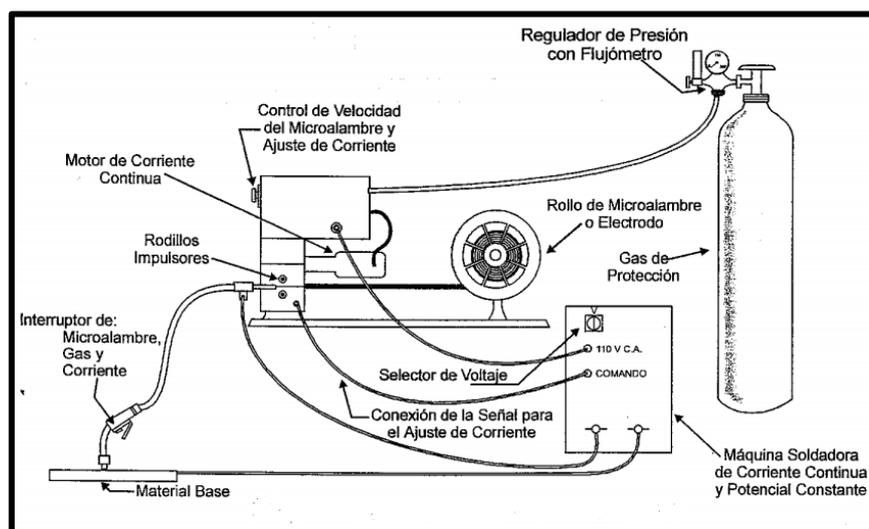


Ilustración n°44: Diagrama esquemático MIG/MAG

Fuente: [58]

- **Gas de protección:** Emplearemos argón puro para soldar aleaciones de aluminio, magnesio, níquel, monel, Inconel, titanio, bronce al silicio y bronce al aluminio. Para soldar aleaciones de aluminio-magnesio y para soldar cobre, emplearemos un 75% de helio y un 25% de argón. Para acero inoxidable usaremos argón con un 1% en oxígeno el cual ayuda a eliminar las mordeduras en la soldadura. Para aceros al carbono usaremos CO₂ ya que nos aporta gran calidad en la soldadura y pocas proyecciones.
- **Torcha:** Su misión es llevar el hilo electrodo consumible, el gas protector, la corriente y si fuera necesario la refrigeración por agua, para en conjunto poder realizar el proceso de soldadura. La refrigeración forzada de agua a través de la pistola solo es necesaria para intensidades superiores a los 200 amperios.[40]

3.8.3 Etapa posterior

En esta etapa ya tenemos el cordón de soldadura realizado y procedemos a su limpieza, en este caso al no haberse formado escoria sobre el cordón no es necesario el uso de la picareta, por lo que sólo vamos a proceder a limpiar el cordón con un cepillo metálico.



Ilustración n°45: limpieza de cordón

Fuente: [59]

3.9 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CORTE CON OXIACETILENO

El corte con oxiacetileno u oxicorte es una técnica de corte por oxidación mediante una llama. Esta llama se forma por la combustión entre un gas combustible y uno comburente, en este caso serán Oxígeno y Acetileno.[40]

El reglaje de la llama es fácil de interpretar ya que simplemente con los colores de la llama las podemos identificar. Sólo hay que ir regulando las cantidades de oxígeno y acetileno para obtener una u otra llama. La llama carburante se genera cuando hay exceso de acetileno, la llama neutral se obtiene con una mezcla a volúmenes iguales de oxígeno y acetileno, y la llama oxidante se genera por un exceso de oxígeno.[58]

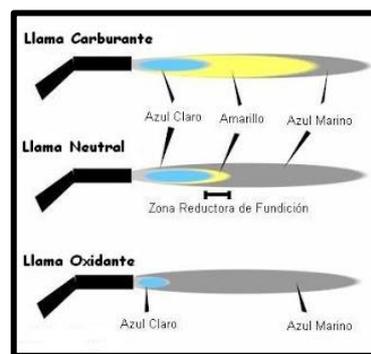


Ilustración nº46: Tipos de llama

Fuente: [60]

Los materiales que vamos a necesitar para realizar el corte con oxiacetileno van a ser:

- **Botellas de oxígeno y acetileno:** ambas botellas presurizadas y fabricadas en acero por extrusión.[40]
- **Manorreductores o reguladores de presión:** tienen la función de reducir la presión del gas a la requerida para el trabajo a realizar y mantener el caudal requerido.[40]
- **Mangueras:** estas mangueras van diferenciadas en colores, normalmente color azul para el oxígeno y rojo para el acetileno. También se distinguen en la rosca de los acoplamientos con los manorreductores siendo de rosca izquierda el de acetileno y rosca derecha el de oxígeno.[40]

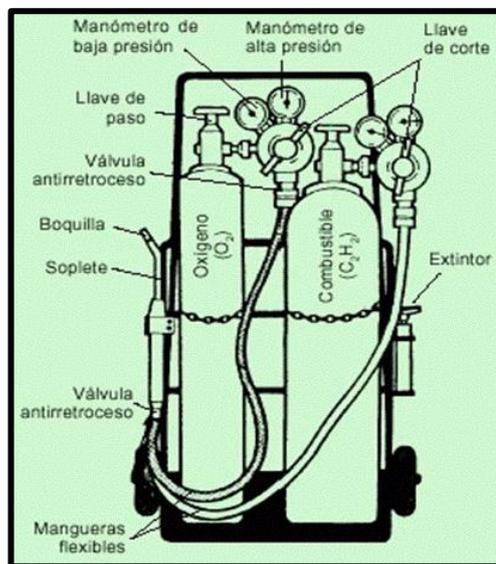


Ilustración nº47: Equipo de corte con oxiacetileno

Fuente: [61]

- **Soplete:** Tiene la misión de realizar la mezcla entre el oxígeno y el acetileno en las proporciones reguladas por las válvulas del propio soplete.[40]

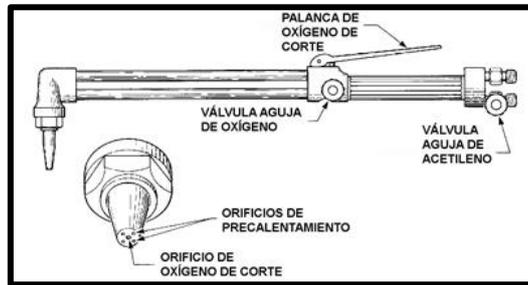


Ilustración n°48: Soplete

Fuente: [62]

- **Mechero:** Los mecheros con cazoleta se emplean para el encendido de la llama. Es importante usar este tipo de mecheros para encender la llama ya que cuando esta se enciende produce un fognazo que puede quemarle la mano al usuario.[40]

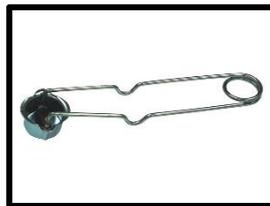


Ilustración n°49: Mechero con cazoleta

Fuente: [63]

- **Gafas y ropa de protección:** La llama del soplete emite una luz muy intensa, por ello es necesario utilizar unas gafas oscuras adecuadas al trabajo a realizar. La ropa de protección que debemos utilizar es la misma que para cualquier procedimiento de soldadura, mandil, mangas de protección, polainas y botas de seguridad.[40]



Ilustración n°50: Gafas oscuras de protección

Fuente: [64]

3.10 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CORTE POR ARCO PLASMA

El plasma es considerado el cuarto estado de la materia, después del sólido, líquido y gaseoso. El plasma se basa en una agrupación de iones positivos, átomos neutros y electrones libres. En el soplete el extremo del electrodo va oculto en el interior de una boquilla la cual permite contraer el arco para concentrar la energía y con ello aumentar la temperatura.[40]

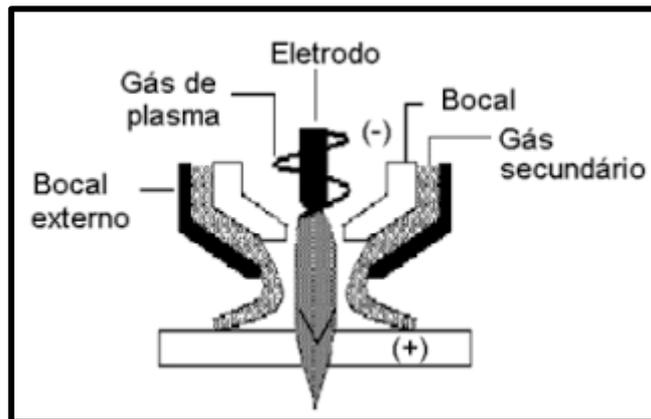


Ilustración nº51: Esquema corte con plasma

Fuente: [65]

El gas que fluye a presión a través de la boquilla de la torcha se calienta a elevadas temperaturas convirtiéndose en plasma. Este gas sale a través de la boquilla en conjunto con el arco eléctrico. La gran concentración de calor que se consigue provoca la fusión localizada de cualquiera de los metales conocidos, y la elevada velocidad del chorro de plasma expulsa fácilmente el metal fundido.[40]

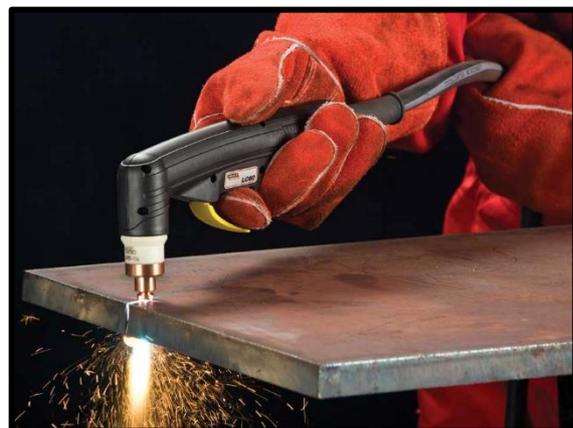


Ilustración nº52: Corte con arco plasma

Fuente: [66]

IV. METODOLOGIA

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

IV. METODOLOGÍA

El objeto de este cuarto capítulo lo hemos descrito en 3 apartados.

4.1 DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La documentación bibliográfica que se aporta en este Trabajo Fin de Grado viene en referencia a la bibliografía de soldadura ya aportada en la asignatura Tecnología Mecánica y Procesos de Fabricación del tercer curso del Grado en Tecnologías Marinas de la universidad de la laguna. Mas otra bibliografía que me ha sido suministrada por la biblioteca de la escuela náutica de Santa Cruz de Tenerife.

4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO

La metodología del trabajo de campo se ha basado en la experiencia propia alcanzada en mi periodo de prácticas, en el taller Mercaflote y en las navieras Fred Olsen Express y Petrogás, la cual ha sido de vital importancia para elaborar el capítulo de resultados de nuestro Trabajo Fin de Grado.

4.3 MARCO REFERENCIAL

El marco referencial de este Trabajo Fin de Grado viene en referencia a la empresa Mercaflote, al buque de pasaje Bencomo de la naviera Fred Olsen Express y al buque petrolero Mencey de la naviera Petrogás de los cuales he obtenido gran parte de la información necesaria para desarrollar el quinto capítulo de nuestro Trabajo Fin de Grado resultados. También viene en referencia el aporte de información por parte del Co-Director de este Trabajo Fin de Grado y por parte de Norberto Rodríguez Martín.

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

V. RESULTADOS

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

V. RESULTADOS

Este capítulo de resultados lo vamos a comenzar describiendo los equipos de soldadura y corte con arco plasma empleados en los trabajos y lo continuaremos explicando cada trabajo realizado con dichos equipos.

Novastick 201	
Alimentación	230 V
Fusible retardado	50 A
Potencia a corriente máxima	9.6 KVA
Tensión en vacío	67 V
Prestaciones al 100%	141 V
Prestaciones al 60%	182 V
Rango de soldadura	10 – 200 A
Peso	7.3 Kg
Dimensiones (L x B x H)	400 x 140 x 235 mm
Temperatura de trabajo	-10°C + 40°C



Ilustración n°53: Novastick 201

Fuente: Trabajo de campo

Tabla n°1: Características equipo Novastick 201

Fuente: Elaboración propia

Stayer 2000	
Alimentación	230 V
Fusible retardado	26 A
Potencia a corriente máxima	8 KVA
Tensión en vacío	66.5 V
Prestaciones al 100%	200 V
Prestaciones al 60%	120 V
Rango de soldadura	10 – 200 A
Peso	6 Kg
Dimensiones (L x B x H)	380x160x250mm
Temperatura de trabajo	-10°C + 40°C



Ilustración n°54: Stayer 2000

Fuente: Trabajo de campo

Tabla n°2: Características equipo Stayer

Fuente: Elaboración propia

Plasma 120 S Jackle guia	
Alimentación	400 V
Fusible retardado	32 A
Potencia a corriente máxima	30 KVA
Tensión en vacío	250 V
Prestaciones al 100%	112 V
Prestaciones al 60%	128 V
Rango de soldadura	20 – 120 A
Peso	150 Kg
Dimensiones (L x B x H)	800 x 500 x 800 mm
Calidad de corte	35 mm
Separación del corte	45 mm
Suministro aire comprimido	5.5 bar y 230L/min

Tabla n°3: Características equipo Jackle

Fuente: Elaboración propia



Ilustración n°55: Plasma 120 S

Fuente: Trabajo de campo

Novastick 401	
Alimentación	400 V
Fusible retardado	35 A
Potencia a corriente máxima	18.68 KVA
Tensión en vacío	65 V
Prestaciones al 100%	255 V
Prestaciones al 60%	325 V
Rango de soldadura	20 – 400 A
Peso	22 Kg
Dimensiones (L x B x H)	400 x 140 x 235 mm
Temperatura de trabajo	-10°C + 40°C

Tabla n°4: Características equipo Novastick 401

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración n°56: Novastick 401

Fuente: Trabajo de campo

5.1.- Trabajo de reparación de barandilla

Para comenzar a realizar la reparación, empezamos inspeccionando todo lo referente a la zona que hay que reparar. Se observa que es necesario la limpieza de los bordes de unión antes de proceder a soldar. Lo primero que se debe hacer es colocarse los EPI's necesarios que en este caso serían: guantes de trabajo y careta transparente de protección que son los EPI's a utilizar antes de soldar.

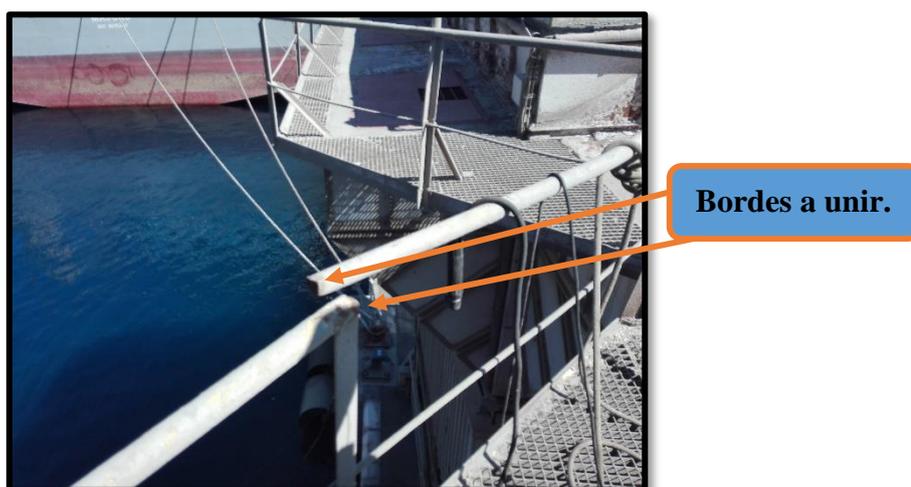


Ilustración n°57: Barandilla rota

Fuente: Trabajo de campo

Procedemos a limpiar la zona de unión de la barandilla empleando una radial con disco de láminas. Posteriormente se procedió al mecanizado de los bordes de unión empleando un disco de desbaste para achaflanar los bordes.



Ilustración n°58: Radial

Fuente: Trabajo de campo



Ilustración n°59: Disco de láminas

Fuente: [67]

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

Comenzamos a realizar la soldadura por electrodo revestido para la unión de los tramos de barandilla. En este trabajo emplearemos un electrodo de rutilo para realizar la soldadura. La comenzamos realizando dos puntos de soldadura en extremos opuestos del tubo para que quedo fijo en la posición deseada y se procede a realizar el cordón de soldadura.

Posterior a la realización del cordón se golpea suavemente dicho cordón con una picareta para eliminar la escoria formada por el revestimiento del electrodo. Se realiza un examen visual del cordón para comprobar que no hay grietas, poros o mordeduras que puedan comprometer la unión soldada.

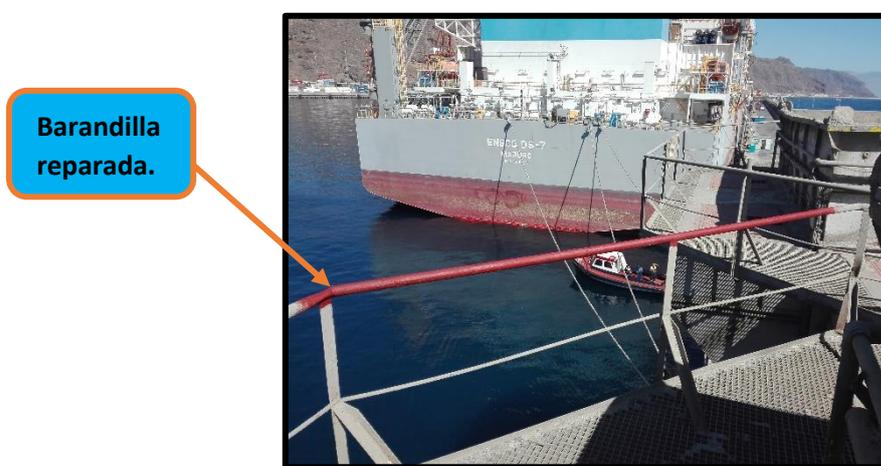


Ilustración n°60: Barandilla reparada

Fuente: Trabajo de campo

Comprobado que la unión se ha realizado correctamente y que no hay fallos se procede a pintar la zona para finalizar el trabajo.

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Reparación de barandilla.	Electrodo revestido. Radial. EPI's.	SMAW.	Permiso en altura y caliente.	Novastick 201.

Tabla n°5: Resumen trabajo n°1

Fuente: Elaboración propia

5.2.- Trabajo fabricación de cajas inoxidable

Para comenzar este trabajo se realizan medidas a las cajas de conexiones antiguas para hacerlas nuevas y de acero inoxidable ya que irán dispuestas en la cubierta de un buque pesquero.

Una vez tomadas las medidas se procede a cortar y plegar la plancha de acero inoxidable a la medida requerida.

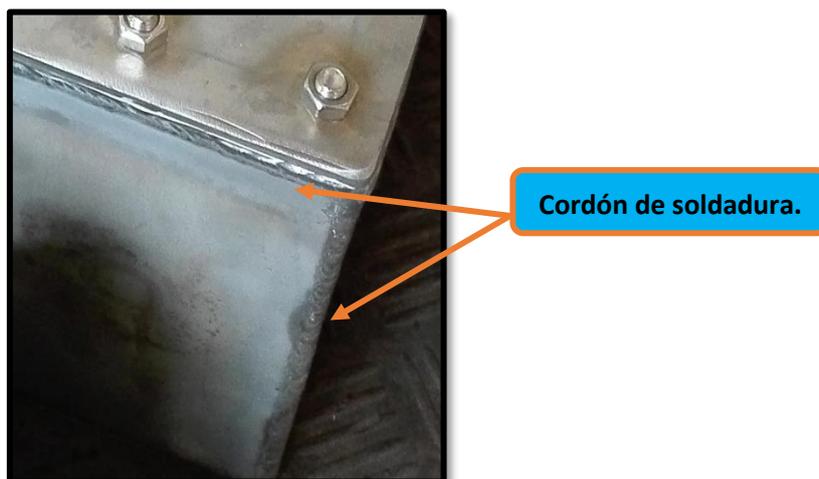


Ilustración n°61: Bordes cajas soldadas

Fuente: Trabajo de campo

Antes de proceder con la soldadura se realizan comprobaciones en las conexiones del generador y de las mangueras. Se comprueba que la presión del gas es correcta y se verifica que la varilla de aportación está limpia.

Ya realizadas las paredes exteriores de las cajas se proceden a soldar. En este caso al ser un acero inoxidable se va a emplear el proceso de soldadura TIG. Con las paredes exteriores ya soldadas se proceden a hacer unas tiras de acero inoxidable con pernos situadas a lo largo de las tiras para fijar la tapa de las cajas.

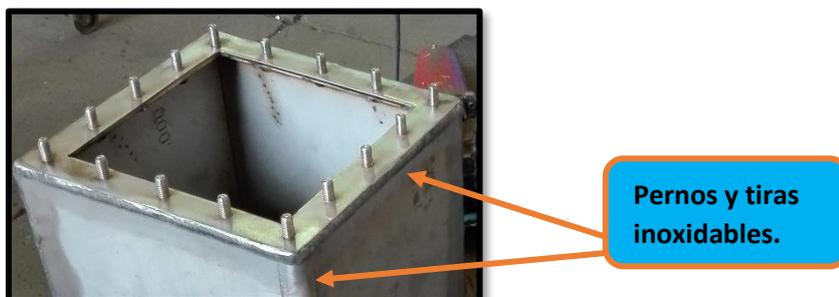


Ilustración n°62: Caja inoxidable

Fuente: Trabajo de campo

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

Se sueldan estas tiras de inoxidable a la parte alta de las cajas para terminar de darles forma. Se fabrica una junta de goma a la justa medida, la cual se coloca encima de las tiras para hacer de sello al agua. Por último, se mecanizan las tapas de las cajas y se cierran mediante tuercas.



Ilustración n°63: Cajas inoxidables completadas

Fuente: Trabajo de campo

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Fabricación de cajas inoxidables.	Plancha inoxidable. Varillas inoxidables de aportación. Pernos inoxidables. Junta de goma. EPI's.	TIG.	/	Novastick 201.

Tabla n°6: Resumen trabajo n°2

Fuente: Elaboración propia

5.3.- Trabajo de corte con arco plasma

Este trabajo de corte con arco plasma se realiza debido a la necesidad de la fabricación de una base para un pilar de una nave industrial. Comenzamos el trabajo identificando los materiales que vamos a necesitar para realizar el trabajo.

Antes de comenzar el corte a la plancha de acero nos hemos preparado con los EPI's de seguridad, que en este caso van a ser: guantes, botas de seguridad, mandil y careta oscura. Con todos los EPI's puestos ya estamos preparados para realizar el corte de la plancha con arco plasma. El proceso de corte se ha de realizar de manera lenta y con mucho cuidado ya que es un proceso muy peligroso.



Ilustración n°64: Corte con arco plasma

Fuente: Trabajo de campo

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Corte de plancha de acero con arco plasma.	Plancha de acero de gran espesor. EPI's.	Corte con arco plasma.		Plasma 120 S Jackle guria.

Tabla n°7: Resumen trabajo n°3

Fuente: Elaboración propia

5.4.- Trabajo de cesárea calentador de aceite

Este trabajo comenzó con la identificación de la zona en la que estaba situado el calentador de aceite. Estando dicho calentador en la sala de depuradoras se opta por desmontarlo del lugar para poder sacar las resistencias interiores.

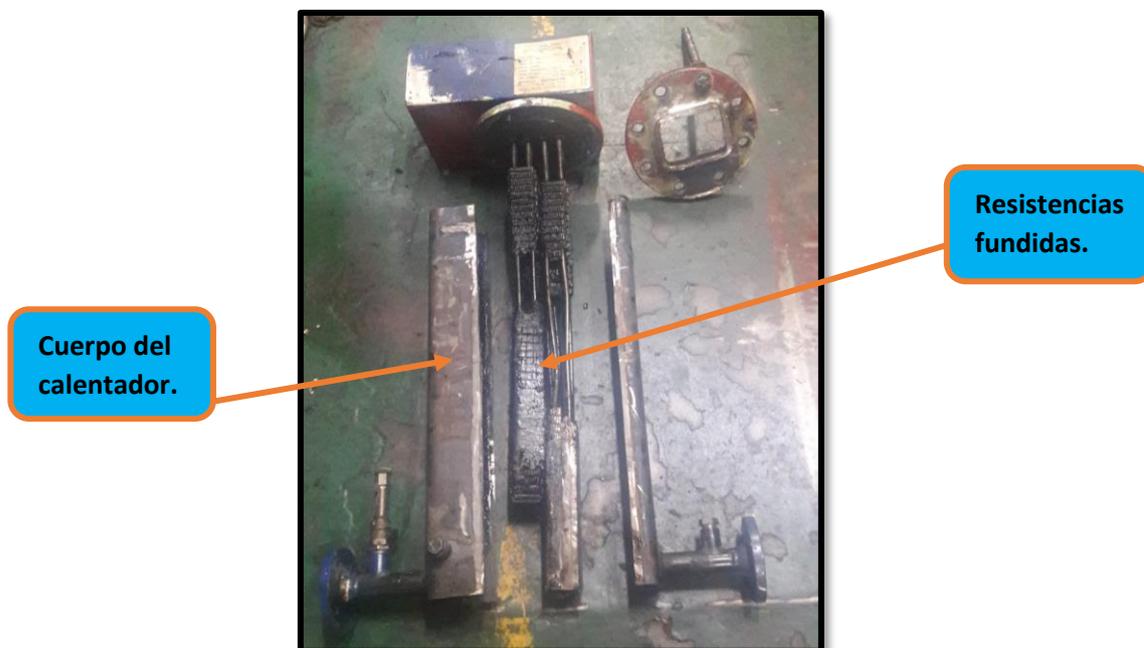


Ilustración n°65: Calentador desarmado

Fuente: Trabajo de campo

Tras varias horas de intentos de sacar las resistencias del interior del cuerpo del calentador, se procede a realizar una cesárea en el cuerpo del calentador para sacar las resistencias, no sin antes habernos colocados los EPI's de seguridad (guantes, máscara protectora transparente, botas de seguridad y ropa ignífuga).

Observando el estado de las resistencias, se procede a solicitar nuevas resistencias y a la recuperación del cuerpo del calentador.



Ilustración n°66: Resistencias de aceite

Fuente: Trabajo de campo

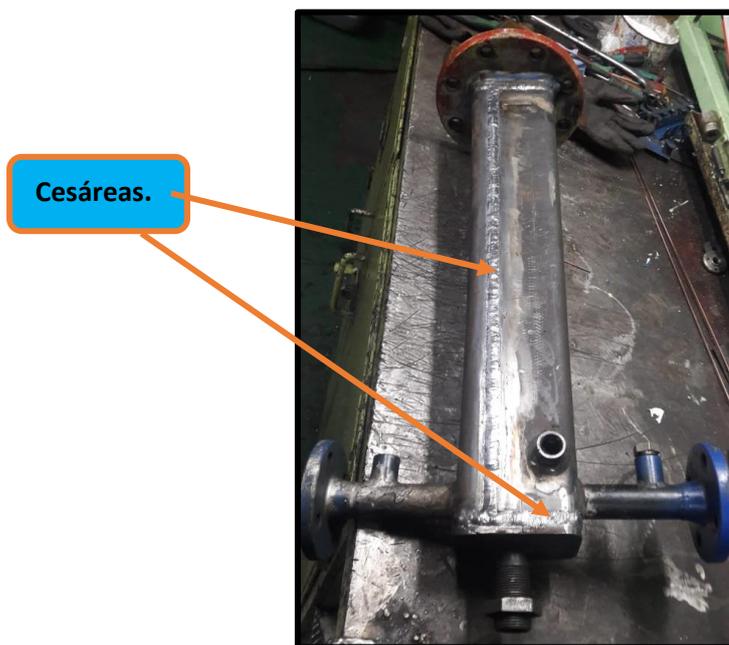


Ilustración n°67: Calentador de aceite

Fuente: Trabajo de campo

Se observa que es necesario la limpieza de la zona del corte con un posterior mecanizado de los bordes de unión.

Tras haberse realizado la limpieza del metal empleando una radial con disco de láminas se comienzan a modificar los bordes de unión, realizándoles un chaflán de aproximadamente 60° entre los bordes.

El cordón base lo realizamos mediante el proceso de soldadura TIG con aporte de material empleando varillas de hierro recubiertas con cobre. Los cordones superiores se realizaron mediante el proceso SMAW.

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Cesárea calentador de aceite.	Radial. Varillas de aportación. Electrodos. EPI's.	TIG y SMAW.		Stayer 2000.

Tabla n°8: Resumen trabajo n°4

Fuente: Elaboración propia

5.5.- Trabajo de fabricación colector sistema contraincendios.

Para la fabricación del colector del sistema contraincendios comenzamos con conocer las medidas a las que se ha de fabricar, sabiendo esto, comenzamos cortando el tubo del colector a la medida. Con el tubo principal del colector ya cortado a la medida comenzamos a realizar el desarrollo de las uniones del resto de tubos que se unen al tubo del colector, para ello realizaremos la fabricación de una plantilla o faja que no es más que un papel con la forma exacta que va a tener el tubo de unión, esto lo realizamos mediante el procedimiento de calderería mostrado en la siguiente ilustración.

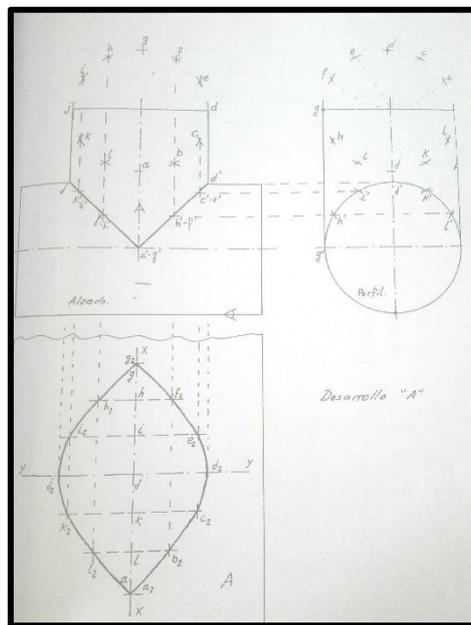


Ilustración n°68: Desarrollo calderería

Fuente: Cedido por Norberto Rodríguez Martín

Saber dónde va a ir colocado exactamente el tubo nos ayuda a marcar la zona para proceder al corte. Antes de realizar el corte nos equipamos con los EPI's necesarios para realizar un corte en metal, es decir, máscara de protección transparente, guantes, botas de seguridad y ropa ignífuga. Ya equipados con los EPI's procedemos a realizar el corte en el tubo principal del colector para unir el resto de tubos.



Ilustración n°69: Corte en colector

Fuente: Cedido por Norberto Rodríguez Martín

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

Ya realizado el corte, se le hace un pequeño talón y un chaflán al borde de unión, con una radial, entre los tubos para que el cordón de soldadura que se vaya a realizar penetre bien en el metal de ambos tubos.

Para soldar los tubos emplearemos el procedimiento de soldadura TIG con argón como gas de protección. En el proceso de soldadura se realizan aportes de material con varillas de acero inoxidable.

Finalizadas las soldaduras en los tubos de aspiración de las bombas del sistema contraincendios, se termina de colocar el resto de tubos mediante el sistema de ranurado. Se procede a pintar toda la zona del colector para finalizar el sistema contraincendios.



Ilustración n°70: Tubo unido al colector

Fuente: Cedido por Norberto Rodríguez Martín



Ilustración n°71: Colector terminado

Fuente: Cedido por Norberto Rodríguez Martín

Colector.

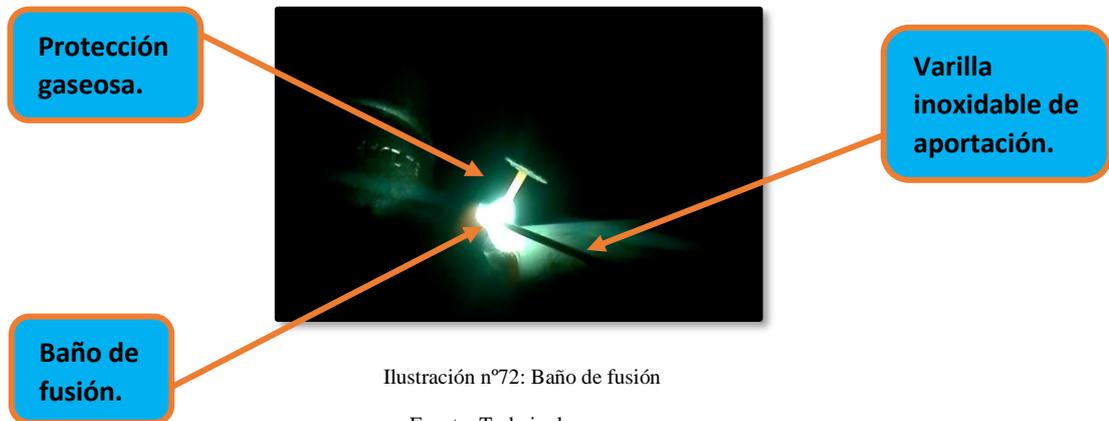
Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Colector sistema contraincendios.	EPI's. Varillas de aportación. Radial.	TIG.	Permiso de trabajo en caliente.	Novastick 401.

Tabla n°9: Resumen trabajo n°5

Fuente: Elaboración propia

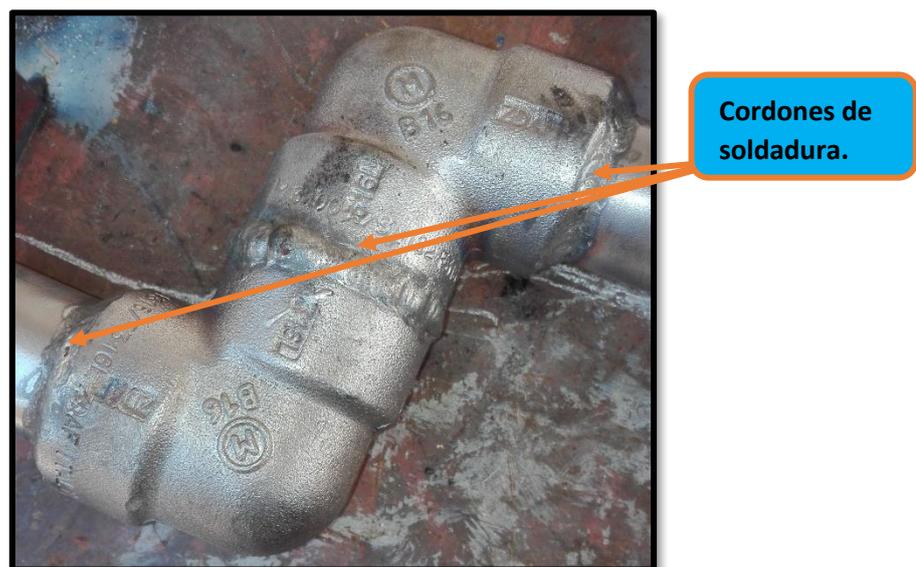
5.6.- Trabajo soldadura tubos inoxidables

En este trabajo había que colocar unos tubos de acero inoxidable en la cubierta de un buque pesquero, los cuales se emplearán para pasar por ellos cableado eléctrico.



Para la realización de los tubos se comienza planificando cuanto y donde hay que doblar los tubos y donde hay que realizar los cortes para la unión con los codos, los cuales serán soldados.

Al ser tubos de acero inoxidable se van a soldar mediante el proceso de soldadura TIG con aporte de material mediante varillas inoxidables y protección gaseosa con gas argón.



APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

Posterior a la soldadura de los codos, se procede a la colocación de los tubos en la cubierta del buque pesquero y su posterior soldadura a las cajas de conexiones.

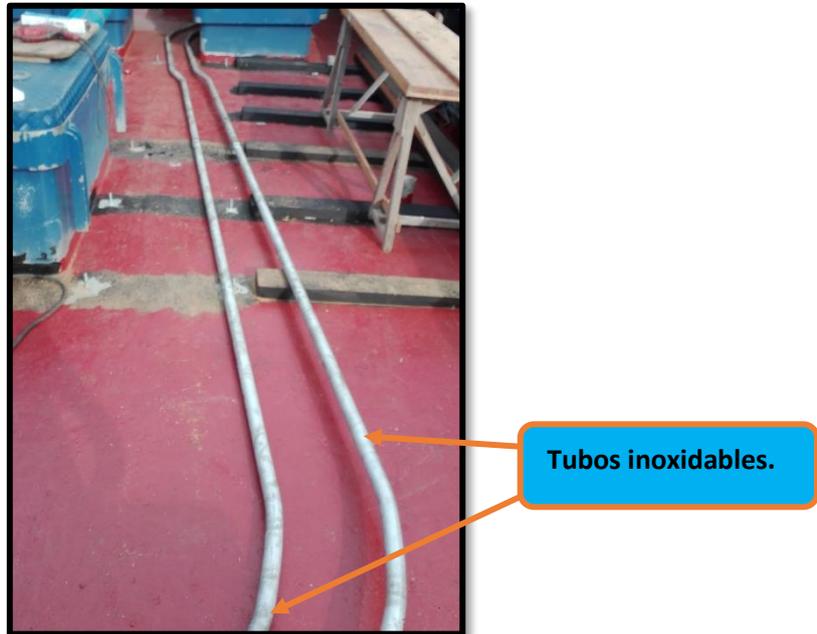


Ilustración n°74: Tubos inoxidables sobre cubierta

Fuente: Trabajo de campo

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Soldadura tubos inoxidables.	EPI's. Varillas aportación.	TIG.	Permiso de trabajo en caliente.	Novastick 201.

Tabla n°10: Resumen trabajo n°6

Fuente: Elaboración propia

5.7.- Trabajo reparación tubo de aceite

Se encuentra un poro en el cordón de soldadura del tubo de admisión de aceite de la reductora y se procede a taponar la fuga hasta que es posible parar el motor principal.



Ilustración n°75: Tubo de aceite vista anterior

Fuente: Trabajo de campo



Ilustración n°76: Tubo de aceite vista posterior

Fuente: Trabajo de campo

En cuanto fue posible se procedió a la parada del motor principal y al desmontaje de la sección del tubo de admisión de aceite de la reductora para su posterior reparación.

Con la sección ya desmontada se observa que el fallo está localizado en el cordón de soldadura antiguo. Se decide expandir el cordón existente aportando calor mediante el proceso TIG sin aporte de material, para probar si no es necesario quitar el cordón antiguo para realizar uno nuevo.

Se hace pasar aceite por la zona del cordón de soldadura para comprobar que el cordón cumple su función de unión sin ningún desperfecto.

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Reparación tubo de aceite.	EPI's.	TIG.	Permiso de trabajo en caliente.	Stayer 2000.

Tabla n°11: Resumen trabajo n°7

Fuente: Elaboración propia

5.8.- Trabajo reparación por un método auxiliar

Se detecta una continua elevación en el nivel de la sentina del buque. Esto nos indica que existe una pérdida de fluido en algún lugar. Se procede a la revisión de todos los sistemas hasta que se detecta una pequeña grieta en el cuerpo de la carcasa de la bomba de agua dulce.

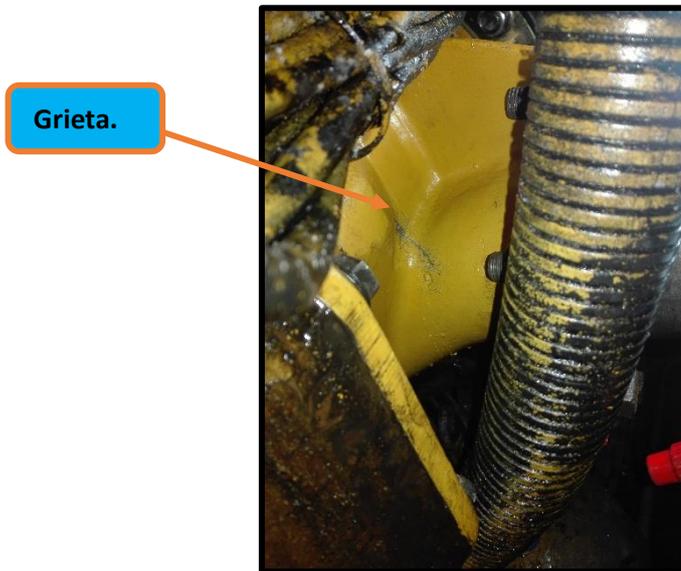


Ilustración n°77: Grieta en carcasa

Fuente: Trabajo de campo

Debido a que no había disponibilidad de una bomba de agua nueva y que la grieta estaba situada en la carcasa de fundición, se procede a taponar la pequeña grieta con la conocida “pasta verde”, que es un pegamento o masilla de dos componentes, los cuales al mezclarse entre sí al ser uno amarillo y el otro azul dan lugar al color verde del pegamento o masilla.



Ilustración n°78: Pasta verde

Fuente: Trabajo de campo

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

Para conseguir una mezcla homogénea de la pasta verde es necesario aplicar la misma proporción de ambos componentes. Es aconsejable realizar la mezcla de los componentes con estos sumergidos en agua ya que es mucho más maleable.

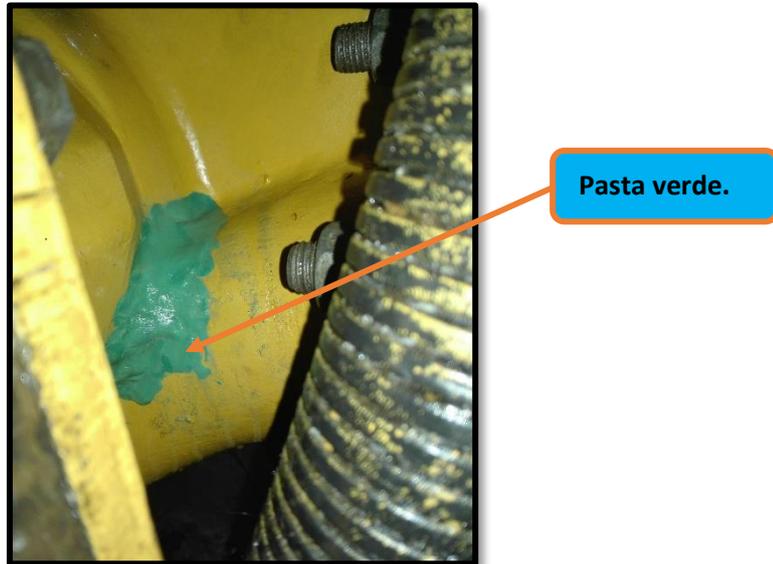


Ilustración n°79: Grieta subsanada

Fuente: Trabajo de campo

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Reparación por un método auxiliar.	Pasta verde.	Reparación por método auxiliar.	Permiso de trabajo en frío.	

Tabla n°12: Resumen trabajo n°8

Fuente: Elaboración propia

5.9.-Trabajo soldadura acople

Debido a la necesidad de adaptar la salida del aire del compresor hacia la botella de acumulación de aire para el arranque del motor principal a bordo del buque, se ha realizado este trabajo de soldadura, en el cual se van a soldar dos acoples para fabricar una reducción.

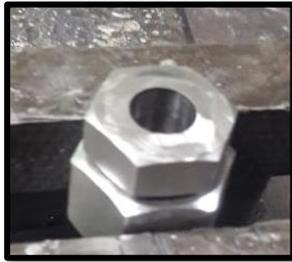


Ilustración n°80: Primer acople

Fuente: Trabajo de campo



Ilustración n°81: Acoples presentados

Fuente: Trabajo de campo



Ilustración n°82: Acoples soldados

Fuente: Trabajo de campo

Antes de soldar los acoples nos protegemos con los EPI's para no sufrir accidentes. Al ser acoples de acero inoxidable, los vamos a soldar mediante el proceso de soldadura TIG con argón como protección gaseosa. Posterior a la soldadura limpiamos el cordón de soldadura con una radial con disco de láminas. Para finalizar colocamos el acople resultante en la tubería del aire.



Ilustración n°83: Acople colocado

Fuente: Trabajo de campo

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Soldadura acople.	EPI's. Varilla aportación.	TIG.		Stayer 2000.

Tabla n°13: Resumen trabajo n°9

Fuente: Elaboración propia

5.10.- Trabajo reparación golpe entre cuadernas en VOID

Tras un pequeño impacto en el costado de estribor, debido a las malas condiciones climatológicas, se detecta en el VOID-3 un golpe entre cuadernas, se informa del incidente y se decide esperar hasta astillero para subsanar el golpe ya que no suponía un riesgo para la seguridad.

Ya en astilleros, se comienza un plan de trabajo para arreglar el golpe. Comenzamos realizando una inspección visual de la zona para comprobar la situación en la que se encuentra el golpe y así saber los materiales que van a ser necesarios y los permisos de trabajo que hay que solicitar.

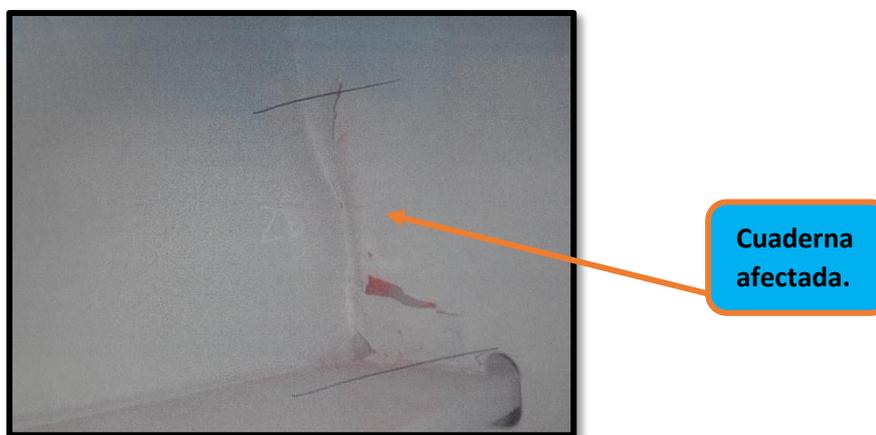


Ilustración n°84: Cuaderna afectada

Fuente: Cedido por Co-Director

Como los astilleros trabajan en kilos de metal sustituidos, se procede por parte del astillero a realizar un informe de obra de acero, en el cual se miden y pesan todos los refuerzos interiores, varengas, mamparos, etc. Afectados por el impacto. Para saber qué se ha de medir, se plasma en el plano de desarrollo del casco del buque todas las planchas del casco que requieren sustitución.

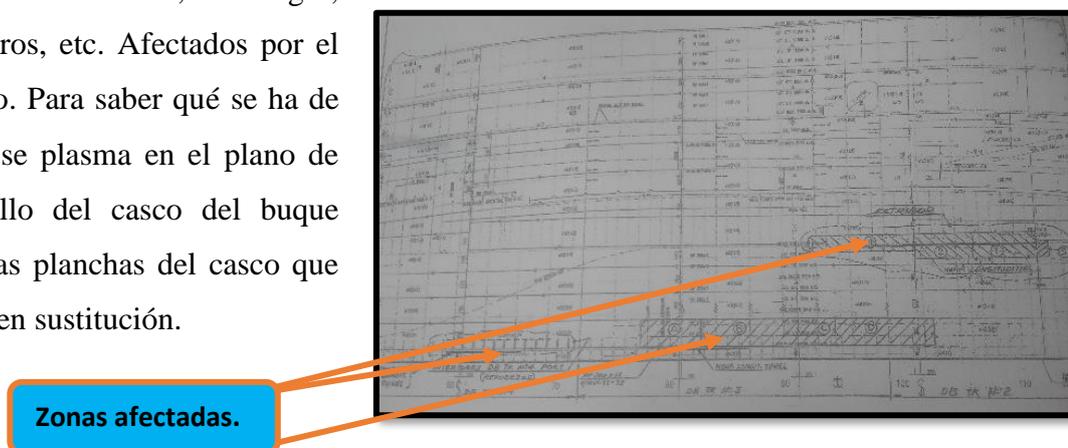


Ilustración n°85: Plano de desarrollo del casco del buque

Fuente: Cedido por Co-Director

Debido a que las Sociedades de Clasificación exigen homologaciones para el personal que va a realizar el trabajo y supervisión, se procede a adecuar la estancia del VOID-3 para que el personal de abordaje repare el golpe.

Al ser un espacio pequeño sin ventilación es necesario solicitar los permisos de trabajo en espacios cerrados y de trabajo en caliente ya que se tendrá que cortar y soldar.

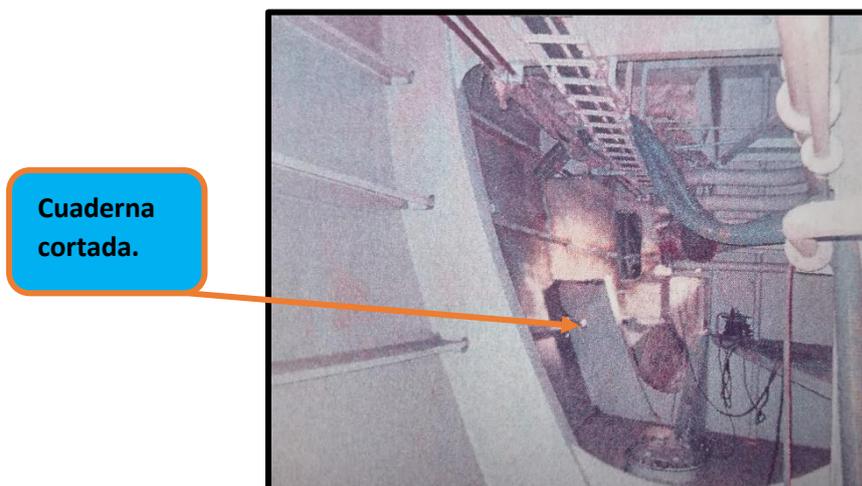


Ilustración n°86: VOID-3 con cuaderna cortada

Fuente: Cedido por Co-Director

Con todos los EPI's suministrados al personal, se procede a colocar ventilación forzada empleando un extractor portátil. Antes de realizar el corte se han de realizar precauciones en la zona donde se va a trabajar, se han de desmontar aislamientos térmicos, hay que proteger el cableado de la zona.

Posterior al corte de la cuaderna afectada, se procede a la limpieza de la zona empleando una radial con disco de láminas. Las Sociedades de Clasificación suelen exigir pruebas en la soldadura para certificar el trabajo, para este trabajo se hicieron ensayos de partículas magnéticas.

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Reparación golpe entre cuadernas en VOID.	EPI's. Electrodos revestidos. Radial.	SMAW.	En caliente y espacios confinados.	Novastick 401.

Tabla n°14: Resumen trabajo n°10

Fuente: Elaboración propia

5.11.- Cesárea en timón

En astillero, se procede a desmontar el timón para su saneado. Para poder sacar el timón de su sitio es necesario hacer una cesárea al costado del timón para tener acceso a la tuerca de sujeción.



Ilustración n°87: Timón con cesárea

Fuente: Cedido por Co-Director

Una vez el timón está fuera de su posición se comienza la limpieza y el desmontaje de los ánodos de sacrificio que van situados en los costados del timón.



Ilustración n°88: Timón saneado

Fuente: Cedido por Co-Director

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

Con todo el timón saneado se procede al montaje del mismo y al montaje de nuevos ánodos de sacrificio. Al ser de acero todo el cuerpo del timón, para soldar la tapa que cubre la tuerca de sujeción del timón se ha empleado el proceso de soldadura TIG con argón como protección gaseosa. Para realizar la soldadura antes debemos colocarnos los EPI's necesarios para soldar.



Ilustración n°89: Timón en su posición

Fuente: Cedido por Co-Director

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Cesárea en timón.	EPI's. Varillas de aportación. Radial.	TIG.	Permiso de trabajo en caliente.	Novastick 401.

Tabla n°15: Resumen trabajo n°11

Fuente: Elaboración propia

5.12.- Trabajo de reparación en Fender

Debido a un pequeño golpe con el muelle de Santa Cruz de Tenerife, el Fender, que es la protección de aluminio de los propulsores Waterjets, se ha agrietado por uno de sus costados.



Ilustración n°90: Preparando el fender.

Fuente: Trabajo de campo

La reparación es realizada por el personal del mantenimiento nocturno del buque ayudados por un equipo de soldadores profesionales. Para poder soldar la grieta, primero se ha de preparar la zona cortando parte del fender ya que se dobló por el golpe para soldarlo en su posición inicial.

Al ser completamente de aluminio, se emplea el método TIG con argón como protección gaseosa para realizar las soldaduras, con todos los EPI's necesarios para soldar.

Una vez realizados los cortes necesarios en el fender, se prepara para los soldadores una plataforma de aluminio con tabloncillos de madera la cual queda apoyada en la parte sana del fender y suspendido por encima del agua.



Ilustración n°91: Soldadura fender

Fuente: Trabajo de campo

APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE MERCANTE.

Por seguridad siempre hay una persona vigilando al soldador ya que se encuentra soldando en una posición no muy segura y podría tropezarse y caer al agua.

Una vez terminado el trabajo de soldadura se realiza un ensayo no destructivo sobre el cordón de soldadura, se realiza el ensayo de líquidos penetrantes para comprobar que todo el cordón está conforme.



Ilustración n°92: Soldando el fender

Fuente: Trabajo de campo

Trabajo	Materiales	Proceso	Permiso de trabajo	Equipo
Reparación fender.	EPI's. Varillas de aportación. Radial.	TIG.	Permiso de trabajo en caliente.	Novastick 201.

Tabla n°16: Resumen trabajo n°12

Fuente: Elaboración propia.

5.13 Tabla comparativa de los distintos trabajos de soldadura

En este apartado vamos a comparar los distintos trabajos de soldadura.

Trabajo n°	EPI's	Permiso de trabajo	Materiales	Proceso	Equipo de soldadura
1	Si	Alta y caliente	Electrodos Radial	SMAW	Novastick 201
2	Si		Varillas aportación Junta goma Plancha inox Pernos inox	TIG	Novastick 201
3	Si		Plancha acero de gran espesor	Arco plasma	Plasma 120 S Jackle guria
4	Si		Varillas aportación Radial Electrodos	SMAW/TIG	Stayer 2000
5	Si	Caliente	Varillas aportación Radial	TIG	Novastick 401
6	Si	Caliente	Varillas aportación	TIG	Novastick 201
7	Si	Caliente		TIG	Stayer 2000
8	No	Frío	Pasta verde	Reparación por método auxiliar	
9	Si		Varillas aportación	TIG	Stayer 2000
10	Si	Caliente, espacios confinados.	Electrodos Radial	SMAW	Novastick 401
11	Si	Caliente	Varillas aportación Radial	TIG	Novastick 401
12	Si	Caliente	Varillas aportación Radial	TIG	Novastick 201

Tabla n°17: Tabla comparativa

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en los trabajos realizados en mis prácticas profesionales hay un alto porcentaje de trabajos realizados mediante el procedimiento TIG y uno muy bajo del procedimiento SMAW. Esto es debido a que el procedimiento TIG está sustituyendo al SMAW porque la mayoría de los materiales trabajados son de acero inoxidable en los buques y en las instalaciones en tierra donde tuve la suerte de colaborar.

5.14.- Equipo autónomo de oxicorte

Debido a la necesidad de añadir una válvula de mariposa a una línea de agua, por motivos de seguridad, se procede a cortar el paso del agua por dicha línea para poder hacer un corte en la tubería para posteriormente acoplar la válvula de mariposa.

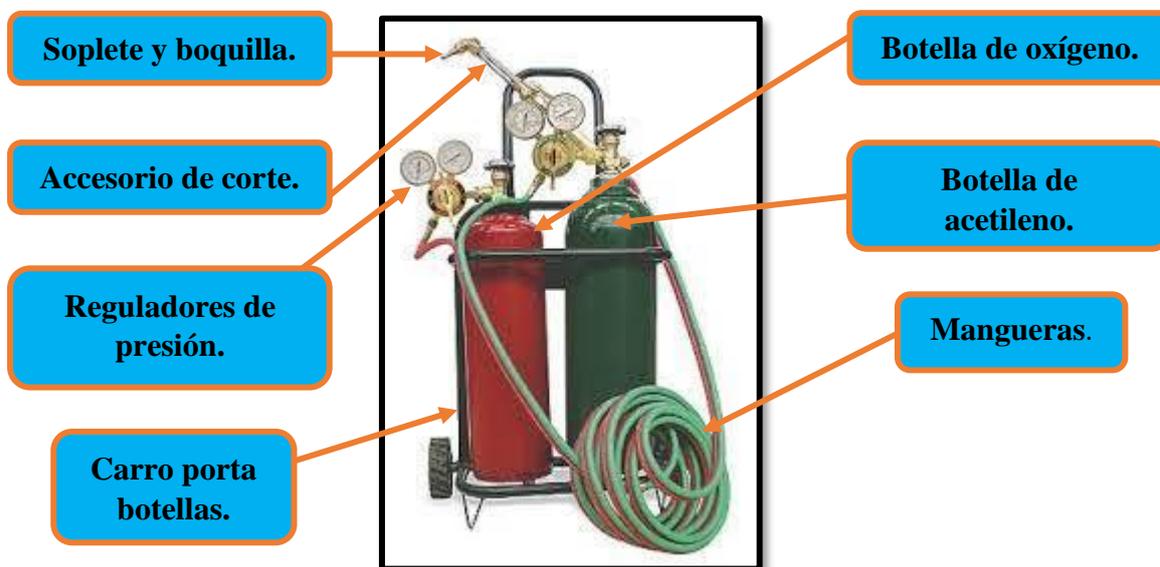


Ilustración nº93: Equipo autónomo de oxicorte

Fuente: [68]

Para poder realizar dicho corte en la tubería sin tener que desmontarla del sitio, emplearemos el equipo autónomo de oxicorte, ya que este equipo es portátil y lo podemos desplazar hasta la zona necesaria casi sin esfuerzo. Este equipo consta de un carro portabotellas, sus correspondientes botellas de oxígeno y acetileno, reguladores para controlar la presión de salida, válvulas antirretorno, una para cada gas, mangueras que conectan las botellas con el soplete y por último el soplete con su boquilla correspondiente, dependiendo del caudal de gas que se requiera. En la parte superior del soplete se encuentra el accesorio de corte o la lanza de soldadura.

Antes de realizar el corte de la tubería deberíamos colocarnos los EPI's para realizar el trabajo con seguridad. En este caso constarían de: gafas de protección, guantes, mandil, mangas de protección, polainas y botas de seguridad. Una vez colocados los EPI's procedemos a realizar el corte en la tubería. Se enciende llama mediante el uso de un mechero con cazoleta y se procede a realizar el corte en la tubería. Con el corte ya realizado se procede a la colocación de la válvula para su posterior soldado.

5.15.- Introducción a los ensayos destructivos (ED) y a los ensayos no destructivos (END)

Los ensayos o pruebas tienen una gran importancia ya que nos proporcionan información sobre ciertas propiedades de los materiales, lo que nos ayuda, a la hora de realizar un trabajo, a escoger bien el tipo de material que se va a emplear dependiendo del tipo de trabajo a realizar. El ensayo que se realiza a cada material dependerá de la propiedad que se quiera estudiar. Vamos a clasificar los ensayos en 4 tipos:



Ilustración n°94: Píldora Ensayos

Fuente: [69]

- **Ensayos de tipo mecánico:** En este tipo de ensayo se va a aplicar una fuerza externa sobre el material, la cual causará posiblemente una deformación en el material. Deformación que nos proporcionará información sobre el comportamiento de dicho material sobre ciertas fuerzas externas. Estos ensayos los subdividimos en dos grupos: - Ensayos destructivos: los cuales los dividimos en ensayos dinámicos y estáticos. - Ensayos no destructivos: Como pueden ser líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonidos y radiografía.
- **Ensayos de tipo metalográficos:** Estos ensayos metalográficos nos dan información sobre las características internas del material. Esta información nos ayudará de acara a los procesos de fabricación de alguna pieza.
- **Ensayos de aplicación a la conformación:** En este tipo de ensayos, se someten a los materiales a procesos de conformado como puede ser: doblado, corte, embutido, laminado, forjado, extrusión.
- **Ensayos de defectos:** En estos ensayos de defectos, se adquiere información sobre el estado superficial o interno de los materiales.



Ilustración n°95: Líquidos penetrantes

Fuente: Cedido por Norberto Rodríguez Martín

5.16.- Método alternativo de soldadura de fundición (Metalock)

Este método de soldadura se podría considerar como unión en frío ya que no hay aporte de calor. Este método solo es empleado en maquinaria de fundición.

Este procedimiento se basa en realizar una serie de taladrados equidistantes entre sí a lo largo de la grieta aplicados mediante el empleo de una guía. A estos agujeros se les mecaniza una rosca adecuada para los pernos especiales metalace. Una vez todos tienen su rosca se procede a introducir un perno en cada orificio. Con todos los pernos presentados, se continúa realizando taladrados a lo largo de la grieta, taladrados que serán roscados y rellenos con los pernos metalace.[70]



Ilustración n°96: Soldadura metallock

Fuente: [70]

Con toda la grieta cubierta por los pernos metalace, se procede a realizar taladrados de manera perpendicular a la grieta separados entre sí equidistantes. Una vez están todos los agujeros rellenos con sus pernos metalace, se procede a rebajar el borde que sobresale de la cabeza del perno para dejar a nivel la grieta con el resto de la pieza.

Por último, se repasa la zona de la grieta de la pieza de fundición con una radial con un disco de desbaste para difuminar la grieta. [70],[67]

5.17.- Excepción a permisos de trabajo

En lo referente a los permisos de trabajo a bordo de un buque, el único lugar del buque en el que se puede realizar un trabajo sin la necesidad de tener un permiso de trabajo es el taller, ya que es una zona diseñada para todo tipo de trabajo. Si fuésemos a realizar cualquier trabajo fuera del taller es necesario solicitar un permiso de trabajo adecuado al trabajo a llevar a cabo dependiendo este permiso del tipo de trabajo a realizar.

Si por ejemplo fuésemos a soldar fuera de la sala de máquinas como vemos en la siguiente ilustración, habría dos variables que afectarían a nuestro trabajo, la primera la necesidad de solicitar un permiso de trabajo para soldar, y la segunda la necesidad de desactivar temporalmente los rociadores de la zona en la que se va a trabajar.

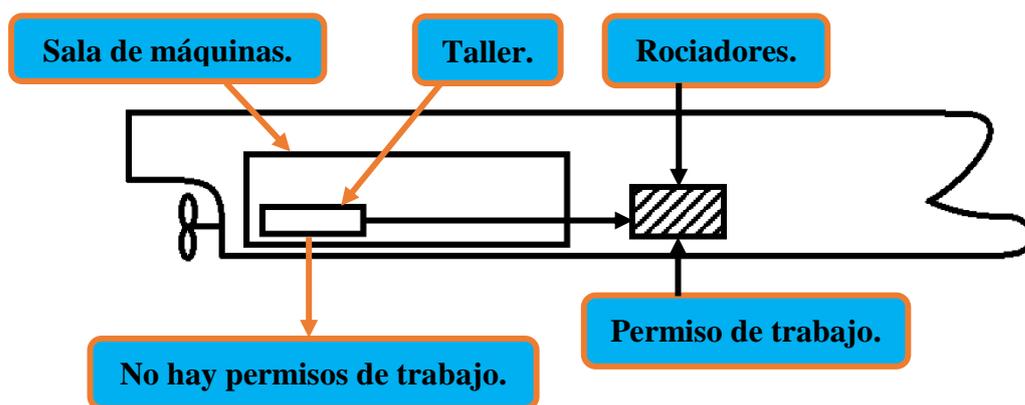


Ilustración n°97: Ejemplo permiso

Fuente: Elaboración propia

Los permisos de trabajo en un buque son muy importantes llevarlos al día con cada trabajo ya que son mandatos que exigen las Sociedades de Clasificación, la Administración de Bandera y la OMI.

Todo lo referente con los permisos de trabajo es válido cuando el buque esta a flote y/o en astilleros, es decir, en industrias en tierra no son necesarios los permisos de trabajo.

5.18.- Estructura de un protocolo y de un informe de reparación de un trabajo de soldadura y/o corte a bordo de un buque

Vamos a exponer en este apartado una posible estructura sobre un informe y un protocolo de reparación.

Comenzaremos con el protocolo de reparación, el protocolo nace por petición del armador para realizar alguna reparación o modificación. En el protocolo se detallan las características del trabajo a realizar, así como las especificaciones técnicas si fueran necesarias de la maquinaria a reparar o sustituir. El protocolo se destina a un taller o astillero. Suponiendo por ejemplo que el protocolo es sobre un E.N.D. en la hélice de un buque. El informe que realiza el taller encargado del trabajo comienza con el nombre del buque, con las firmas del coordinador de reparación, del responsable de calidad y del jefe del buque. Un número de registro de obra. Seguido de información sobre dicho ensayo por ejemplo el tipo de líquido penetrante empleado.

A continuación, se especifican las instrucciones de uso del líquido empleado, comenzando con una inspección visual, seguido de la limpieza de la pieza y de su posterior secado. Se aplica el líquido penetrante a unos 250 – 300 mm. Se espera una media hora a que penetre bien el líquido en la pieza. Se limpia la zona en la que se ha aplicado el líquido penetrante, para posteriormente aplicar el revelador dejándole unos 5 minutos aproximadamente de aplicación y observar posterior a la aplicación del revelador si existen fallos o posibles discontinuidades. Finalmente se procede a la limpieza de la zona.

El informe continúa con una sección de ilustraciones en la que se muestra la aplicación del líquido penetrante y el revelador.



Ilustración n°98: Líquido penetrante

Fuente: Cedida por Co-Director



Ilustración n°99: Revelador

Fuente: Cedida por Co-Director

Por último, se declara si existe alguna no conformidad o daños ajenos a la instalación. En el informe si fuera necesario también se especificaría la cantidad de material empleado en el trabajo, así como los residuos generados.

Si por ejemplo la reparación fuese en un astillero y hubiese que cambiar planchas del casco del buque o estructuras internas, el astillero debería realizar su informe especificando cada pieza que es necesario cambiar, su localización, sus dimensiones y sobre todo su peso ya que los astilleros cobran por peso de metal sustituido.

Para finalizar el informe se especifican los trabajos realizados posterior al ensayo, en este ejemplo se esmerilaron los bordes de las cuatro palas. Finalizando el informe con la firma del jefe del taller.



Ilustración nº100: Canto de pala

Fuente: Cedida por Co-Director

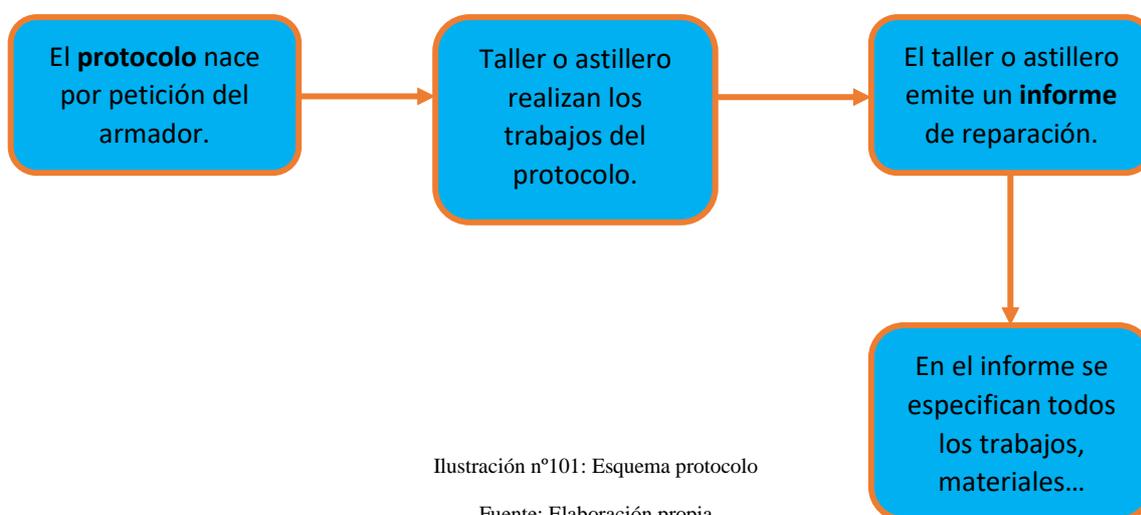


Ilustración nº101: Esquema protocolo

Fuente: Elaboración propia

5.19 Ejemplo de protocolo para hélice transversal

En una varada el armador decide inspeccionar la hélice transversal del buque, para ello el armador exige un ensayo no destructivo por líquidos penetrantes. Se comienza con una inspección visual de la hélice continuado con la limpieza de la misma. Se deja al aire unos 3 minutos para que seque y se aplica el líquido penetrante a los cuellos de las palas a una distancia de unos 250 – 300 mm, dejándolo aplicarse durante una media hora aproximadamente. Se limpia el exceso de líquido penetrante y se procede a aplicar el revelador. Después de 5 minutos se procede a inspeccionar la zona visualmente para reconocer algún posible desperfecto.

Una vez realizado el ensayo por líquidos penetrantes en los cuellos de las palas, el armador decide que hay que realizar recargue de material sobre los cantos de las palas que están melladas.



Ilustración n°103: Canto mellado
Fuente: Cedida por Co-Director

Defectos.

Esta decisión la toma el armador para garantizar la efectividad de su producto. Una vez realizado el recargue, se esmerilan los cantos para dejar la pala en los valores originales de tolerancia.

Posteriormente se procede a realizar de nuevo el ensayo de líquidos penetrantes para confirmar que el recargue se ha realizado bien. Como paso final se realiza un bruñido.



Ilustración n°102: Hélice con líquido
Fuente: Cedida por Co-Director



Ilustración n°104: Hélice transversal
Fuente: Cedida por Co-Director

5.20.- Ejemplo planificación de un trabajo a bordo.

Para hacer una planificación de un trabajo debemos comenzar describiendo el trabajo que se pretende realizar de la manera más clara posible. Para ello es necesario conocer la zona de trabajo ya que pueden existir muchos inconvenientes para realizar el trabajo y hay que tenerlos en cuenta, como pueden ser cableado, desmontaje de aislamientos, necesidad de un andamio, etc.

A la hora de realizar la planificación, hay que informarse sobre la normativa vigente o reglas de clase que existen referentes al elemento dañado. Esto es debido a que las Sociedades de Clasificación exigen ciertos criterios de acción y acabado en los trabajos, así como homologaciones que han de poseer el personal que realiza el trabajo. Para la realización del trabajo nos apoyaremos en manuales, planos, croquis, etc. Hay que conocer las peculiaridades del trabajo que se va a realizar para saber si es necesario un medio no habitual para la realización del trabajo como pueden ser grúas, ventilación forzada, seguridad, etc. Dependiendo del tipo de trabajo que se vaya a realizar, hay que solicitar un permiso de trabajo adecuado a las especificaciones del trabajo. Pueden ser por ejemplo permisos de trabajo en caliente, en frío, permiso en altura, permiso para entrar en espacios confinados, permisos para trabajos submarinos, etc.

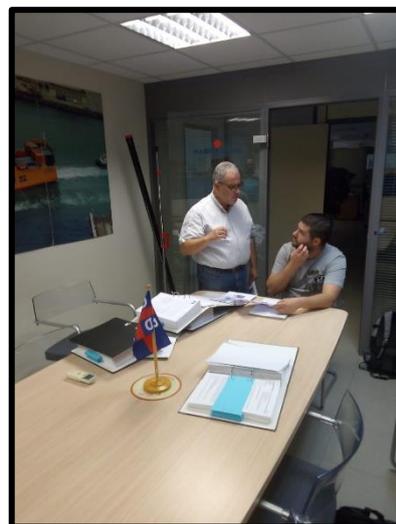
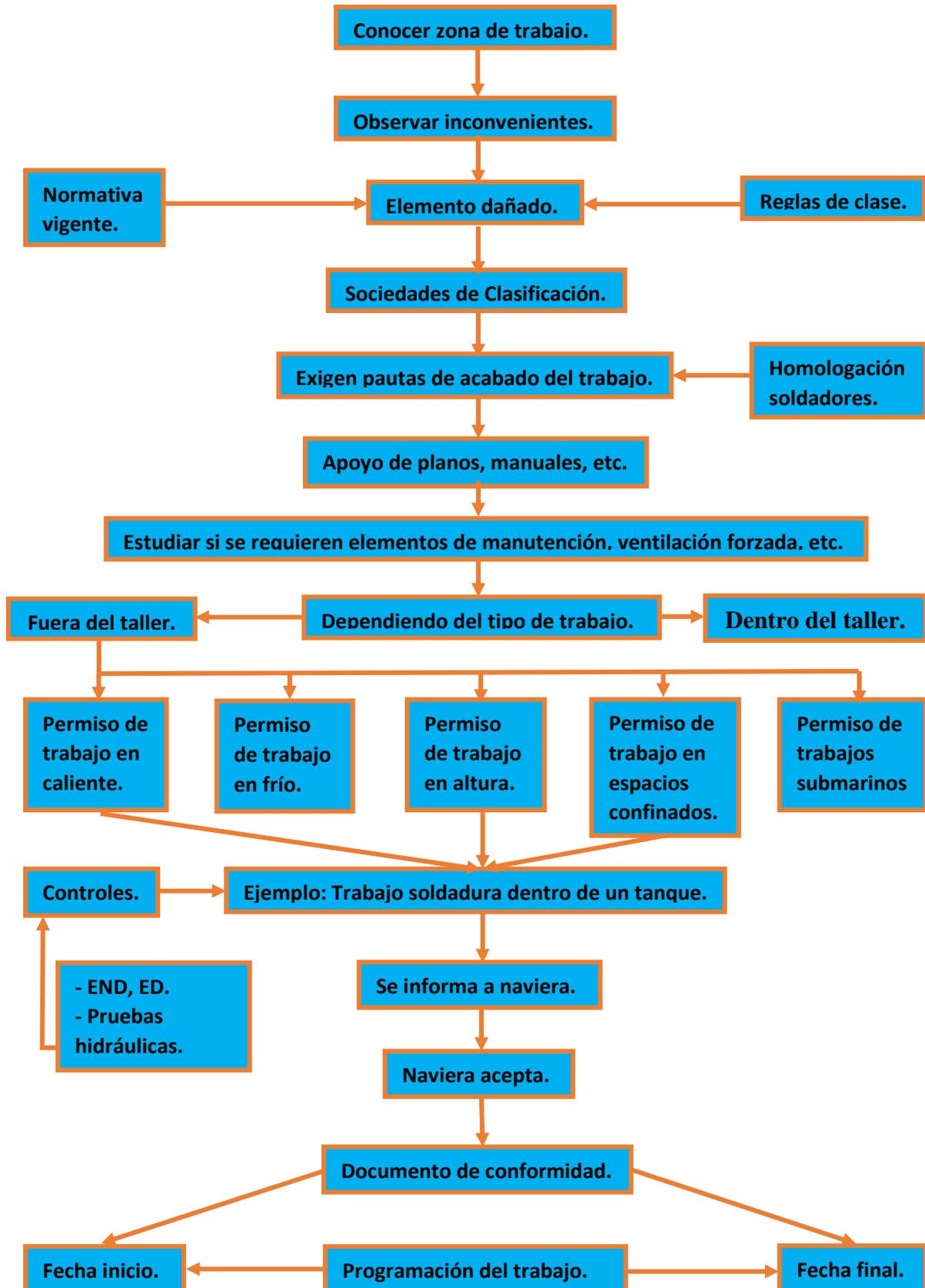


Ilustración n°105: Reunión con el Co-Director

Fuente: Cedida por Director

Una vez realizado el trabajo, se han de realizar ciertos controles de obra para comprobar que el trabajo está correcto, como pueden ser pruebas hidráulicas en un sistema de tuberías, o realizar ensayos no destructivos sobre cordones de soldadura. Con todo el trabajo ya planificado, se procede a informar a la naviera sobre el problema explicando con nuestra planificación de trabajo todo lo referente a dicho problema para aclarar todo lo necesario para el trabajo. Cuando la empresa acepta el trabajo, se realiza un documento de conformidad para realizar una programación de trabajo en la que se concretarán las fechas de inicio y fin de los trabajos a realizar. Para finalizar este capítulo de resultados voy a desarrollar como trabajo de elaboración propia un proceso de “planificación” de un trabajo a bordo, de reparación naval. Este proceso consta de etapas relacionadas entre sí, y que ayude al lector a entender las variables existentes en la planificación de un trabajo a bordo.

Proceso de planificación de un trabajo a bordo, de reparación naval.



*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

VI. CONCLUSIONES

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

VI. CONCLUSIONES

En este último capítulo de este trabajo fin de grado vamos a describir las conclusiones que hemos obtenido tras la realización del mismo y plasmado en este trabajo fin de grado.

- Hemos conseguido identificar los elementos y equipos de los distintos procesos de soldadura comentados en el capítulo de resultados.
- Hemos logrado comprender las distintas problemáticas de los procesos de soldadura en trabajos a bordo y en tierra.
- Hemos podido establecer las distintas etapas de los procesos de soldadura en los procesos SMAW, TIG, MIG/MAG y corte oxiacetilénico.
- Hemos empleado la información obtenida en mi experiencia de las prácticas para establecer las pautas en los distintos procesos de soldadura.
- Hemos podido aprender con este trabajo. Las tecnologías de las diferentes técnicas/métodos de soldadura empleadas a los trabajos propuestos en este Trabajo Fin de Grado.
- Hemos desarrollado como ayuda al lector de este Trabajo Fin de Grado un proceso de “planificación” de un trabajo a bordo, de reparación naval. Indicando las etapas del proceso de una manera ordenada y/o secuencial. Para de este modo tener una mayor claridad en lo referente a una planificación de un trabajo a bordo de un buque mercante.

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

VII. BIBLIOGRAFÍA

*APLICACIÓN DE PROCESOS DE SOLDADURA TANTO EN TALLER COMO A BORDO DE UN BUQUE
MERCANTE.*

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1]→<http://www.mercaflote.com/index.php/empresa/>
- [2]→<http://www.mercaflote.com/index.php/servicios/>
- [3]→<https://www.fredolsen.es/es/acerca-de-fred-olsen>
- [4]→<https://www.fredolsen.es/es/experiencia-fredolsen/rutas>
- [5]→https://www.elconfidencial.com/espana/comunidad-valenciana/2018-09-10/balearia-fred-olse-canarias-peninsula-armas-trasmediterranea_1613727/
- [6]→<https://www.fredolsen.es/en/fred-olsen-experience/fleet/napoles>
- [7]→<https://www.fredolsen.es/es/experiencia-fredolsen/servicios>
- [8]→<https://www.fredolsen.es/es/restaurante-mirador-de-abrante>
- [9]→<https://www.vesselfinder.com/es/vessels/BONANZA-EXPRESS-IMO-9200225-MMSI-224768000>
- [10]→https://www.directferries.es/fred_olsen_express_bonanza_express.htm
- [11]→<https://www.puentedemandando.com/un-billete-gratis-para-compensar-las-molestias-en-lanzarote/>
- [12]→<https://www.vesselfinder.com/es/vessels/BETANCURIA-EXPRESS-IMO-9557848-MMSI-225344000>
- [13]→<https://www.vesselfinder.com/es/vessels/BOCAYNA-EXPRESS-IMO-9285378-MMSI-224197000>
- [14]→https://www.directferries.es/fred_olsen_express_bocayna_express.htm
- [15]→<https://www.vesselfinder.com/es/vessels/BENTAGO-EXPRESS-IMO-9213337-MMSI-224689000>
- [16]→https://www.directferries.es/fred_olsen_express_bentago_express.htm
- [17]→<https://www.puentedemandando.com/varada-del-catamaran-bencomo-express-en-astican/>
- [18]→<https://www.vesselfinder.com/es/vessels/BENCOMO-EXPRESS-IMO-9206712-MMSI-224840000>

- [19] → <https://www.vesselfinder.com/es/vessels/BENCHIJIGUA-EXPRESS-IMO-9299056-MMSI-224441000>
- [20] → <https://delamarylosbarcos.wordpress.com/tag/benchijigua-express/>
- [21] → <https://www.vesselfinder.com/es/vessels/BENCHI-EXPRESS-IMO-9832236-MMSI-0>
- [22] → https://www.directferries.es/fred_olsen_express_benchi_express.htm
- [23] → <https://www.fredolsen.es/es/experiencia-fredolsen/flota/napoles>
- [24] → <https://www.fredolsen.es/es/experiencia-fredolsen/noticias/fred-olsen-express-y-balearia-incorporan-el-primer-smart-ship-a-gas-entre-huelva-y-canarias-el-proximo-domingo>
- [25] → <http://www.petrogas.es/>
- [26] → <http://www.calidadtenerife.org/?q=node/4293&id=379>
- [27] → <http://www.petrogas.es/Default.aspx>
- [28] → https://www.eldiario.es/canariasahora/tenerifeahora/sociedad/Armada_espanola-ejercicio-seguridad-La_Gomera-simulacro-DISA_0_904310520.html
- [29] → <http://www.petrogas.es/flota/Dacil.aspx>
- [30] → <https://santacruzmiuerto.com/noticias/15/1011>
- [31] → <http://www.petrogas.es/flota/Guanarteme.aspx>
- [32] → <https://www.vesselfinder.com/es/vessels/GUANARTEME-IMO-9280134-MMSI-224365000>
- [33] → <http://www.petrogas.es/flota/Nivaria.aspx>
- [34] → <https://delacontecerportuario.wordpress.com/2011/10/17/%E2%80%9Cnivaria%E2%80%9D-en-el-servicio-de-interinsular-de-disa/>
- [35] → <http://www.petrogas.es/flota/Mencey.aspx>
- [36] → <http://www.petrogas.es/flota/Tinerfe.aspx>
- [37] → <https://www.vesselfinder.com/es/vessels/TINERFE-IMO-9498107-MMSI-224025000>
- [38] → <http://www.petrogas.es/flota/Herbania.aspx>
- [39] → <https://delacontecerportuario.wordpress.com/tag/herbania/>
- [40] → Técnica y práctica de la soldadura. Joseph W. Giachino/ William Weeks. Editorial reverté.
- [41] → <https://www.youtube.com/watch?v=8wSzuLf07Ww>

- [42] → <https://www.youtube.com/watch?v=tVjTMn9UTTU>
- [43] → <http://www.segutecnica.com/libus-mascara-soldador-modelo-500-901400---det--005399>
- [44] → <https://naisa.es/guantes-para-soldador/505-guantes-de-soldador-maine-131ky-505011511.html>
- [45] → <http://cordobesasoldadura.com/inicio/45-mandil-climax-n-10.html>
- [46] → <https://www.jubappe.es/ropa/453a>
- [47] → http://www.gu-dar.com.ar/detalleproducto.php?v_id=743&camino=Ergon%C3%B3micos%20y%20Extremidades/Mangas
- [48] → <https://www.telwin.com/es/telwin-academy/saldatura/mma-welding/>
- [49] → <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7564.pdf>
- [50] → <https://www.casadomecanico.com.br/picadeira-de-solda-com-mola-144037-worker-p1054/>
- [51] → <https://www.kamasatools.com/es/productos/herramientas-afiladas/herramientas-afiladas/cepillos-metalicos/>
- [52] → <http://casadeloxigeno.cl/equipos-soldadura-tig.html>
- [53] → <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/elegir-seleccionar-comprar-antorcha-tig>
- [54] → <https://www.solter.com/es/content/06148>
- [55] → <http://www.tigmig.es/435591375>
- [56] → <https://www.cabanero.es/producto/1110/VARILLA-TIG-1,6-MM-ER316-L-INOX.-KG>
- [57] → <https://www.youtube.com/watch?v=lwTJG-2VRWA>
- [58] → <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/27/una-mirada-a-la-inspeccion-visual-automatizada-para-la-deteccion-de-defectos-de-socavado-en-soldadura-mig/>
- [59] → <http://fredyquiroya90.blogspot.com/2008/09/limpieza.html>
- [60] → <http://losproximosoldadores.blogspot.com/2009/09/tipos-de-llamas.html>
- [61] → <http://oxiacetileno.blogspot.com/>
- [62] → http://www.sapiensman.com/tecnoficio/soldadura/corte_a_llama.php

[63] → <https://www.galagar.com/htm/es/prods/274/soldadura-de-llama/boquillas-y-lanzas/mechero-cazoleta.html>

[64] → <https://cessacomercializadora.com/producto/gafas-para-oxicorte-sombra-no-6/>

[65] → <http://corteporarcoplasma.blogspot.com/2009/07/proceso-de-corte-de-metales-por-arco.html>

[66] → <http://cursosoldadura.es/?p=1068>

[67] → <https://www.todofer.com/es/discos-amoladoras/1910-disco-laminas-pferd-polifan-curve.html>

[68] → <http://jovanny1rv.blogspot.com/2011/06/soldadura-autogena.html>

[69] → https://www.youtube.com/watch?v=Fu_btV8Okyo

[69] → <https://www.metallengineering.com/es/reparaciones-habituales/costura-met%C3%A1lica/>