



**TRABAJO DE FIN DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE GRADUADO EN NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO**

CURSO 2017-2018

ELEMENTOS DE LA CARGA Y LA DESCARGA EN EL B/Q TINNERFE

Autor: Raúl Dorta Ramallo

Tutor: Dr. José Agustín González Almeida

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA SECCIÓN DE
NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL

Dr. José Agustín González Almeida, Profesor Asociado del Área de Conocimiento de Construcciones Navales, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna.

Expone que:

D. Raúl Dorta Ramallo, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **“Elementos de la Carga y la Descarga en el B/Q Tinerfe”**.

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

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 29 de Junio de 2018.

A handwritten signature in blue ink, reading "José Agustín González Almeida". The signature is written in a cursive style and is underlined with a single horizontal stroke.

1. ÍNDICE

Contenido

1. Índice	5
2. Índice De Ilustraciones	7
3. Resumen	9
4. Abstract	11
5. Antecedentes.....	13
6. Objetivos.....	19
7. Desarrollo	21
7.1. Fundamentos de la Carga y la Descarga.....	21
7.2. Procedimientos de Carga y Descarga	59
7.3. Fundamentos del Sistema de Gas Inerte.....	67
7.4. Fundamentos del Sistema de Lastre	77
7.5. Elementos, Procedimientos de Limpieza y Desgasificación de Tanques	85
7.6. Riesgos y Protocolos de Prevención del Buque.....	96
8. Conclusiones.....	101
9. Bibliografía.....	103

2. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logo DISA. Fuente: DISA Grupo	9
Ilustración 2. Logo Petrogás. Fuente: Petrogás	13
Ilustración 3. Vista de Popa B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	15
Ilustración 4. Vista de Proa B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	16
Ilustración 5. Colectores Br y Er B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	22
Ilustración 6. Manifolds Er. Fuente: Trabajo de Campo	22
Ilustración 7. Pantalón, Reducciones, T... Fuente: Trabajo de Campo	23
Ilustración 8. Distribución Manifolds y Válvulas Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	24
Ilustración 9. Líneas de Carga B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	25
Ilustración 10. Marca Pintura de Interior Tanques de Carga. Fuente: Sigma Coatings	26
Ilustración 11. Interior Tanque de Carga. Fuente: Trabajo de Campo	27
Ilustración 12. Líneas de Calefacción Tanques de Carga. Fuente: Trabajo de Campo	28
Ilustración 13. Plano Tanques de Carga. Fuente: Manual Tinerfe	29
Ilustración 14. Esquema Básico del Sistema FRAMO B/Q Tinerfe. Fuente: Manual del FRAMO	30
Ilustración 15. Power Packs y Jockey Pump en el Local del FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo	31
Ilustración 16. Conjunto Pilotadas Local del FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo	31
Ilustración 17. Pilotadas y Líneas de Aceite Hidráulico FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo	32
Ilustración 18. Unidad de Control Remoto FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo	32
Ilustración 19. Vista desde Cubierta Bomba de Descarga. Fuente: Trabajo de Campo	33
Ilustración 20. Manguito Bomba de Descarga. Fuente: Trabajo de Campo	34
Ilustración 21. Bomba de Descarga en el Interior del Tanque. Fuente: Manual del FRAMO	35
Ilustración 22. Distribución Similar B/Q Tinerfe del Sistema FRAMO. Fuente: Manual del FRAMO	35
Ilustración 23. Esquema de la Bomba de Descarga. Fuente: Manual del FRAMO	36
Ilustración 24. Elementos Bomba Portátil de Descarga. Fuente: Manual del FRAMO	38
Ilustración 25. Sonda-Radar B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	39
Ilustración 26. Repetidor Radar Control de Carga y Pantalla Sonda-Radar. Fuente: Trabajo de Campo	39
Ilustración 27. Características Pantalla de Monitoreo de la Carga. Fuente: Trabajo de Campo	41
Ilustración 28. Alarmas HI y HI-HI de Tanques de Carga. Fuente: Trabajo de Campo	42
Ilustración 29. Panel Alarmas de los Tanques de Carga. Fuente: Trabajo de Campo	43
Ilustración 30. Vapour Lock Abierta y Cerrada. Fuente: Trabajo de Campo	44
Ilustración 31. Aparatos Introducidos en la Vapour Lock. Fuente: Tanktech	44
Ilustración 32. PV's semejantes a las del Tinerfe. Fuente: Niu Bros Marine Services	45
Ilustración 33. Conjunto PV's del B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	46
Ilustración 34. Unidad Controladora Remota FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo	48
Ilustración 35. Características Sistema Remoto FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo	49

Ilustración 36. Pantalla de Seguimiento de la Carga/Descarga Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	51
Ilustración 37. Control Remoto Válvulas de Descarga. Fuente: Trabajo de Campo	52
Ilustración 38. Control Remoto Válvulas de Lastre. Fuente: Trabajo de Campo	53
Ilustración 39. Pantalla Calculador de Carga con Tanques Carga, Lastre... Fuente: Trabajo de Campo	56
Ilustración 40. Sistema ODME semejante al del Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	57
Ilustración 41. Sistema Controlador Planta de Nitrógeno. Fuente: Trabajo de Campo	58
Ilustración 42. Conexión Manifold Buque con Brazo Terminal. Fuente: Cepsa.....	61
Ilustración 43. Brazos Terminal Motril en Operación de Descarga. Fuente: Trabajo de Campo	65
Ilustración 44. Líneas de Nitrógeno, Espuma, Limpieza, ... Fuente: Trabajo de Campo	69
Ilustración 45. Botellas de Nitrógeno. Fuente: Trabajo de Campo	70
Ilustración 46. Planta Gas Inerte B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	71
Ilustración 47. Botella de "Padding" de Nitrógeno. Fuente: Trabajo de Campo	73
Ilustración 48. Válvulas de la Línea de Nitrógeno TC7Br. Fuente: Trabajo de Campo.....	76
Ilustración 49. Entrada Tanque de Lastre. Fuente: Trabajo de Campo	77
Ilustración 50. Gas Sampling y Suspiros de Tanques de Lastre. Fuente: Trabajo de Campo	78
Ilustración 51. Vista Bomba Lastre desde Cubierta Ppal. Fuente: Trabajo de Campo.....	79
Ilustración 52. Elementos Bomba Lastre FRAMO. Fuente: Manual del FRAMO	80
Ilustración 53. Bomba Servicios Generales y Contraincendios. Fuente: Trabajo de Campo	81
Ilustración 54. Suspiros y Plano Ventilación Tanques Lastre. Fuente: Trabajo de Campo y Manual Tinerfe	82
Ilustración 55. Tabla Limpieza en Función del Cargamento. Fuente: Manual Limpieza Tinerfe	85
Ilustración 56. Procedimientos de Limpieza B/Q Tinerfe. Fuente: Manual Limpieza Tinerfe	86
Ilustración 57. Máquina Limpieza Scanjet TC7Br Proa. Fuente: Trabajo de Campo.....	88
Ilustración 58. Elementos Máquina Scanjet. Fuente: Scanjet Systems	89
Ilustración 59. Máquina Scanjet y el Rociador de Agua de la Scanjet. Fuente: Scanjet Systems	90
Ilustración 60. Bomba Wilden B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo	90
Ilustración 61. Funcionamiento Bomba Wilden. Fuente: Versa-Matic Pump	91
Ilustración 62. Calentador Agua Limpieza. Fuente: Trabajo de Campo	93
Ilustración 63. Toma de Aire y Válvula de Stripping. Fuente: Trabajo de Campo	94
Ilustración 64. Proceso de Stripping de la Bomba. Fuente: Manual Limpieza Tinerfe.	95
Ilustración 65. Manómetro de los Manifolds. Fuente: Trabajo de Campo.....	95
Ilustración 66. Ejemplo Ficha de Datos de Seguridad CEPESA. Fuente: CEPESA	98
Ilustración 67. Libro Registro de Hidrocarburos I y II. Fuente: Ministerio de Fomento	100

3. RESUMEN

En el trabajo a tratar, se mostrará lo aprendido de mi etapa como alumno de cubierta durante cuatro meses a bordo del B/Q TNERFE, así como las diferentes peculiaridades del buque.

En relación con el contenido a tratar, se centrará el mismo en explicar los aspectos a tener en cuenta en las operaciones de carga y descarga del buque, así como un estudio de los equipos y unidades necesarios para ello, procedimientos a efectuar, las normas de seguridad durante las operaciones y documentos más relevantes.

En primer lugar, se empezará describiendo las partes y aspectos principales del buque acordado. A continuación, se especificará de forma más detallada los elementos primordiales, a tener en cuenta, en las operaciones de carga y descarga, de lastre y en las de limpieza del propio buque. Seguidamente, se explicará los protocolos, medidas de seguridad y documentación a cumplimentar durante las operaciones. Finalmente, se concluirá con una valoración basada en la información adquirida para la realización del trabajo y en la experiencia como tripulante del buque.

Como preámbulo al tema a tratar, el Petroquímico TNERFE es un buque perteneciente a la flota de la Naviera Canaria Distribuidora Marítima Petrogás S.L.U. (DIMA), empresa ligada a su vez, a la Compañía Petrolífera Canaria DISA (Distribuidora Industrial, S.A.). En la actualidad, el buque se encuentra fletado por la Compañía Logística de Hidrocarburos de España (CLH), con una labor que consiste principalmente en el transporte de mercancías del Tipo IMO Clase III (productos inflamables) fundamentalmente por el Mar Mediterráneo.



Ilustración 1. Logo DISA. Fuente: DISA Grupo

4. ABSTRACT

In the work to treat, will show what I have learned in my stage as a Deck Cadet Officer during four months aboard the M/T TINERFE ship, as well as the different peculiarities of the ship will be shown.

In relation to the content to be treated, will focus in explaining aspects to take into account in the operations of loading and unloading of the ship, as well as a study of the equipment and units necessary to do so, procedures to be carried out, safety during operations and relevant documents.

Firstly, will begin describing the parts and major aspects of the ship agreed. Then specify in more detail the key elements, to take into account, the operations of loading and unloading, ballast and the cleaning of the ship himself. Following the protocols documentation to be acknowledge during the operations and safety measures. Finally, will conclude with a assessment based on the information acquired for the realization of the work and the experience as a ship's crew member.

As a preamble to the topic to be treated, the petrochemical TINERFE is a ship that belongs to the fleet of the canary shipping company Petrogas Maritime Distributor S.L.U. (DIMA), company linked as well to the oil canary company DISA (Industrial Distributor, S.A.). At the present time, the vessel is chartered by the logistics company of hydrocarbons of Spain (CLH), a work that consists mainly of the carriage of goods of IMO Class III type (flammable products) mainly by the Mediterranean Sea.

5. ANTECEDENTES

La Naviera

Distribuidora Marítima Petrogás, es una empresa líder en el sector marítimo de transporte de productos derivados del petróleo en el mercado canario. Fundada en 1967 con el objetivo de abastecer al archipiélago canario de productos petrolíferos.

Regularmente, el reparto y transporte de dicha mercancía se realiza principalmente en Canarias y Norte de África, aunque también cuenta en su flota con un buque asignado en el Mar Mediterráneo, abasteciendo a las Islas Baleares y diferentes puntos de la Península Ibérica. Igualmente, dispone de otros dos buques localizados en las costas de Portugal y la zona del estrecho de Gibraltar funcionando, uno como buque abastecedor (bunker ship) y otro como buque de transporte de asfalto.

En la actualidad, la naviera dispone de siete buques propios con gran avance tecnológico, que le garantizan el abastecimiento del mercado con rapidez y seguridad, aparte de ser, la única Naviera con bandera española poseedora de la Certificación ISO 14001 sobre Protección Medioambiental y la OHSAS 18001 sobre Seguridad y Salud. Estos son:

- Mencey
- Guanarteme
- Faycan
- Nivaria
- Herbania
- Tinerfe
- Maddy (GLP)



Ilustración 2. Logo Petrogás. Fuente: Petrogás

Buque Tinerfe

El B/Q TINERFE, es un buque petroquímico construido en los Astilleros Samho Shipbuilding Co., Ltd (Corea del Sur) en el año 2009. Inicialmente, fue concebido con el nombre de M/T SAMHO FREEDOM, pero una vez adquirido por la Compañía Petrogás, este pasó a llamarse B/Q TINERFE, como en la actualidad. Se dice que su nombre proviene del último Mencey guanche de la isla de Tenerife (Canarias, España), **Tinerfe el Grande**, quien gobernó toda la isla en el periodo anterior a la división de ésta en nueve menceyatos.

Entre las características principales, el buque dispone de unas dimensiones de 144,06 m de eslora total, una manga total de 22,60 m y un puntal de 12,50 m. Conjuntamente, con un calado máximo de verano en la parte central de 9,20 m y de invierno de 9,02 m. En lo que a tonelaje se refiere, dispone de 5.265 Tm de arqueo neto, 11.259 Tm de arqueo bruto y un peso muerto de 17.539,19 Tm.

En cuanto a la unidad propulsora del buque, el Tinerfe cuenta con un motor principal MAN B&W 8S 35 MC de 5.950 KW (8.080 HP). Se trata de un motor de cuatro tiempos, con 8 cilindros en línea y turboalimentado, capaz de conceder navegando cargado 13 Kn y en lastre 15 Kn. Además, dispone de tres motores auxiliares YANMAR de 745 kW cada uno, un generador de emergencia VOLVO PENTA de 160 kW, una caldera de vapor y un economizador. Completa el equipo propulsor del buque una hélice de paso fijo compuesta de cuatro palas, un timón semi-compensado y una hélice lateral situada en la proa.

El buque presenta la peculiaridad de tener doble casco. Además, está compuesto por 15 tanques de carga y 14 tanques de lastre más uno situado a proa (Peak de Proa), repartidos equitativamente por cada banda. Igualmente, por un tanque para lavazas denominado SLOP de babor, siendo el tanque de carga ubicado a babor más cercano a la zona de habilitación. Destacar que cada tanque posee una capacidad de carga distinta, originando que influya bastante a la hora del reparto de la carga, y dando a su vez una cabida total de carga al 98% de 18.266.7 m³.

Los tanques de carga están designados de proa a popa de la siguiente manera: TC1BE, TC2BE, TC3BE, TC4BE, TC5BE, TC6BE, TC7BE y el TSLOPE. Mientras que los tanques de lastre de proa a popa se denominan: TL1BE, TL2BE, TL3BE, TL4BE, TL5BE, TL6BE, TL7BE y Peak de Proa. Comentar que los tanques de lastre número 7 no suelen tocarse, dejándose vacíos habitualmente. Por otro lado, señalar que existe la posibilidad de alinear con el colector de babor la línea de lastre a través de una conexión, permitiendo así, lastrar a través del colector de babor los tanques de carga en caso de requerir una mayor estabilidad en el buque ya sea por alguna emergencia, tiempo adverso, ...



Ilustración 3. Vista de Popa B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo.

Debido al peligro diario al que se someten estos tipos de buques al transportar productos inflamables, el Tinerfe dispone de una planta generadora de Gas Inerte, que proporciona gas nitrógeno (N_2) a los tanques para disminuir el nivel de oxígeno presente hasta tal punto que sea prácticamente imposible su combustión y que favorezca así, a una mayor seguridad en las operaciones.

En lo que al control de carga se refiere, el cual se encuentra situado en la cubierta de toldilla en la zona, juega un papel fundamental dentro del buque, ya que es la zona donde se lleva a cabo de forma remota tanto la carga como la descarga, el lastre y deslastre del buque. Aparte, el poder controlar de forma remota la planta del N_2 o

encontrar el calculador utilizado para realizar los planes de carga/descarga, ... Además, dispone de una unidad FRAMO (sistema de bombas de carga hidráulicas) necesaria para la descarga del buque, la maniobra de atraque y desatraque y uso de la hélice de proa.

De igual manera, dispone de diferentes sistemas de control remoto para las válvulas de descarga, control remoto para válvulas de los tanques de lastre, sistema ODME, sistema de gas sampling, calculador de carga y descarga en referencia a la estabilidad, repetidor del sistema generador de la planta de nitrógeno, sistema de monitoreo de la carga (alarmas 95% y 98%), repetidores de sonda de los tanques, repetidores de los motores auxiliares y entre otros muchos más aparatos, que nombraremos en los siguientes apartados, la posibilidad de poner en funcionamiento cualquiera de las tres bombas contraincendios que posee el buque.

Finalmente, para entrar en más detalle con los elementos que componen el buque, se mostrará una ficha técnica con datos cedidos por el buque donde se esclarece los principales componentes de este.



Ilustración 4. Vista de Proa B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

FICHA TÉCNICA

GENERAL

Buque	TINERFE (Ex: SAMHO FREEDOM)
Nº IMO	9498107
Distintivo de Llamada	EAUU
Tipo de Buque	QUIMIQUERO IMO II
Clasificación	Clasificado por el GERMANISCHER LLOYD - <u>Notación</u> : 100 A5 ESP IW VEC Chemical Tanker Type-2, Oil Tanker MC AUT INERT CM-PS
Bandera de Registro	ESPAÑOLA
Puerto de Registro	SANTA CRUZ DE TENERIFE
Año y Lugar de Construcción	2009 en Astilleros Samho Shipbuilding Co., Ltd. (Corea del Sur)
Motor Principal	MAN B&W 8S 35MC (HFO 380) 5.950kW x 173 rpm
Fuel	HFO 380 cSt 179 g/kWh
Motores Auxiliares	YANMAR (HFO 380) 3x 745 kW x 900rpm
Motor de Emergencia	VOLVO PENTA 160 kW x 1.800 rpm
Velocidad en carga	13 Kn
Velocidad en lastre	13,6 Kn

DIMENSIONES

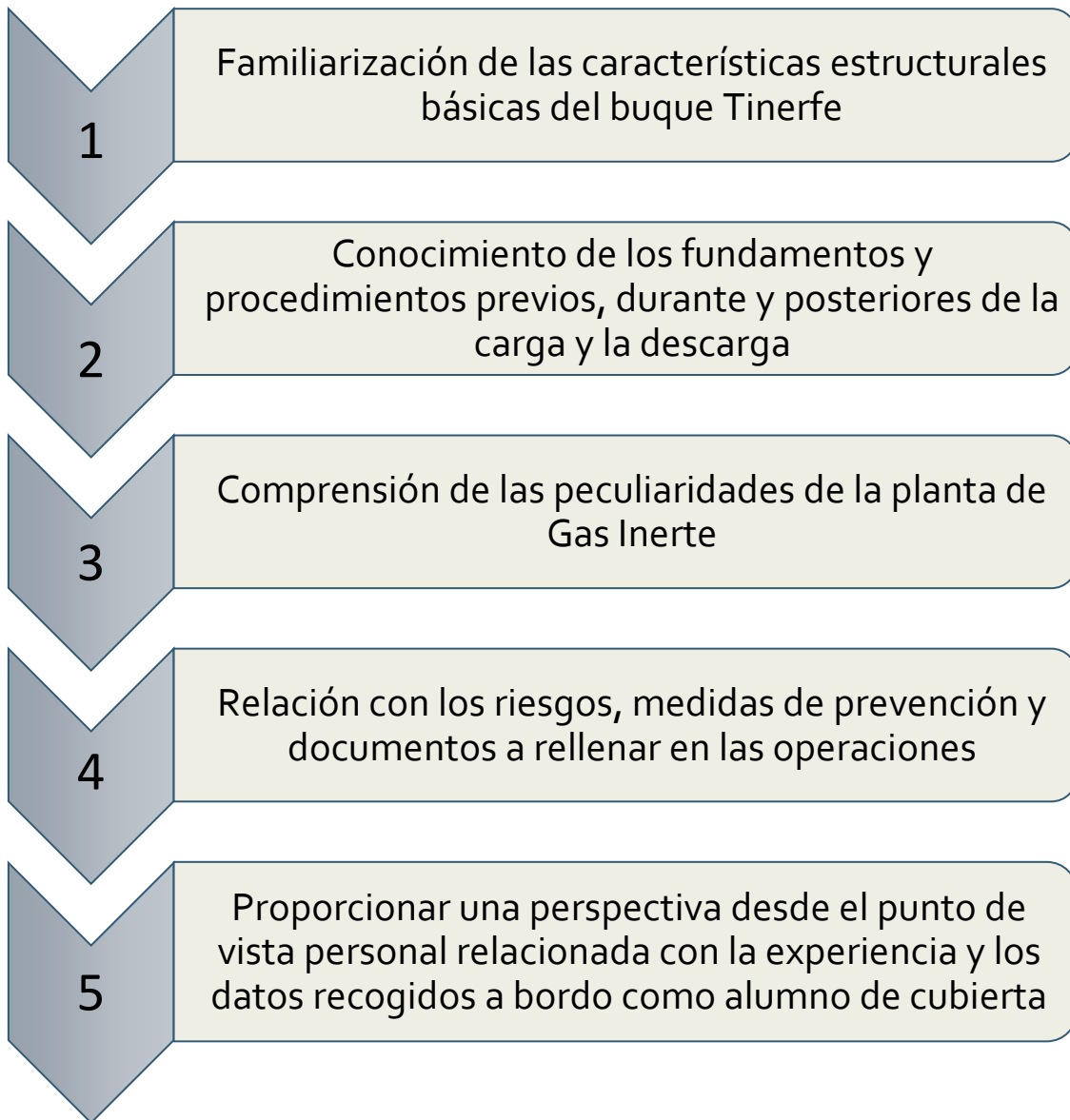
Eslora total (m)	144,06
Eslora entre perpendiculares (m)	136,00
Manga (trazado) (m)	22,60
Puntal (m)	12,50
Calado (m)	9,20
Arqueo bruto (GT)	11.259
Arqueo neto (NT)	5.265
Peso Muerto (DWT)	17.539

EQUIPAMIENTO DEL BUQUE

Hélice Propulsora	Paso Fijo → 5 palas (Ni-Al-Bronce)
Timón	Pala Estándar
Hélice de Proa	500 kW

TANQUES DE CARGA (m³)	
Tanque de Carga N° 1 Br.	1.171
Tanque de Carga N° 1 Er.	1.181
Tanque de Carga N° 2 Br.	1.297
Tanque de Carga N° 2 Er.	1.297
Tanque de Carga N° 3 Br.	1.335
Tanque de Carga N° 3 Er.	1.335
Tanque de Carga N° 4 Br.	1.261
Tanque de Carga N° 4 Er.	1.262
Tanque de Carga N° 5 Br.	1.488
Tanque de Carga N° 5 Er.	1.480
Tanque de Carga N° 6 Br.	1.480
Tanque de Carga N° 6 Er.	1.488
Tanque de Carga N° 7 Br.	1.097
Tanque de Carga N° 7 Er.	1.088
Tanque SLOP Br. (LAVAZAS)	361
Tanque SLOP Er.	370
Capacidad Total (100%)	18.991
Capacidad Total (98%)	18.266
TANQUES DE LASTRE (m³)	
Capacidad Total (100%)	7.599
OTROS TANQUES (m³)	
Capacidad F.O.	911 (797 m ³ HFO normal + 114 m ³ HFO bajo en S ₂)
Capacidad D.O.	113
OTROS DATOS	
Bombas de Descarga	FRAMO→14 x 300 m ³ /h y 2 x 100 m ³ /h
Bombas de lastre	FRAMO→ 2 x 350 m ³ /h
Promedio de Carga/Descarga	Máx. 1800 m ³ /h
Sistema de Calefacción	Serpentines en TC, SLOP Br y SLOP Er
Sistema Inertización Tanques	Nitrógeno al 95% → 2.250 m ³ /h
Sistema Limpieza de Tanques	2 bombas de limpieza x tanque Lavado x tanque (16 m ³ /h) 8 bar
Calentador Agua Baldeo de Tanques	Temperatura 80°C

6. OBJETIVOS



7. DESARROLLO

7.1. Fundamentos de la Carga y la Descarga

En este punto, se abarca con una mayor profundidad los elementos que integran el equipo tanto de carga como de descarga del B/Q Tinerfe y, que permiten realizar las operaciones de una forma segura.

En primer lugar, el buque dispone de un equipo de carga y descarga que se adapta en función del producto a transportar. Normalmente, se cargan productos limpios, es decir, aquellos derivados del petróleo que ya han sido preparados para el consumo.

No obstante, el buque se encuentra capacitado para poder transportar aquellos productos sucios, ya sea por ejemplo el fuel-oil, que requieran de una fuente calorífica al tratarse de productos altamente viscosos. Esto se debe a que cuenta con un sistema de calefacción, distribuido por los diferentes tanques que lo componen, que permite mantener a una temperatura adecuada el producto para su carga y descarga.

De aquí en adelante, se describirán con más detalle los componentes esenciales a tener en cuenta en las operaciones de carga y descarga, así como los elementos que estructuran el buque y permiten realizar dichas operaciones.

Manifolds

El buque dispone de dos colectores principales, el colector de Estribor o también denominado de Popa (al encontrarse más a popa del barco que el otro) con un manifold de 14" y el colector de Babor o también denominado de Proa con un manifold de 12". Cada uno posee los denominados cuellos de cisne, tantos como tanques de carga hay en el barco, que salen de cada colector y estos, dirigen a través de cada línea de carga y descarga el producto a su tanque correspondiente.

A su vez, los colectores disponen de una toma de carga y descarga tanto por la banda de babor como por la de estribor, permitiendo la posibilidad de cargar y descargar el buque por cualquiera de las bandas de atraque. Esto supone para el buque grandes

ventajas ya que, al disponer de dos colectores principales, permite descargar con mayor rapidez el producto y posibilita la carga y descarga simultánea de productos.



Ilustración 5. Colectores Br y Er B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

Del mismo modo, el buque cuenta por cada banda con 14 segregaciones transversales independientes de los colectores principales de 6" de diámetro nominal, uno por cada tanque, favoreciendo así la gran versatilidad que tiene el buque para la simultaneidad en las operaciones de carga. Cada línea individual, se comunica con ambos colectores a través de las válvulas agrupadas, las cuales se componen de dobles válvulas para evitar una posible contaminación entre los productos cargados a bordo en operaciones.



Ilustración 6. Manifolds Er. Fuente: Trabajo de Campo

El buque ostenta de una gran adaptabilidad a las características de la terminal del Puerto, permitiendo cargar y descargar el producto de diferentes formas, entre ellas:

- Comunicando el brazo de la terminal con el manifold particular de la línea del tanque a través de la propia banda de atraque, colocando si fuese necesario la reducción correspondiente en el manifold.
- Acoplándose al manifold de cualquiera de los colectores principales y desde ahí distribuirlo, con las válvulas agrupadas y las válvulas intermedias abiertas de los tanques correspondientes.
- Conectándose al manifold particular de un tanque por la banda de atraque y alineando por la banda contraria, los tanques o tanque a tocar en las operaciones, mediante el uso de un pantalón, una manguera, una T, ... en caso de no poder acoplarse directamente desde la banda de atraque.



Ilustración 7. Pantalón, Reducciones, T... Fuente: Trabajo de Campo

Seguidamente, se detalla en profundización con la siguiente ilustración, la disposición de las válvulas agrupadas de cada línea de tanque de carga y la conexión de dichas líneas de con cada colector.

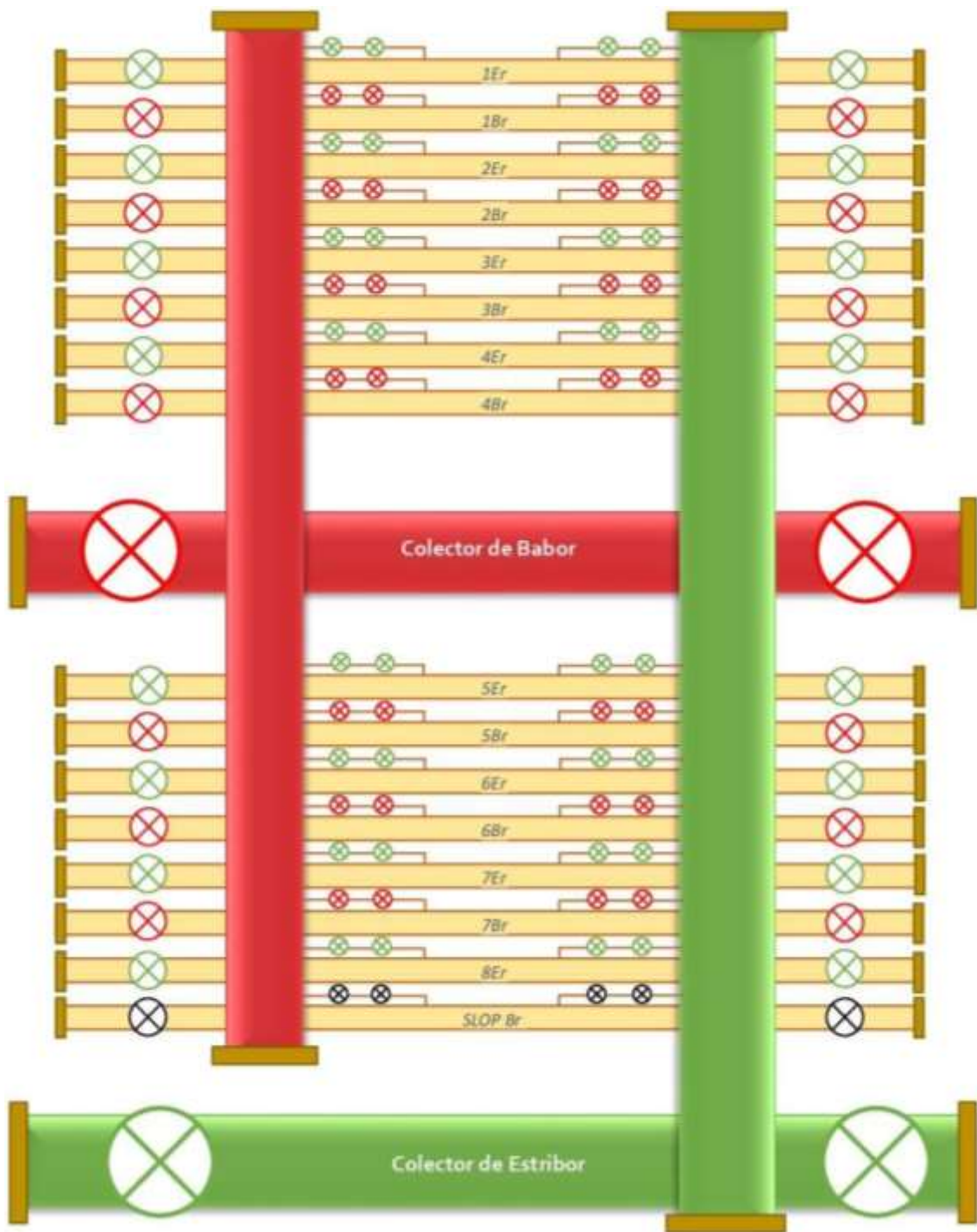


Ilustración 8. Distribución Manifolds y Válvulas Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

Líneas de Carga

En el buque, encontramos un inmenso laberinto de líneas de carga de acero inoxidable, distribuidas a lo largo de la cubierta principal, con el objetivo de llegar a cada tanque y cumplir la labor que tienen asignada. Cada línea cumple una función primordial, transportar el producto, ya sea en un sentido u otro, es decir, del tanque hacia la terminal en tierra o de la terminal en tierra hacia el tanque, pasando por los colectores si fuese necesario o directamente, a través de la línea que conecta con el tanque a operar.

De igual forma, destacar en la parte central de cada línea, una serie de válvulas denominadas intermedias, válvulas del tipo mariposa, que actúan como su propio nombre lo dice, como intermediarias para cortar el paso del combustible y permitir así una mayor seguridad para detener el producto en caso de fuga o derrame.

Asimismo, las líneas que se encuentran en la cubierta principal están cubiertas por una pintura capaz de resistir la exposición constante al salitre del mar y a la intemperie a la que se exponen, permitiendo estar en las condiciones óptimas que se requiere. No obstante, para poder estar en buenas condiciones debe llevarse un mantenimiento adecuado.



Ilustración 9. Líneas de Carga B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

Tanques de Carga

El petroquímico, está dotado de 15 tanques de carga y un tanque SLOP dotado para almacenar las lavazas producidas principalmente por las limpiezas u otras operaciones que se realicen. Están distribuidos de manera equitativa, es decir, 8 por la banda de babor y 8 por la de estribor y a su vez, separados por mamparos longitudinales respecto de la línea de crujía y por los mamparos transversales que separan un tanque de otro.

Los tanques de carga están elaborados con materiales de acero y en su interior, protegido con dos capas de SIGMA PHENGUARD COATING, es decir, capa intermedia de dos componentes de capa gruesa, basada en resinas epoxi fenólicas con aducto de amina de 100 micras de espesor cada una. Finalmente, se componen de una capa de SIGMA PHENGUARD FINISH, capa de acabado de dos componentes de capa gruesa, basada en el mismo principio que el mencionado anteriormente. Todas estas capas dan lugar a un espesor aproximado de 300 micras.



Ilustración 10. Marca Pintura de Interior Tanques de Carga. Fuente: Sigma Coatings

El buque destaca por poseer tanques de distinto tamaño y por su consiguiente, de diferente capacidad, siendo los de mayor capacidad los TC5BE y TC6BE y el de menor cabida el TC8E, el cual en un principio era otro tanque de lavazas, pero posteriormente fue reconvertido a tanque de carga por su poco uso. La capacidad del buque cargado al 98% sería aproximadamente de 18.266,7 m³.

Cada tanque posee tres aberturas o entradas desde la cubierta, una con una escalera que permite poder bajar hasta el fondo del tanque, otra utilizada normalmente para instalar en ella el ventilador axial empleado para ventilar los tanques durante una limpieza y, otra que no suele utilizarse, por donde también se pueden bajar aparatos u

otros utensilios hasta el fondo del tanque y, donde conecta la línea de gas inerte con el tanque. Además, en cada tanque hay colocada una línea de carga denominada bajante, por medio del cual entra el producto y otra línea, por donde penetra el gas inerte, en este caso N_2 , necesario para poder inertizar los tanques. Igualmente, cada tanque dispone de dos máquinas de limpieza Scanjet que, en relación de la función de limpieza que se le dé, limpian de diferente forma el tanque.



Ilustración 11. Interior Tanque de Carga. Fuente: Trabajo de Campo

Por otro lado, destacar de entre las características principales de los tanques, una sonda o radar que permite averiguar la cantidad de producto que lleva este, el medidor de altos niveles (95% y 98%) del tanque. Del mismo modo, una válvula de bola denominada Vapour Lock, utilizada para introducir diferentes aparatos que permiten averiguar diferentes datos ya sea, la cantidad de producto presente, la temperatura que hay en el interior, si está libre de agua el tanque, la cantidad de hidrocarburo presente en la atmósfera del tanque, ...

En consiguiente, en lo que a su interior se refiere, mencionar la disponibilidad en el tanque, justo en la parte inferior y lo más cercano a la línea de crujía, de una bomba centrífuga sumergida utilizada para la descarga del producto. De igual manera, en cada tanque encontramos una serie de líneas de calefacción en caso de transportar algún producto que requiera mantenerse a una temperatura particular para evitar endurecerse.



Ilustración 12. Líneas de Calefacción Tanques de Carga. Fuente: Trabajo de Campo

Finalmente, destacar de los tanques el hecho de estar libres de refuerzos en su interior, ya que se han construido de tal manera que, los refuerzos de los costados se ubiquen en los tanques de lastre, los cuales están localizados en los extremos tanto a babor como a estribor del casco del buque. Mientras, los refuerzos de cubierta se localizan en el exterior, sobre el propio tanque.

A continuación, se muestra la distribución de los tanques de carga de proa a popa a través del propio plano de distribución de tanques cedidos por el B/Q Tinerfe:

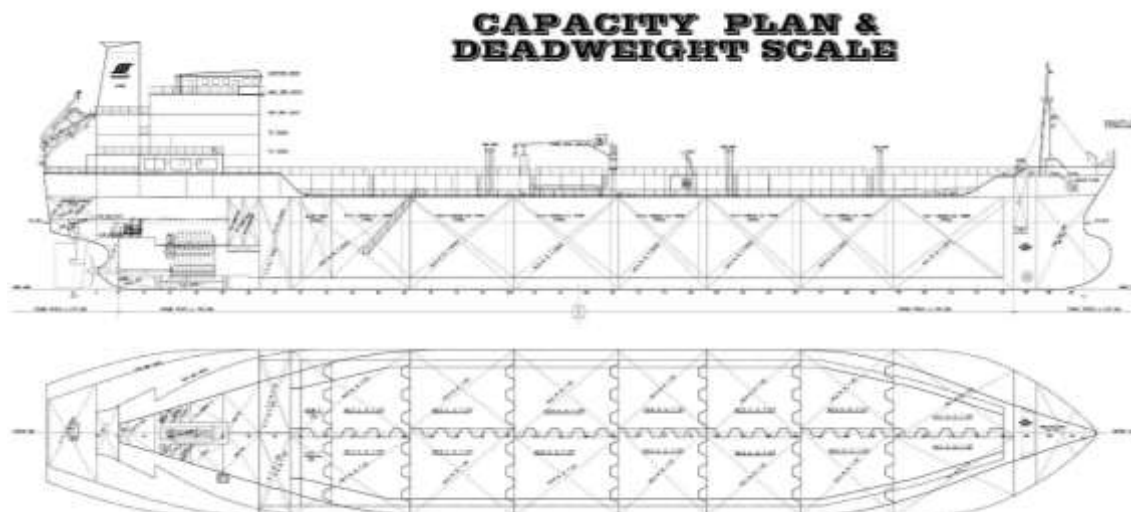


Ilustración 13. Plano Tanques de Carga. Fuente: Manual Tinerfe

De la misma manera, en la siguiente tabla se muestran los diferentes vacíos y las diferentes capacidades que permiten reflejar con esos datos, la peculiaridad en lo que a tamaño se refiere de los tanques de los que está compuesto este buque:

TANQUES	VACÍO/ULLAGE	95%	VACÍO/ULLAGE	98%
TC1BR	149	1.113,004	116	1.148,151
TC1ER	149	1.122,192	116	1.157,630
TC2BR	156	1.233,951	120	1.272,918
TC2ER	155	1.233,862	119	1.272,826
TC3BR	158	1.269,259	121	1.309,341
TC3ER	156	1.269,149	118	1.309,227
TC4BR	157	1.198,591	120	1.236,442
TC4ER	157	1.198,368	119	1.236,211
TC5BR	157	1.413,647	119	1.458,288
TC5ER	155	1.406,300	118	1.450,710
TC6BR	157	1.406,893	119	1.451,321
TC6ER	157	1.414,243	120	1.458,903
TC7BR	155	1.042,988	118	1.075,882
TC7ER	156	1033,468	120	1.066,104
TC8ER	151	351,638	116	362,742
TSLOPBR	152	343,338	117	354,180

Sistema Hidráulico

El buque se compone de un sistema hidráulico denominado FRAMO, encargado de accionar las bombas de descarga, el manejo de las bombas de lastre, el funcionamiento de la bomba de descarga de emergencia, la operatividad de la hélice de proa y el funcionamiento de las maquinillas de proa y popa que, permiten virar o arriar los cabos y el ancla durante el atraque y desatraque del buque.

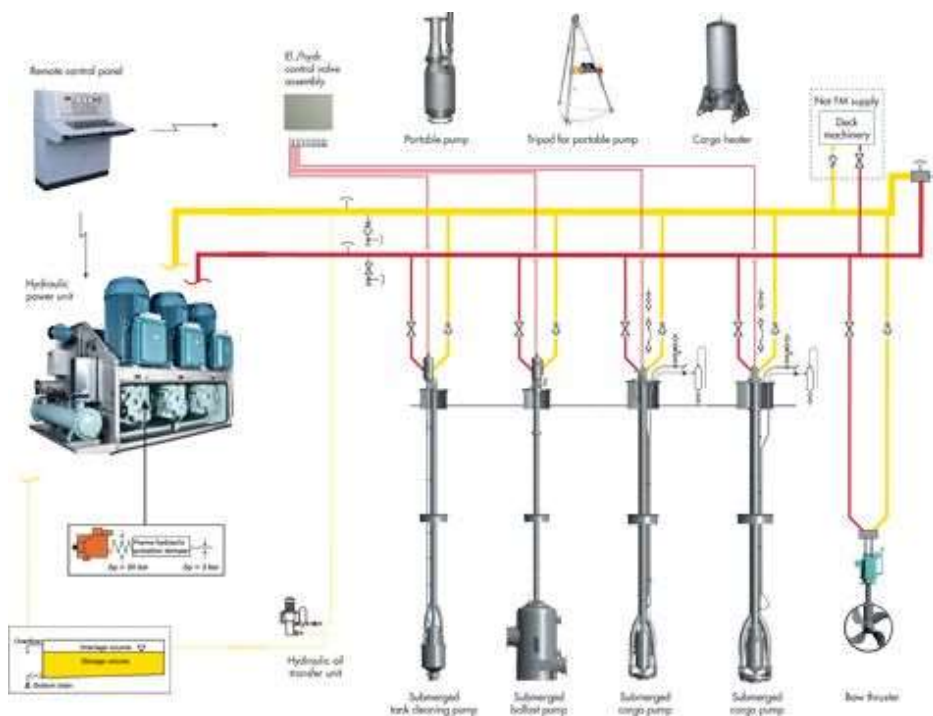


Ilustración 14. Esquema Básico del Sistema FRAMO B/Q Tinerfe. Fuente: Manual del FRAMO

El FRAMO (Frank Mohn AS) es un sistema de presión hidráulica cuyo objetivo principal, en lo que a bombas de carga se refiere, es permitir el manejo individual de cada bomba sumergida frente a un sistema de bombeo único. Para su funcionamiento, es necesario accionar un aceite hidráulico que recorra todo el sistema y que permita así, activar los diferentes dispositivos que se deseen poner en operatividad.

Por ello, en la sala de máquinas se localiza el local del FRAMO, donde encontramos una bomba denominada Jockey Pump, encargada de mantener la presión constante tanto en la línea de avance de alta presión, como en la de retorno, de menor presión. A su vez, en el local del FRAMO se ubican tres bombas llamadas Power Packs de mayor tamaño

que la Jockey Pump, encargadas de aportar una mayor presión de aceite a la línea de FRAMO.



Ilustración 15. Power Packs y Jockey Pump en el Local del FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo

No obstante, en dicho local del FRAMO se localiza, el inicio de las denominadas pilotadas, líneas por las que en su interior se desplaza aceite hidráulico, el cual recorre desde la sala de máquinas hasta la cubierta principal y se distribuye hacia cada tanque de carga permitiendo así, activar las bombas de descarga de los tanques de carga.



Ilustración 16. Conjunto Pilotadas Local del FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo

Se puede apreciar en las siguientes ilustraciones el conjunto de pilotadas, cada una con el nombre del tanque asignado en caso de revisión o fallo de alguna de ellas; así como las líneas de avance del aceite hidráulico y las de retorno, la cuales, como se ha

mencionado anteriormente, salen de la unidad hidráulica del FRAMO de la sala de máquinas y abastecen a las pilotadas de la cubierta.



Ilustración 17. Pilotadas y Líneas de Aceite Hidráulico FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo

Finalmente destacar del control de carga, situado en la cubierta de toldilla, el sistema que se encarga de controlar el FRAMO de forma remota, es decir, el que permite arrancar las Power Pack, vigilar la temperatura del sistema, regular la presión del sistema en función del uso que se le vaya a dar, manejar las bombas de descarga, ...



Ilustración 18. Unidad de Control Remoto FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo

Bombas de Descarga

En referencia a buques de esta índole, resulta casi imprescindible llevar a bordo bombas de descarga que, permitan trasladar el producto que hay en los tanques de carga hacia las terminales de los puertos o el lugar que se requiera. Dichas bombas, deben soportar operar en condiciones de altos caudales, pues el periodo de tiempo de descarga en puerto juega un papel fundamental en lo que a gastos se refiere y en los fletes a acordar en un futuro.

No obstante, el uso inadecuado de las bombas puede generar averías o fallos en las mismas, pudiendo incluso llegar a limitar al buque si se daña alguna, la posibilidad de cargar al completo (98%) todos los tanques. Por ello, para evitar averías es recomendable llevar periódicamente un mantenimiento y un uso adecuado de estas.



Ilustración 19. Vista desde Cubierta Bomba de Descarga. Fuente: Trabajo de Campo

Los tanques de carga, de los que se compone el buque, disponen de una bomba de descarga sumergida en el interior, capaz de descargar, drenar y limpiar los tanques de forma rápida y completa bombeando cualquier tipo de carga líquida. Cada bomba sumergida está construida con materiales de acero inoxidable y, se caracterizan por ser bombas centrífugas verticales de una etapa, alimentadas por un motor hidráulico que se conecta al impulsor a través de un eje corto e independiente.

Del mismo modo, cada bomba facilita la capacidad de ser regulada tanto de forma remota, a través del control de carga, como de forma manual, por medio de la propia

bomba situada en la cubierta principal. Sin embargo, para realizarlo se deberá desactivar la forma remota activando, a través del manguito de la bomba, la propia bomba y a su vez, en el control de carga arrancando y subiendo al máximo dicha bomba.

Manguito para controlar la bomba



Ilustración 20. Manguito Bomba de Descarga. Fuente: Trabajo de Campo

Por otra parte, la bomba permite ser regulada entre unos valores de presión hidráulica que van de 0-220 bar, siendo recomendado los valores de trabajo entre 80-220 bar. A su vez, estas posibilitan la destreza de transmitir un caudal máximo de 300 m³/h, a excepción del TC8Er y el SLOPBr que, al tratarse de tanques diseñados para almacenar lavazas, disponen de bombas de menor tamaño y por lo tanto, suministran un caudal máximo de 100 m³/h, aunque el TC8Er se haya reconvertido a tanque de carga.

El funcionamiento de ésta, consta básicamente de unos impulsores que, al accionar el motor hidráulico a través del FRAMO, es decir al aportar el aceite hidráulico a alta presión, giran con gran velocidad generando un vacío en la cabeza de succión de la bomba y permitiendo así, impulsar el producto por la línea de descarga de la bomba hacia la cubierta superior, trasladando el fluido hacia donde se requiera.



Ilustración 21. Bomba de Descarga en el Interior del Tanque. Fuente: Manual del FRAMO

Posteriormente, ese aceite hidráulico a alta presión que se le aporta a la bomba, regresa por otra línea, la línea de retorno o baja presión, hacia el local del FRAMO donde se encuentra la unidad hidráulica del sistema formando así, una especie de recorrido de ida y vuelta. A modo de ejemplo, en la siguiente imagen se muestra el recorrido que hace el aceite hidráulico del sistema FRAMO para poder activar o desactivar la bomba.

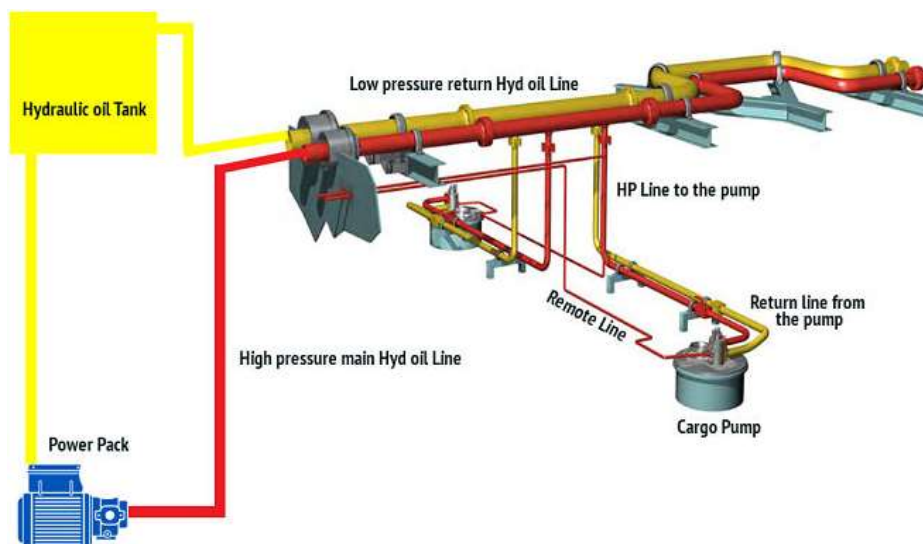


Ilustración 22. Distribución Similar B/Q Tinerfe del Sistema FRAMO. Fuente: Manual del FRAMO

En la imagen posterior, se observa un diagrama con las características de la bomba de descarga, las mencionadas líneas de alta y baja presión de aceite hidráulico del FRAMO, siendo representada la de alta presión con color rojo y la de baja presión con color amarillo. Así mismo, se perciben diferentes elementos que la componen como pueden ser: el motor hidráulico, el freno no retorno que impide retornar el fluido, el impulsor, el orificio de succión del producto, los sellos de la bomba, la línea de descarga del producto que se dirige hacia la cubierta principal, la válvula de reachique, la línea de stripping (reachique) de la bomba, ...

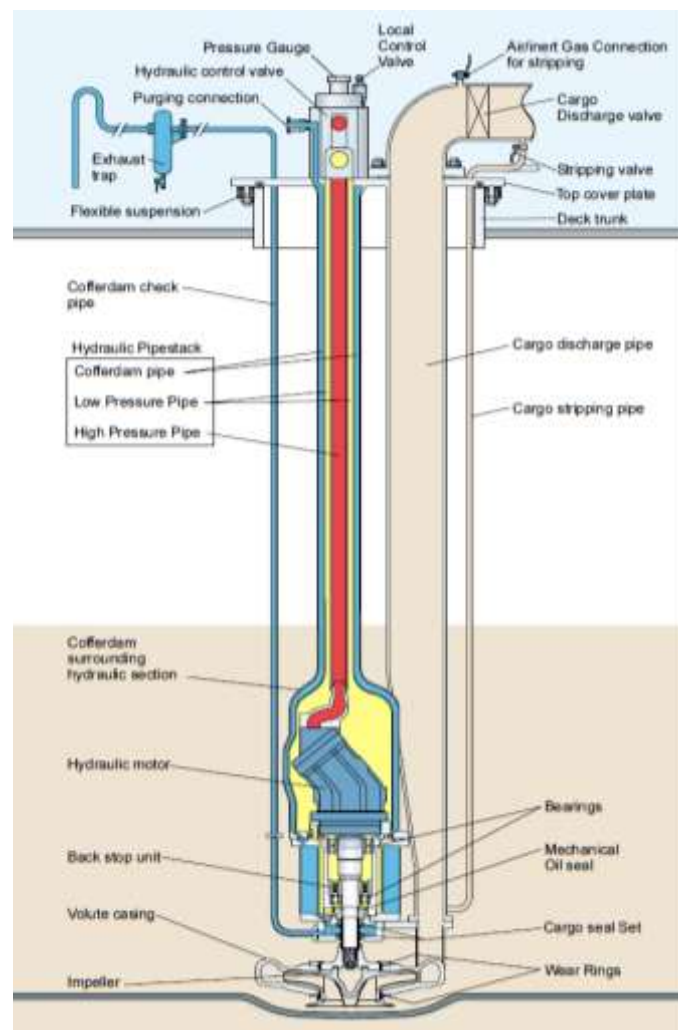


Ilustración 23. Esquema de la Bomba de Descarga. Fuente: Manual del FRAMO

Finalmente, destacar un elemento bastante significativo para la bomba de descarga, el cofferdam, representado en este caso en color azul oscuro. El cofferdam es el espacio o vacío que hay entre la bomba y el tanque, cuya función primordial es proteger a la bomba de los productos o fluidos que se encuentren en el interior del tanque a través

de. En cada operación, es necesario un purgado del cofferdam tanto antes como una vez finalizadas las operaciones para verificar que la bomba no sufre ningún fallo, observando que no pierde aceite, no ha entrado producto o no ha entrado agua tras realizar la limpieza.

Bomba de Descarga de Emergencia

En ciertas ocasiones, puede darse el caso en que una bomba de descarga falle, ya sea por problemas del motor, pérdida en abundancia de aceite hidráulico, alguna pieza rota... a pesar de haberse realizado los diferentes mantenimientos que éstas llevan. Por ese motivo, en casos de emergencia, el buque Tinerfe dispone de una bomba de descarga de emergencia capaz de suplir en cierta medida la tarea que tiene asignada la bomba averiada. Sin embargo, esta bomba no tiene la capacidad de suministrar el caudal que puede dar la principal, debido a que no trabaja en valores máximos de 220 bar como las demás, sino en valores considerablemente menores.

Cabe resaltar de la también denominada bomba portátil FRAMO, el hecho de no tener como objetivo bombear el producto directamente a tierra, sino más bien, ser usada para bombear desde un tanque, cuya bomba no funcione, a otro tanque que tenga el mismo producto o a uno vacío cuya bomba funcione y, desde ahí descargarlo a tierra.

La bomba se compone de un trípode que se coloca en la parte superior del tanque, en la cubierta principal, y que posibilita sujetar y manejar tanto la bomba portátil como la línea de avance/retorno portátil de aceite hidráulico del FRAMO la cual, se conecta por medio de uno de los extremos de ésta y por el otro, a la propia línea de avance/retorno de aceite hidráulico, para que pueda activarse. Además, el trípode permite mantener sujeta la línea por donde se absorbe el producto que se trasiega a otro tanque.

A su vez, el trípode dispone de carrete con un cable, encargado de sujetar lo comentado anteriormente, permitiendo bajar o subir de forma manual el cable en función del producto que vaya quedando en el tanque y, con el objetivo de que la bomba trabaje bien y no se descebe al tratarse de tanques de una altura de 10-11 metros.

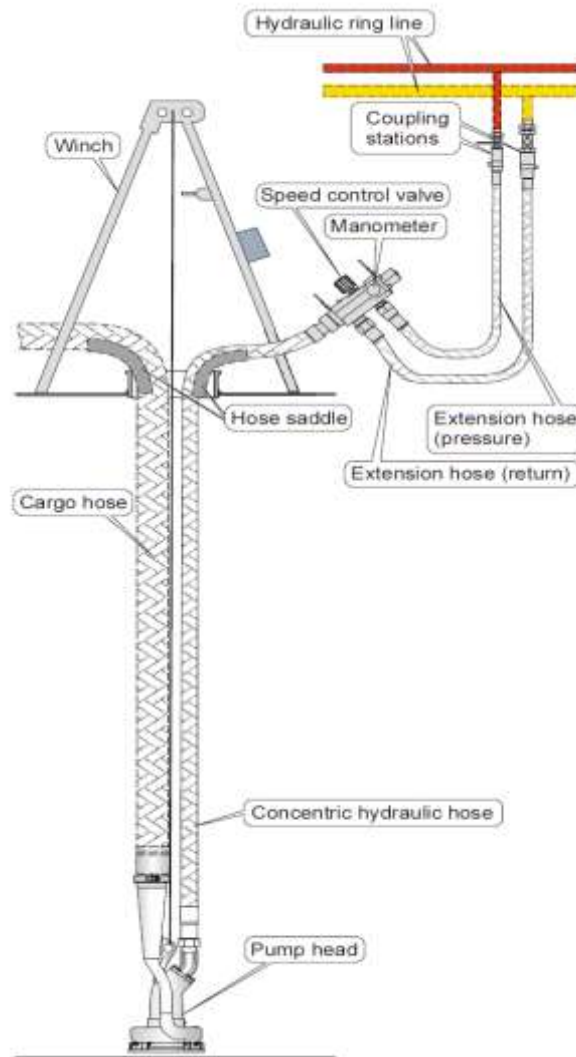


Ilustración 24. Elementos Bomba Portátil de Descarga. Fuente: Manual del FRAMO

Sonda-Radar

Componente esencial a la hora de cargar y descargar producto, cuyo buen funcionamiento y uso correcto influye bastante a la hora de averiguar la cantidad de producto restante en el tanque que queda por cargar o descargar. Se trata de un aparato que permite controlar constantemente, desde el control de carga, el vacío que hay en los tanques hasta el momento, siendo un elemento muy vigilado y utilizado por los oficiales durante las operaciones.



Ilustración 25. Sonda-Radar B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

Cada aparato se encuentra situado en el interior de cada tanque y, posee un repetidor que facilita la posibilidad de averiguar el dato de vacío de cada tanque observando tanto desde la cubierta principal, por el marinero de guardia u oficial, como desde el control de carga, por el oficial u otro tripulante, durante las operaciones.

La sonda-radar opera, a través de la transmisión continua de una serie de ondas que se reflejan sobre la superficie del producto que hay en el tanque y, una vez reflejadas dichas señales, retornan hacia el aparato radar mostrando en la pantalla, el vacío que hay en el tanque en ese determinado instante. Esta medición, se envía tanto a la pantalla de radar que hay en cada aparato de la cubierta principal, como a la unidad HANLA que se sitúa en el control de carga, proporcionando así, los datos correspondientes a ese preciso momento.

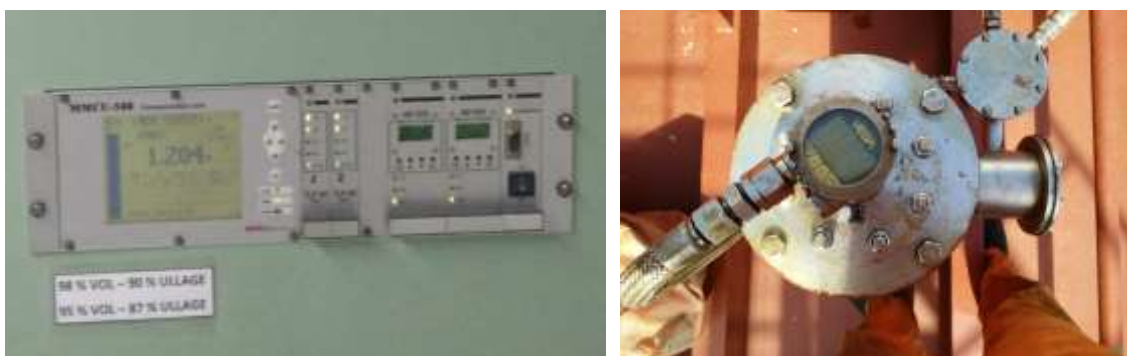


Ilustración 26. Repetidor Radar Control de Carga y Pantalla Sonda-Radar. Fuente: Trabajo de Campo

Sensores de Presión y Temperatura

En los tanques de carga, se ha de tener conocimiento tanto de la presión como de la temperatura que hay presente en el tanque, ya que se trata de elementos de gran importancia en lo que a seguridad se refiere. Dichos valores, se establecen a través del aparato sonda-radar, el cual, es el mismo que el que determina el vacío presente en el tanque.

Como se ha comentado anteriormente, al tratarse del mismo aparato, para averiguar los valores de presión y temperatura se realiza el mismo procedimiento, una onda se emite y al chocar sobre la superficie del fluido, es devuelta hacia el propio aparato con los datos de vacío, temperatura y presión del tanque.

Por otra parte, resaltar de los datos hallados tanto de temperatura, presión y vacío que al igual que se muestran en el propio aparato sonda-radar de cada tanque y en el repetidor, también aparecen en la pantalla del control de carga, donde el oficial va controlando constantemente dichos valores durante su guardia. Además, el buque dispone de unos manómetros situados en los laterales de la pasarela de la cubierta donde igualmente, se muestra la presión del tanque, la cual ha de concordar con los valores de presión que salen en la pantalla del control de carga.

Como muestra de ello, en la siguiente ilustración se muestran, en la pantalla HANLA del control de carga, datos de vacío, temperatura y presión en un momento de las operaciones durante mi etapa como alumno.



Ilustración 27. Características Pantalla de Monitoreo de la Carga. Fuente: Trabajo de Campo

Alarmas de Alto Nivel (HI) y Muy Alto Nivel (HI-HI)

Dispositivo implantado en todos los tanques de carga del buque que informa mediante una señal acústica y visual en qué momento el tanque alcanza los niveles de 95% y 98% y permite así, cargar el tanque hasta una medida de seguridad sin que rebose.

Este dispositivo funciona por medio de un aparato colocado en la cubierta de cada tanque, que penetra en él por medio de una guía en forma de tubo. En el interior del tubo, se encuentran unos mecanismos que funcionan como boyas y que, al contactar con el fluido, comienza a ascender por el tubo hasta llegar a un punto donde se alcanza el nivel de 95% y se activa la alarma; posteriormente de igual forma con la de 98% del tanque. Tras alcanzarse el determinado nivel, el sistema transmite una señal acústica por medio de los altavoces exteriores y acústica y visual en el repetidor del control de carga.

Cabe destacar la posibilidad que pueda ocurrir la obstrucción de la boya en el interior del tubo, dando lugar a posibles fallos en el sistema, inclusive el no activarse las alarmas de altos niveles.



Ilustración 28. Alarmas HI y HI-HI de Tanques de Carga. Fuente: Trabajo de Campo

Por otro lado, por medio de dos altavoces colocados encima del puente señalizados, avisan al marinero de guardia de que se alcanzado un nivel u otro en función de la alarma que se haya oído, al haber dos sonidos diferentes, uno de alto nivel (HI) y otro de muy alto nivel (HI-HI), que facilita al marinero en qué nivel se encuentra el tanque.

Al mismo tiempo que se transmite la señales en el exterior del buque, en el control de carga se localiza un repetidor de alarmas, que permite al oficial de guardia percatarse de que ha llegado a un nivel de 95% o 98% un determinado tanque, a través de una señal acústica y visual en el panel de monitoreo de la carga.

De igual forma, resaltar de las alarmas del control de carga, la posibilidad una vez se alcanza el nivel de 95% o 98% y suena la alarma de algún tanque, de poder inhibirla pulsando el botón de parar la alarma y seguidamente, mantener pulsado el correspondiente tanque que parpadea en rojo hasta que pase a quedarse en color verde, es decir inhibido. A modo de ejemplo, en la siguiente imagen se muestra el panel mencionado con algunos tanques inhibidos tanto al 95% como al 98%.



Ilustración 29. Panel Alarmas de los Tanques de Carga. Fuente: Trabajo de Campo

Vapour Lock

Conocidas habitualmente por este nombre, las válvulas de cierre de vapor, Vapour Lock, son válvulas de bola instaladas sobre un tubo vertical que sobresale mínimamente del tanque y, que se ubica en la cubierta de cada uno. Dicho tubo vertical, con un tamaño de largo similar a la altura del tanque, posee una serie de orificios en la parte que se encuentra introducida en el interior del tanque, por donde ingresa el producto que se encuentra en el tanque.

La también conocida Sounding Pipe, se utiliza principalmente para introducir en ella, aparatos como la UTI (Ullage, Temperature, Interface), que como su propio nombre indica, mide la cantidad de producto que hay en el tanque, su temperatura y si se encuentra libre de agua.



Ilustración 30. Vapour Lock Abierta y Cerrada. Fuente: Trabajo de Campo

De forma análoga, utilizado para extraer muestras si fuera necesario o solicitado por la terminal a través del dispositivo de muestreo de la carga (Cargo Liquid Sampling Device), introducir el Tankscope (medidor de concentraciones de hidrocarburos en una atmósfera inerte) cuando por ejemplo se necesite inertizar el tanque o incluso si fuera necesario, abrirse y usarse como mecanismo para ventilar el tanque en una limpieza. Como muestra de ejemplo, en la siguiente imagen se puede apreciar los diferentes aparatos que se pueden introducir en la Vapour Lock.

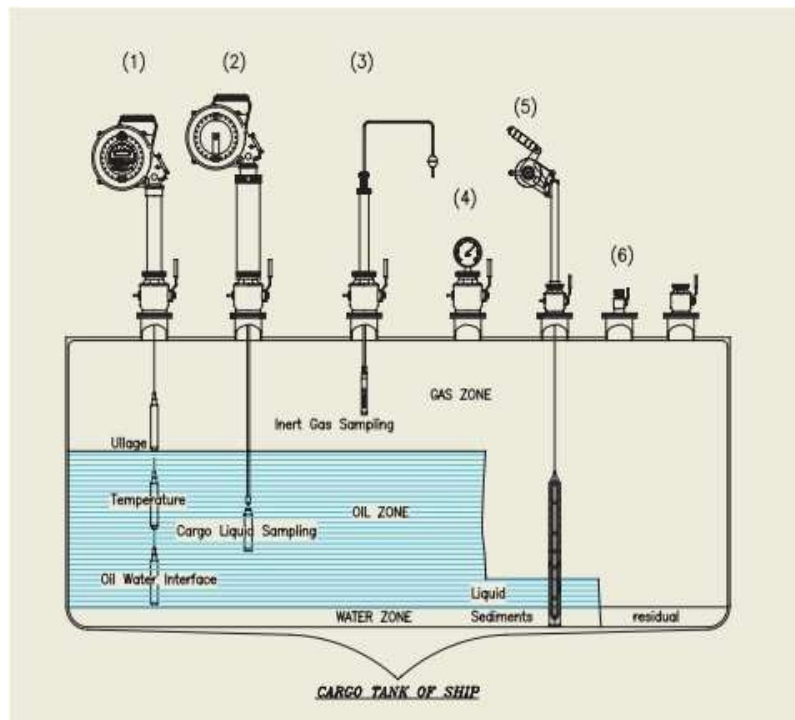


Ilustración 31. Aparatos Introducidos en la Vapour Lock. Fuente: Tanktech

Sistema Liberador de Presión/Vacío de los Tanques de Carga

Las denominadas PV's (Pressure/Vacuum Relief Valves), son piezas fundamentales en los tanques que, permiten desprender la sobrepresión o depresión producida en el interior por el producto cargado. La doble función de esta válvula, se consigue gracias al montaje de dos válvulas de presión y de vacío en una sola y, al ubicarse en la línea de venteo de cada tanque.

Diseñadas para limitar la máxima presión y vacío que pueda existir en un tanque, al tratarse de espacios cerrados donde se almacenan fluidos que generan una presión que debe liberarse por alguna parte, las PV's, siendo necesario también tener esa tapa de vacío para poder compensar cualquier presión negativa que se pueda originar dentro del tanque.



Ilustración 32. PV's semejantes a las del Tinerfe. Fuente: Niu Bros Marine Services

El funcionamiento de las PV's se basa en esa sobrepresión que se produce en carga e intenta escapar por algún lado, en este caso por la línea de las PV's. Esta presión generada, recorre la línea de venteo hasta llegar a la válvula donde, a través de la pieza en forma de cono, es decir la parte superior de esta, se levanta y descarga a la atmósfera el caudal volumétrico necesario para que se reduzca la presión a niveles aceptables (presión de operación). En caso de que en el tanque exista una presión negativa (vacío), la sobrepresión de la atmósfera levanta la tapa de vacío de la válvula y da lugar a la ventilación del tanque por aspiración.

En relación con lo anterior, las válvulas localizadas en el buque están repartidas en tres grupos, a unos 3 metros por encima de la cubierta principal, sobre una especie de peldaño. Por un lado, un grupo situado más a proa donde se encuentran las PV's de los tanques de carga 1Br/Er y 2Br/Er, otro justo a mitad de la cubierta con las PV's de los tanques 3Br/Er, 4Br/Er, 5Br/Er y, finalmente un grupo situado más hacia popa con las PV's de los 6Br/Er, 7Br/Er, 8Br/Er y la del sistema de gas inerte (Nitrógeno) con un mayor tamaño que el resto. Además, existe otro tanque de lavazas instalado en la cubierta para utilizarse en caso de que el SLOPBr se llene, que también dispone de una PV's, pero de menor tamaño a las demás.



Ilustración 33. Conjunto PV's del B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

Del mismo modo, en la situación del buque durante la carga, los tanques se mantienen con una presión positiva y una atmósfera inerte evitando la posible entrada de oxígeno del exterior en el tanque por medio de las PV's. Mientras, en la situación del buque durante la descarga, las válvulas de vacío tratan de controlar la presión negativa que se pueda producir. Sin embargo, no es el caso de este buque ya que, dispone de una planta de Gas Inerte (N_2) que aporta presión positiva constantemente a los tanques durante las descargas.

Finalmente, destacar durante la navegación, la capacidad de las PV's de operar de manera automática, aliviando la presión o el vacío que se pueda producir en los tanques por las variaciones térmicas del entorno. En el Tinerfe, las válvulas PV's están reguladas para liberar en caso de sobrepresión a una presión aproximada de 210 mb, mientras en caso de depresión aspiran del exterior por seguridad a -30 mb.

Control de Carga

Zona esencial del buque, localizada en la cubierta de toldilla, donde pasan los oficiales el mayor tiempo durante las operaciones de carga y descarga. Parte fundamental se debe a que, en él, se encuentran los principales sistemas de control remoto de las operaciones de carga y descarga, controlador de abertura/cierre de tanques de lastre del buque, sistema de abertura/cierre válvulas de descarga y repetidor controlador de la planta de Nitrógeno entre otras muchas cosas.

Asimismo, destaca por llevarse a cabo las reuniones con la terminal previas y posteriores de la carga/descarga, por aguardar gran parte de la documentación del buque y también, donde se rellenan documentos y papeles a realizar diariamente.

Igualmente, en el control de carga se localizan los sistemas alarmas de altos niveles de la carga, la pantalla de seguimiento continuo de la carga/descarga, lastre/deslastre y restos de tanques que componen el buque, el calculador de carga, estabilidad y esfuerzos, el sistema ODME (Oil Discharge Measure Equipment), el panel electrónico de gas master, el repetidor de sonda-radar de los tanques de carga, repetidores de potencia en vatios de los tres motores auxiliares, encendido/apagado de los aparatos de ventilación del Pañol del Bombero y el pañol de Químicos,...

Para una mayor profundización de los componentes y sistemas que se encuentran en el control de carga, en los siguientes puntos se explicarán los más relevantes.

- *Unidad Remota Controladora del FRAMO*

Sistema primordial que permite poder manejar las bombas de descarga, los carretes durante las maniobras de atraque y desatraque en puerto, el uso de la hélice de proa del buque, las bombas de lastre o el posibilitar hacer uso de la bomba de descarga de emergencia en caso de que alguna falle. La unidad de FRAMO se encuentra localizada en el control de carga, permitiendo el manejo constante por parte del oficial de guardia durante las operaciones.



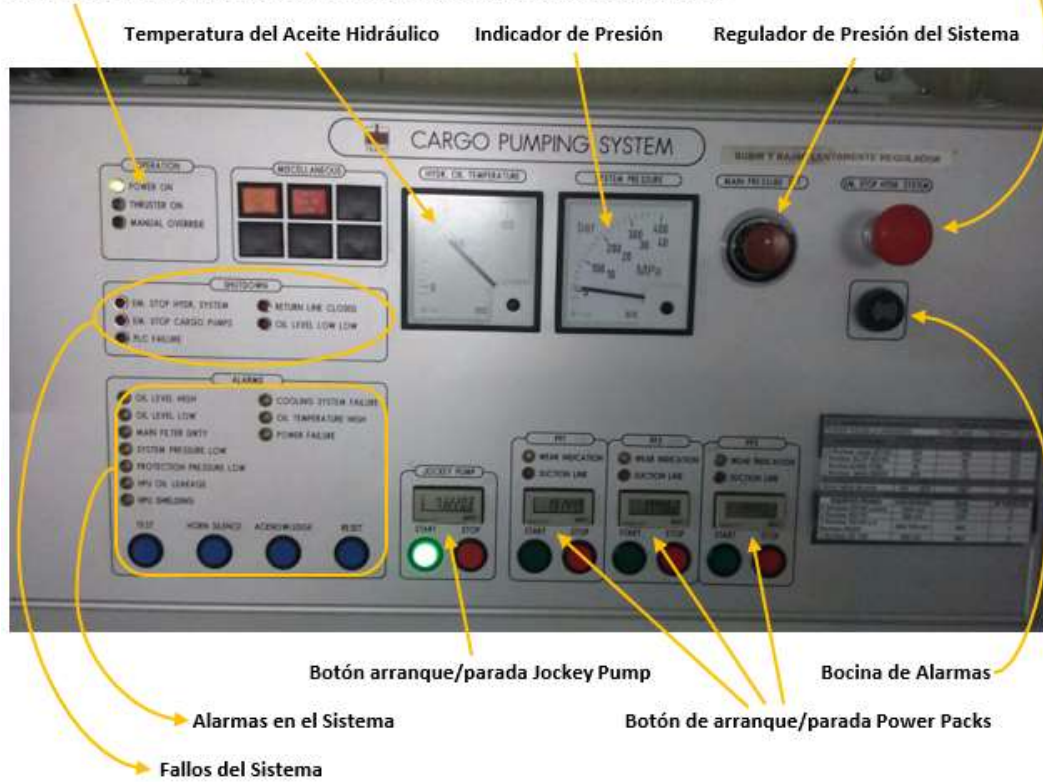
Ilustración 34. Unidad Controladora Remota FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo

Unidad empleada principalmente en operaciones de descarga y en maniobras que se compone de: un botón para arrancar/parar la Jockey Pump, aunque se debe tener siempre en funcionamiento, los botones de arranque/apagado de las tres Power Packs que, si se encuentran las tres en pleno rendimiento, permiten hacer uso de 6 bombas a la vez. De igual forma, de reguladores de las bombas de descarga de carga, lastre y lavazas, un potenciómetro que regula la presión del sistema, un botón de parada de emergencia, un panel de alarmas del sistema, una pantalla donde se muestra la temperatura del aceite hidráulico que recorre por el sistema y otra pantalla donde vigilar la presión que se le aporta al sistema, ...

Para entrar en más detalle del sistema de control de FRAMO, a través de las siguientes imágenes se explicará todos los elementos que lo componen.

Parada de Emergencia del Sistema Hidráulico

Operación que se ejecuta (encendido, hélice activada, accionamiento manual)



Temperatura del Aceite Hidráulico

Indicador de Presión

Regulador de Presión del Sistema

Botón arranque/parada Jockey Pump

Bocina de Alarmas

Alarmas en el Sistema

Botón de arranque/parada Power Packs

Fallos del Sistema

Botón Arranque/Apagado de la Bomba

Regulador Bomba Lastre Babor

Reguladores Bombas de Descarga Lado Babor



Regulador Bomba Lastre Estribor

Reguladores Bombas de Descarga Lado Estribor

Indicador de Potencia de la Bomba

Reguladores Bombas de Descarga SLOP Br y Er

Ilustración 35. Características Sistema Remoto FRAMO. Fuente: Trabajo de Campo

Dato importante a destacar, antes de poner en funcionamiento las Power Packs de la unidad de FRAMO situada en el control de carga, el hecho de tener esencialmente arrancada y en plena operatividad la Jockey Pump, sin ella no se podría arrancar cualquiera de las tres Power Pack. Además, se precisa controlar la temperatura del aceite hidráulico que debe estar por encima de los 40°C y oscilar entre los 40°C - 50°C.

En lo que al funcionamiento del sistema se refiere, por un lado, para efectuar el arranque de las Power Packs se necesitará seguir un procedimiento para su uso correcto:

- Antes del arranque, asegurar que el regulador de presión, conocido como potenciómetro, se encuentra en 0.
- Una vez asegurado, proceder al arranque de una Power Pack, cualquiera de las tres. Al pulsar el botón de una de ellas, esta empieza a parpadear con una luz color verde indicando que se encuentra en proceso de arranque.
- Finalmente, tras dejar de parpadear, pasa a quedarse fija en color verde, señalando que ya se encuentra operativa. Sin embargo, si fuera necesario arrancar alguna otra Power Pack, únicamente habría que esperar un margen de tiempo aproximadamente de 1 minuto, entre bomba y bomba.

Por otro lado, para llevar a cabo la parada de las Power Packs se requiere seguir un proceso de la siguiente manera:

- Finalizadas las operaciones, al no requerir más del uso de las bombas, parar las bombas, bajando la presión del sistema al mínimo a través del potenciómetro.
- Tras disminuir la presión del sistema al mínimo, proceder a parar una a una las bombas, dejando un intervalo de tiempo aproximado de 1 minuto entre bomba.

- Pantalla de Seguimiento de las Operaciones

Pantalla de visualización repetidora del equipo HANLA que, permite al oficial de guardia visualizar a través de una pantalla, un seguimiento en cada momento de los tanques de carga, lastre u otros que componen el buque, así como la curva de tendencia, aunque normalmente su uso sirve para vigilar los tanques de carga y lastre en operaciones de carga y descarga. De igual forma, a través de sensores, localizados en los tanques de carga, se transmite una señal al control de carga que, lleva la información al propio equipo HANLA del control de carga y ésta a su vez, se transmite a la pantalla con todos los datos referentes al tanque en ese determinado momento.

En la pantalla del sistema, se muestran datos de vacíos, presión y temperatura de cada tanque que, permiten llevar un control de la carga, así como contemplar las alarmas indicadoras de que se ha alcanzado el 98% en el tanque. Del mismo modo, se visualizan datos del buque referentes al asiento, escora, calados de proa, de popa, ... que ayudan al oficial a vigilar en todo momento que no exista riesgo de escora en el buque, que haya un asiento adecuado o que se mantenga un asiento apopante entre otras cosas.



Ilustración 36. Pantalla de Seguimiento de la Carga/Descarga Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

- *Controlador de Válvulas de Descarga*

Sistema de control remoto, situado justo debajo del controlador manual de los tanques de lastre que, permite abrir o cerrar las válvulas de descarga de los tanques. Válvulas telecomandadas de tipo mariposa que, destacan por ser válvulas que pueden regularse tanto en su abertura como cierre, es decir, abrir hasta un cierto punto y viceversa en función de lo que se necesite. No obstante, la válvula posee la posición neutra (N), aparte de la situación de abierta o cerrada que, normalmente se adopta una vez establecida la posición que se requiera.

El sistema funciona de la siguiente manera: al pulsar el interruptor (abertura o cierre) que acciona la válvula, se aporta una señal eléctrica que, se transforma a través de un sistema hidráulico en presión hidráulica y ésta, es transmitida desde el control de carga hacia la válvula permitiendo que ésta se accione.

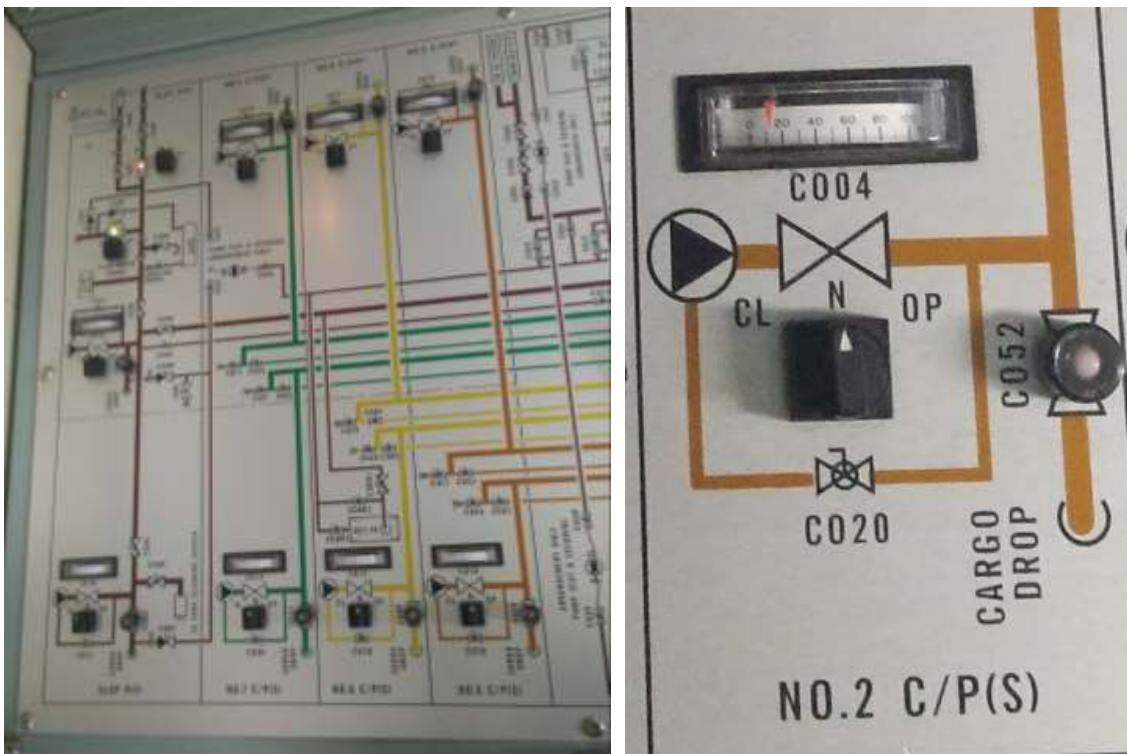


Ilustración 37. Control Remoto Válvulas de Descarga. Fuente: Trabajo de Campo

- *Controlador de las Válvulas de los Tanques de Lastre*

Sistema semejante al controlador remoto de válvulas de descarga que, se encuentra en el control de carga justo encima de este. A diferencia del sistema remoto de válvulas de descarga, este controlador no permite regular la abertura o cierre de la válvula, solo adopta dos posiciones más la neutra. Igualmente, cada posición que se ejecuta adopta un color, el color verde indica que está abierta, el color rojo que se encuentra cerrada y el color amarillo indica que se encuentra en plena operación de abertura o cierre, la cual, una vez cambie de color (verde o rojo), finaliza la acción realizada.

En condiciones normales, la válvula tarda aproximadamente un intervalo de 15 segundos en abrir o cerrar, lo que tarda en cambiar el color de la luz. Destacar que es aconsejable dejar un intervalo de 7 segundos como mínimo para poder abrir o cerrar otra válvula. Del mismo modo, el interruptor de control se mantendrá durante aproximadamente 7 segundos después de que la luz indique que está completamente abierto o cerrado la otra válvula.

Finalmente, es de gran importancia tener el conocimiento de que, al igual que ocurre con el sistema de válvulas de descarga, una vez se adopte la posición deseada, se debe regresar, el interruptor de control de las válvulas de los tanques de lastre, a la posición neutra. De igual forma, es aconsejable no abrir o cerrar más de 4 válvulas a la vez, pues puede provocar fallos en el sistema.

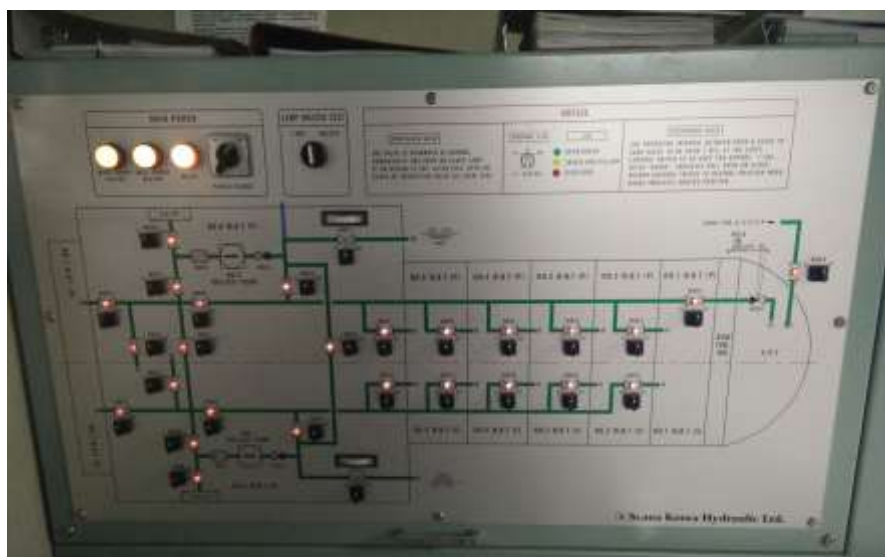


Ilustración 38. Control Remoto Válvulas de Lastre. Fuente: Trabajo de Campo

- *Calculador de Carga, Estabilidad y Esfuerzos*

Herramienta indispensable para poder realizar operaciones de carga y descarga seguras y el transporte de carga líquida con una total seguridad. El calculador se sitúa en un ordenador del control de carga que, se encuentra ligado con todo el sistema del buque, permitiendo actualizar y recibir en todo momento, a través de los sensores que posee, la información de la cantidad de producto que hay en cada tanque de carga.

Del mismo modo, posibilita calcular los esfuerzos cortantes, momentos flectores y realizar cálculos de estabilidad que tiene el buque previo, durante y posteriormente a las operaciones. Además, el buque debe poseer dicho calculador para cumplir con la Regla 37.4 del Anexo I del MARPOL 73/78 (todo petrolero de pesos muerto igual o superior a 5.000 Tn, tendrá que tener acceso rápido a programas computarizados de cálculos de estabilidad, esfuerzos, ...).

A través del programa, se ha de seguir un mantenimiento mensual donde, se comprueben y comparen las condiciones de estabilidad preestablecidas con las aprobadas por la Sociedad de Clasificación. Este programa computarizado permite calcular datos relevantes previos, durante o posteriores a las operaciones como: el tiempo aproximada que queda de carga o descarga, la cantidad de producto que se ha cargado o descargado, la carga intermedia estimada, la carga intermedia real, la carga real, ... No obstante, para realizar cálculos previos que, permitan averiguar cómo se comportará el buque tras una carga o descarga (estabilidad, esfuerzos, lastre...), hay que tener en cuenta datos relacionados con la carga:

- Producto a cargar en cada tanque
- Cantidad de producto a cargar
- Densidad de los productos cargados (a 15°C y al aire)
- Cantidad de agua de lastre a llenar o vaciar
- Datos relacionados con la máquina (cantidad de combustible gastado, combustible que hay, cantidad de aceite usado, tanques que han variado, ...)
- Datos relativos a la aguada diaria (Peak de popa, destilada, tanques estribor y babor de agua potable)

En el calculador, se hallan distintas ventanas de información de los diferentes tanques que componen el buque. Aparte, aparecen en cada instante datos en el extremo derecho de la pantalla, en referencia a calados, desplazamiento, escora, puntos críticos del buque o su estabilidad, los cuales varían a medida que se carga o descarga el buque.

En referencia a las distintas ventanas que emergen, por un lado, se encuentra una ventana donde aparecen todos los tanques de carga en forma de tabla, cada uno con una serie de datos (tipo de producto que carga, vacío (m), el volumen que hay de producto (%), el factor de corrección, su temperatura, su densidad a 15°C, toneladas métricas...). A su vez, al final de dicha ventana, se muestra tanto la cantidad que hay sumada de cada producto junto con la temperatura media de los tanques que cargan el mismo producto, como la cantidad total de carga que hay sumando todos los productos.

Por otro lado, destaca la ventana denominada otros tanques (Other Tanks), donde se localizan el resto de tanques (lastre, combustible del buque, aceite, lodos, aguada...). Igualmente, la ventana de fallos de estabilidad (Damage Stability) que permite averiguar, a través los diferentes casos de estabilidad, si el buque cumple con la distribución acordada de la carga y no peligran su estabilidad ni su seguridad.

Para una mayor comprensión, en las siguientes imágenes se muestran capturas del calculador en referencia a la ventana de Cargo Oil Tanks, donde se aprecian los datos comentados y, otra imagen de la ventana de Other Tanks, donde se muestra el resto de tanques que componen el Tinerfe.

Tabla de Desplazamiento, Calado y Escora, Estabilidad y Puntos Críticos

Las diferentes ventanas (Cargo Oil Tanks, Other Tanks, Loading Status, Damage Stability, ...)

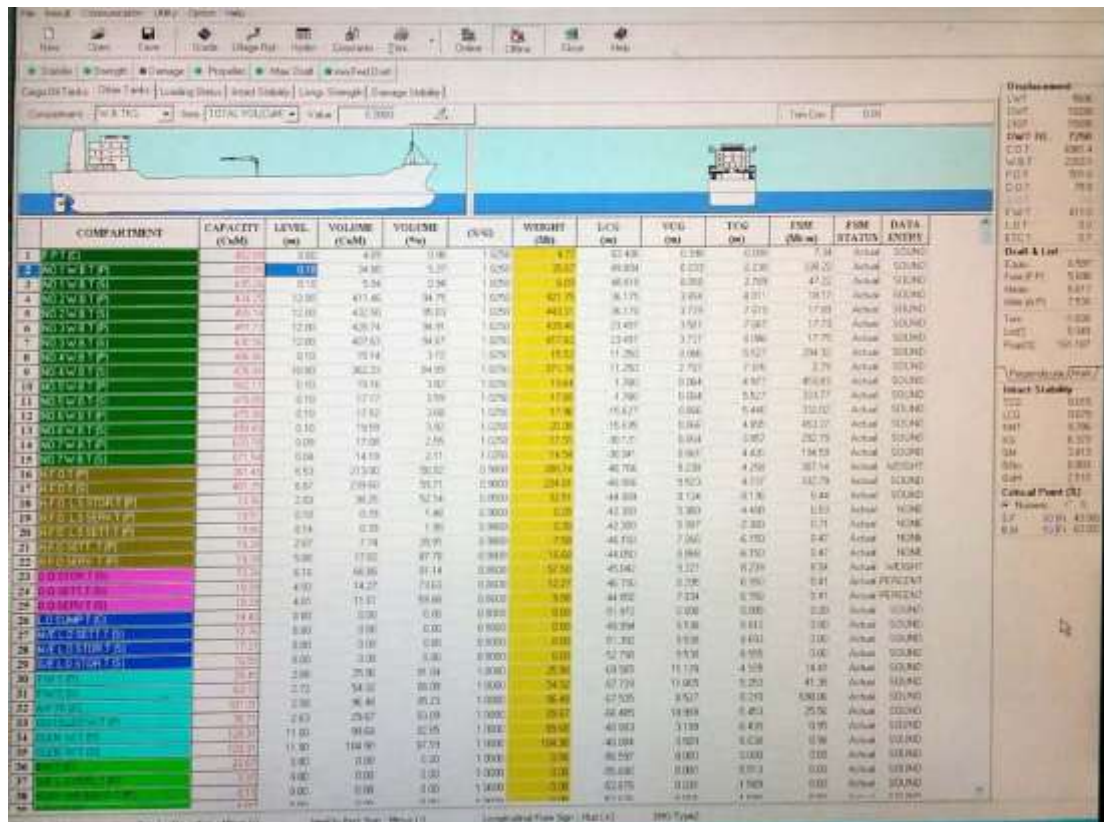
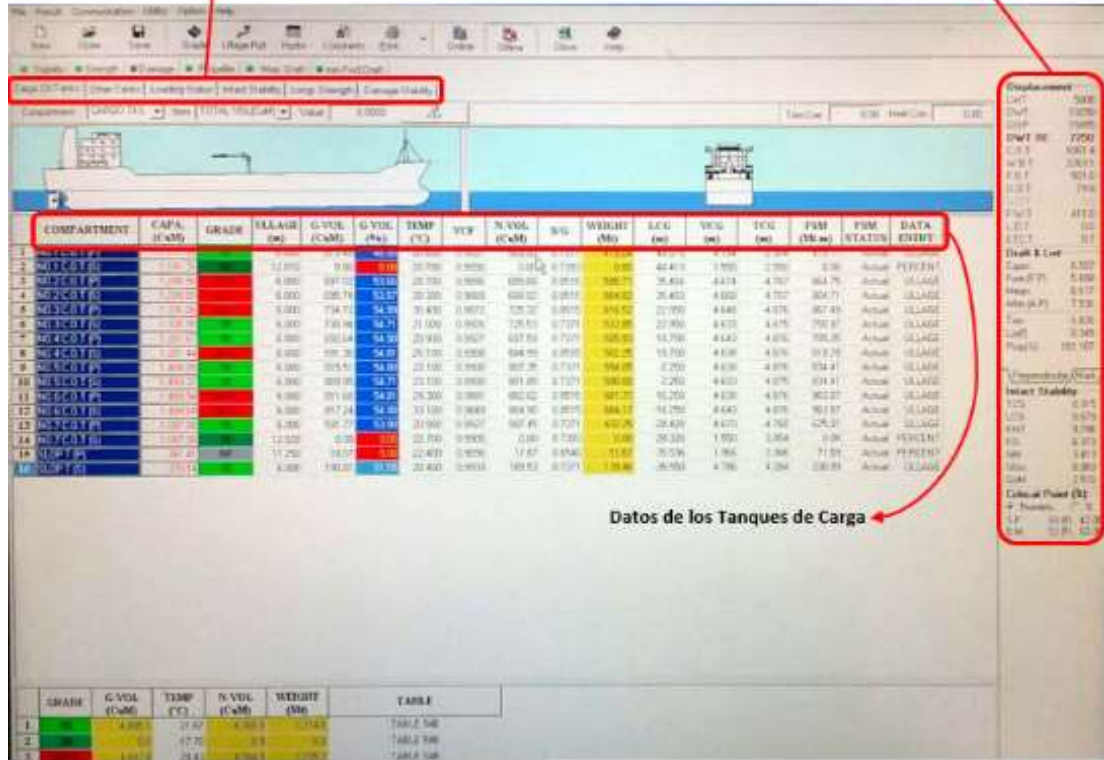


Ilustración 39. Pantalla Calculador de Carga con Tanques Carga, Lastre... Fuente: Trabajo de Campo

- Sistema ODME

El buque, en su condición de petroquímico, está obligado a llevar un sistema que mida, monitorice y registre las descargas de aguas oleosas al mar. Por ello, el Tinerfe dispone de un equipo OILCON MARK 6M situado en el Control de Carga, cuyo funcionamiento se fundamenta en la desviación de la luz infrarroja ante la exposición de partículas de hidrocarburos. A sabiendas de que el sistema se basa en la luz dispersada, para una mayor profundización acerca de éste a continuación, se explicará su funcionamiento:

El ODME (Oil Discharge Monitoring Equipment) toma una muestra de la descarga y la hace pasar por una célula detectora la cual, es atravesada por impulsos de luz infrarroja, de manera que la luz atraviesa el flujo perpendicularmente. Una vez suceda lo comentando, en caso de que haya presencia de partículas oleosas, la luz se desvía en diferentes direcciones, de tal forma que la intensidad de luz desviada en un ángulo determinado permite averiguar la concentración de partículas oleosas presentes. Por tanto, se llega a la conclusión de que la longitud de onda es proporcional al tamaño de las partículas de hidrocarburo y a medida que aumenta la intensidad de luz del haz desviado, también la concentración de hidrocarburos.



Ilustración 40. Sistema ODME semejante al del Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

Asimismo, una vez que la mezcla sobrepasa la concentración permitida, el sistema automáticamente recircula la descarga de nuevo al tanque, momento en que la célula es barrida por un flujo de agua limpia para que el sistema no de errores. Aunque la descarga no sobrepase la concentración permitida, la célula es barrida igualmente por agua limpia, a intervalos de tiempo regulares. De esta manera se evita cualquier fallo que pueda causarse por la suciedad en la célula de medida.

- *Controlador de la Planta de Nitrógeno*

Sistema de gran importancia, que permite controlar de forma remota la Planta de Nitrógeno desde el Control de Carga. Compuesto por una pantalla donde se controla la planta de nitrógeno y, donde se va modificando el aporte de gas inerte en operaciones hasta establecerlo a unas condiciones adecuadas. A su vez, el equipo se integra con otra pantalla que proporciona datos de la presión de la línea de nitrógeno y, además donde se pone a grabar, pulsando el botón RECORD, el intervalo de tiempo en funcionamiento de la planta de nitrógeno. Asimismo, mientras se encuentre operativo grabando el funcionamiento de la planta, este se va registrando, en forma de impresión, sobre un papel.



Ilustración 41. Sistema Controlador Planta de Nitrógeno. Fuente: Trabajo de Campo

7.2. Procedimientos de Carga y Descarga

Los momentos más críticos de las operaciones son el inicio y el final debido a una serie de factores. Al comienzo se deberá iniciar moderadamente, tanto para el chequeo de conexiones y líneas como para prevenir las cargas electroestáticas que puedan causar ciertos productos (caudal aconsejado 1 m/s). Tras normalizarse la situación, se aumentará el ritmo de carga/descarga hasta los máximos establecidos. Además, continuamente se monitorizarán y se mantendrán comunicaciones de las operaciones entre el buque y la terminal. Destacar del final de las operaciones, en concreto cuando se llegue a los altos niveles de los tanques del buque, el hecho de tener que moderar el caudal para evitar un posible derrame o accidente. Para una mayor profundización de las operaciones a continuación, se desarrollará cada operación.

Operaciones de Carga

Para llevar a cabo las operaciones de carga en el Tinerfe, el buque deberá llegar a la Terminal de Carga con los tanques listos para poder recibir el cargamento especificado. Además, el Primer Oficial de Cubierta tendrá que disponer de un Plan de Carga ya establecido y aprobado por el Capitán, en el que venga estipulado:

- El producto que cargar en cada tanque.
- La cantidad que cargar de cada producto previamente acordado con la terminal.
- El orden de la carga y el reparto de ésta en los tanques del buque, que impida una posible contaminación o mezcla de diferentes productos.
- Si dicha carga se va a descargar en varios puertos, tener constancia del orden y destino de las partidas en la descarga, para evitar que la estructura sufra o el buque se quede con un desmesurado asiento o escora.
- Tener en cuenta a la hora de cargar en los tanques, el producto que había anteriormente en éste, por si hay que proceder a una limpieza en concreto.
- Tras establecerse el Plan de Carga, hacer un croquis de los tanques, asignándole un color a cada producto (GNA 95: verde, GOA: amarillo, JET A1: azul, ...) y pintar el tanque que corresponde.
- Disponer de promedios de carga de cada producto, en cada una de las fases (I, II y III).

- A modo de ayuda, antes de llegar a puerto, en la zona del manifold a cargar, colocar los carteles con el nombre o las siglas del producto a cargar en cada línea.
- Comprobar el Plan de Carga en el calculador, para verificar que se cumplen los parámetros de estabilidad y esfuerzos y a su vez, que se ha realizado el reparto de la carga correctamente.
- Para evitar posibles contaminaciones, una vez en puerto, tapar todos los imbornales y tener a disposición el material anticontaminante oportuno.
- Especificar las operaciones de deslastre a realizar, detallando qué tanques se tocarán y en qué medida se dejarán, tras haberse comprobado en el calculador.
- En el aspecto de la Resolución IMO MSC 150 (77), Anexo I del MARPOL, el Fuel-Oil para usos marinos y el Capítulo VI del SOLAS, el cargador o suministrador, deberá entregar al buque las Fichas de Datos de Seguridad de cada producto a cargar (FDS).

Una vez establecido el Plan de Carga, antes de comenzar con la carga, al menos dos miembros de la tripulación (1^{er} Oficial y bombero), deberán comprobar físicamente por separado que todo el equipo de la carga se encuentran en condiciones óptimas para la operación (válvulas, colectores, estado de los tanques, cierre de tapas de los tanques...).

A continuación, tras verificar todos los equipos para la carga, el Capitán u Oficial de Guardia y el Responsable de la Terminal, se procederá a hacer entrega del Certificado de Inspección de Tanques Limpios y, a ponerse de acuerdo según IMO y el ISGOTT 5^a, para establecer por escrito el Plan de Carga definitivo, acordándose además, el orden en el que se cargarán los productos, las conexiones, la máxima velocidad de carga en cada una de las fases, si habrá desplazamientos de producto, firmar la Carta de Preaviso, si la carga la finalizará la terminal, se establecerá un canal VHF para una constante comunicación,... Seguidamente, el inspector de carga, normalmente de CLH, comprobará que los tanques están aptos y vacíos para su carga.



Ilustración 42. Conexión Manifold Buque con Brazo Terminal. Fuente: Cepsa

La carga se realizará “en cerrado” como acuerda ISGOTT 5ª y SOLAS, es decir, procurando tener las tapas de los tanques de carga, sondas y demás accesos cerradas.

El procedimiento de carga de cada tanque posee tres fases diferenciadas a tener en cuenta:

- 1) Fase I o Inicio de la carga:** Fase comprendida desde el comienzo de la carga hasta que se cubre toda la tubería de llenado por producto y cesan las turbulencias y salpicaduras en la superficie del mismo. El bombero será el encargado de avisar al Oficial de que el producto está pasando por el manifold. Esta fase estará limitada por un caudal máximo permitido, de acuerdo con el ISGOTT 5ª, 11.1.7.3, para evitar cualquier chispa producida por la electricidad estática que desprende el producto. Normalmente se recomienda que el producto entre en el tanque libremente por gravedad. Además, en esta fase se realizará una captura de los productos para su posterior análisis, mediante una purga en el manifold. Esto se debe al ISGOTT 5ª, 11.1.7.3, donde se aconseja no introducir equipos metálicos en el interior de los tanques ya que, puede provocar chispas o cualquier riesgo de incendio.

En el caso del Tinerfe, los valores de velocidad de carga inicial de los productos limpios serán de 64 m³/h si los tanques por algún motivo no se encuentran inertizados, y de 120 m³/h si los tanques de carga están inertizados.

2) Fase II o Fase Media: Fase comprendida desde el final de la fase I hasta que el tanque tenga un vacío, en el que el Capitán estima que sea necesario parar las bombas de tierra y proceder a rellenar. Esta fase tendrá un promedio de carga que estará limitado por caudal máximo permitido ya acordado debido al escape de gases del producto. Dicho escape, se podrá realizar por dos conductos, mediante la línea de retorno de gases o por medio de las válvulas de presión/vacío.

En el caso del buque, los valores de velocidad de carga máxima de los productos serán de 350 m³/h. Además, durante toda la operación, se tomarán vacíos de los tanques que están recibiendo producto, como mínimo cada hora, toma de muestras si se considera oportuno, se controlará la estabilidad, escora y asiento del buque y, se irá apuntando en el Cuaderno de Puerto de Carga los cálculos de la hora estimada de finalización, el caudal al que está entrando el producto, presión de tanques, ...

3) Fase III o Fase de Relleno: Fase comprendida desde el final de la fase Media hasta que los tanques alcanzan como máximo el 98% de su capacidad total. En esta fase, el promedio de carga disminuirá la velocidad hasta tal punto que permita parar de inmediato la carga en el tanque y cerrar las válvulas de manera segura. Dicha fase se efectuará con una monitorización continua de los vacíos de cada tanque que proporciona la sonda, para evitar el posible rebose de éstos. Así pues, a medida que se vaya alcanzando los niveles de 98% en los tanques, se irá inhibiendo la alarma y comprobando que la alarma de altos niveles de los tanques suena.

En el caso del buque, la velocidad de relleno de los tanques será de 85 m³/h. Al finalizar la carga se apuntará en el Cuaderno de Puerto de Carga, los datos previos donde se solicita la reducción del caudal, la parada de la bomba de tierra, el cierre progresivo de las válvulas, ... así como la hora finalización de la carga.

Destacar, que tras haber pasado 30 minutos de la finalización de la carga, los equipos metálicos se pueden usar para la toma de vacíos y temperaturas o para la extracción de muestras, aunque deben permanecer conectados a masa en tanto que dure el proceso.

Una vez se da por concluida la carga, se procede a tomar los vacíos, temperaturas y comprobar que no existe agua en el tanque con la UTI y, teniendo en cuenta que según ISGOTT 5ª 11.1.13.5 y 11.8.2, los materiales de las tiras que se han empleado en los equipos, como la UTI o los de extracción de muestras de los tanques, no estén fabricados de materiales sintéticos. Tras coger los vacíos y temperaturas, se procede a realizar la liquidación de la carga para compararla con la dada por la terminal y constatar que se ha cargado lo acordado. Si por cualquier motivo el caudal acordado no es el que se ha llevado en la carga y las cantidades totales se diferencian en $\pm 0,3\%$, el Oficial de Guardia rellenará la Carta de Protestas por Caudal y Carta de Protestas por Diferencias de la compañía Petrogás.

Además, de acuerdo con el MARPOL Anexo II, Regla 9 deberá apuntarse en el Libro Registro de Carga, tanque por tanque, en función de la categoría de contaminación del producto X, Y o Z según el CIQ (Código Internacional de Quimiqueros), todos los datos recogidos previamente y durante la operación como son entre otros: embarque carga, trasiegos internos, desembarque carga, que limpieza se le ha hecho a los tanques, descarga accidentales o excepcionales, ...

Finalmente, el Loading Master entregará al buque las muestras recogidas durante la carga para entregarse a los receptores en el puerto de descarga y una vez rellenado todos los documentos por parte del buque, se esperará para rellenar la documentación de la carga que trae el Loading Master y la documentación que entregará al buque la terminal (Bill of Lading), que se trata de una especie de contrato de transporte de las mercancías peligrosas en este caso, por parte del buque Tinerfe.

Operaciones de Descarga

Para llevar a cabo las operaciones de descarga en el buque Tinerfe, se deben tener en consideración una serie de pautas:

- Como mínimo dos miembros de la tripulación (1^{er} Oficial y Bombero), deben constatar por separado todos los equipos usados para la descarga, verificando el estado de las válvulas (abiertas/cerradas) en concordancia con Plan de Descarga elaborado, las conexiones en el manifolds, exhaustaciones, válvulas P/V, tapas

de los imbornales, ... y comprobando que todo está en las condiciones óptimas para poder comenzar la descarga.

- Según las recomendaciones del IMO e ISGOTT 5ª, el Capitán y el responsable de la terminal llegarán a un acuerdo, comprobando y constatando por escrito la Lista de Comprobación Buque/Terminal, acordando el Plan de Descarga y firmando la Carta de Preaviso.
- En caso de que el puerto de descarga no disponga de Lista de Comprobación Buque/Terminal, se rellenará en conjunto el Doc9N7.8 que equivale al comentado pero que lo aporta Petrogás.

Las operaciones de descarga se realizarán en cerrado, siendo únicamente a través de las válvulas P/V por donde se podrá admitir aire. En lo que respecta al Plan de Descarga, debe venir reflejado y seguir las siguientes pautas:

- El determinado número de mangueras a conectar y sus diámetros.
- Entre el buque y la terminal se ha de disponer de una brida aislante que vaya colocada entre la manguera o brazo de carga y el manifold del buque. Esto se debe al hecho de estar eléctricamente aislado con el fin de impedir posibles riesgos en el buque y a su vez, de acuerdo con lo regido en ISGOTT 5ª y el Real Decreto 145/89 del 20 de enero, por el que se aprueba el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos del Estado (artículo 101.2.1.9).
- El orden en que se procederá a la descarga de los productos.
- La máxima presión de descarga acordada en conjunto con la terminal.
- Si se producirá algún desplazamiento con agua durante la descarga y si es así, que volumen.
- Acordar un canal VHF determinado para mantener una comunicación constante con la terminal.
- Tener en cuenta en el Plan de Carga la estabilidad del buque y la necesidad de evitar excesivas superficies libres.
- Como método de anticontaminación, cerrar los imbornales de la cubierta durante la operación.

- Especificar con detalles tanto las operaciones de descarga como la de lastre del buque.
- Una vez aprobado el Plan de Descarga, no se podrá cambiar a no ser que el Capitán lo considere oportuno.
- Del Plan acordado, se imprimirán 3 copias, una para el Oficial de Guardia, otra para el Bombero y una para el responsable de la Terminal.



Ilustración 43. Brazos Terminal Motril en Operación de Descarga. Fuente: Trabajo de Campo

Durante las operaciones de descarga en Puerto, se llevará un registro de los datos que se van adquiriendo en un Cuaderno de Puerto Descarga.

Una vez se proceda a comenzar las operaciones de descarga, se deberán seguir una serie de normas:

- 1)** Previa a abrir las válvulas del manifold, el Oficial de Guardia de Cubierta, confirmará vía VHF con el responsable de la Terminal, que se encuentran todas las válvulas abiertas hasta el tanque de recepción, para poder proceder a comenzar la descarga. Asimismo, en ningún momento se abrirán las válvulas localizadas en el manifold sin antes arrancar las bombas de descarga y se haya alcanzado una presión positiva en las mismas.

- 2) **1ª Fase:** Se debe comenzar la descarga a un promedio mínimo, liberando las alarmas de altos niveles, en este caso de 98%, y activándose. Una vez que se comprueba por parte del Oficial de Guardia que se ha bajado los niveles de los tanques, es decir ha aumentado el vacío, se comentará a la terminal que, por parte del buque, ya se puede incrementar la presión hasta la acordada anteriormente.
- 3) **2ª Fase:** Una vez se confirma por parte de la terminal que se puede proceder a aumentar la presión, el Oficial de Guardia pasa a incrementar la presión de descarga hasta los valores acordados en la reunión previa. No obstante, durante la descarga los valores han de mantenerse con pocas variaciones y de forma regulada, a no ser que ocurra algún problema. Como sucede en la operación de carga, en la descarga se tomarán vacíos de los tanques descargados cada hora, registrándolo en el buque y calculando los promedios de descarga para tener una idea de la hora de finalización.
- 4) A medida que se vaya alcanzado el vacío total de los tanques, se bajaran las revoluciones de las bombas para efectuar el secado de los tanques y evitar posibles vibraciones en las mismas.

Una vez concluida la descarga, el barrido de tuberías, brazos o mangueras entre las válvulas de tierra y el manifold del buque, depende de las facilidades de las que disponga la terminal y lo que se haya acordado. Además, existen terminales que necesitan que el buque desplace con agua el contenido que haya en las mangueras o brazos para poder realizar el barrido.

Del mismo modo, tras la finalización las líneas de carga y del manifold deben drenarse hacia un tanque y, desde allí o hacia tierra o hacia el Slop y, una vez concluya el drenaje y antes que desconecten las mangueras o brazos, las válvulas del manifold del buque deben estar cerradas, abiertas las del tanque que va a recibir el contenido de las líneas drenadas y abiertos los grifos de purga de las líneas del manifold para drenar hacia el tanque.

A continuación de haberse completado las operaciones, el responsable de la terminal comprobará con el Oficial de Guardia que todos los tanques se han secado y rellenará el

documento de Inspección de Tanques de Carga Secos. Seguidamente, se verificará que las líneas de los manifold se han cerrado con bridas y sus correspondientes pernos y, que lo sobrante de las bandejas se transfiere al Slop siguiendo las medidas dictadas por MARPOL. De igual forma, se rellanarán los documentos precisos y se dará por finalizada la operación de descarga.

Finalmente, siguiendo la Regla 36 del Anexo I del Convenio Internacional para prevenir la Contaminación por los buques, del año 1973, y modificada por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78), las operaciones de descarga de hidrocarburos en buques de arqueo bruto ≥ 150 Tn, deberán rellanar el Libro Registro de Hidrocarburos (Parte III). De igual manera, conforme a la Regla 15 del Anexo II del MARPOL 73/78, todo buque al que le sea aplicable este Anexo llevará un Libro de Registro de Carga y deberá conservarlo a bordo durante un periodo mínimo de 3 años a partir del último asiento.

7.3. Fundamentos del Sistema de Gas Inerte

En buques petroleros, para poder reducir la posibilidad de generar una chispa, que pueda generar un incendio, se ha de eliminar todo sistema que pueda funcionar como comburente. Por ello, hoy en día, existen prohibiciones como las de hablar por teléfono, soldar, fumar, utilizar zapatos con partes de metal, ... para evitar dichos accidentes. Como solución al problema, se ha implantado el uso del llamado gas inerte.

En los tanques de los buques que transporten productos derivados del petróleo, se sustituye la atmósfera de aire por una atmósfera inerte, ausente de oxígeno. Este sistema de gas inerte, además de permitir la posibilidad de un transporte de hidrocarburos seguro, se emplea para desplazar los vapores de hidrocarburo en situaciones en las que deba accederse a los tanques ya sea inspecciones, revisiones, reparaciones, ...

En lo que al gas inerte se refiere, se trata de un gas o mezcla de gases cuyo contenido de oxígeno es tan bajo que es escasamente improbable que pueda dar lugar a una combustión. Además, normalmente los hidrocarburos y sus derivados no suelen llegar a inflamarse en atmósferas comprendidas en un porcentaje del 11% oxígeno en volumen.

Este gas se puede generar a través de diferentes fuentes, como pueden ser: de la combustión de una caldera, desde un generador independiente, del escape de un motor o desde un tanque de almacenamiento. En lo que respecta al buque Tinerfe, este gas se obtiene por medio de un generador de gas inerte independiente (N_2).

La principal función del gas inerte es permitir combatir el riesgo de explosión y asegurar, en la medida de lo posible, cualquier riesgo de incendio en los tanques. Para que dé lugar dicha protección, se desplaza el aire que hay en el interior de ellos, cargado de oxígeno (21%), hacia el exterior. De la misma manera, suele emplearse para airear los tanques de e impedir en los tanques de carga posibles situaciones de sobrepresión o vacío.

Previo a ser repartido hacia los tanques, el gas inerte tiene que haber sido previamente enfriado y purgado con el objetivo de eliminar así, las posibles partículas que puedan generarse a raíz de su manejo, como es el caso del azufre. En cuanto a operaciones donde se haga uso del gas inerte se tendrá en cuenta:

En primer lugar, en lo que al proceso de descarga respecta, se debe llegar a la terminal con la planta de gas inerte verificada y con los tanques de carga inertizados. No obstante, en ningún momento debe dejarse entrar aire en el tanque sino más bien, debe permanecer en todo momento una presión positiva dentro de este. Finalmente, una vez atracados, se debe iniciar inmediatamente el abastecimiento de gas inerte hacia los tanques de carga antes de dar comienzo a la descarga, con el propósito de aumentar la presión de estos y poder comenzar así, la operación de descarga con presión positiva en los tanques de carga.

Por otro lado, en lo que a la limpieza de tanques se refiere, normalmente se garantizará que la proporción de oxígeno se encuentre por debajo del 5% en volumen. No obstante, si surge algún problema en la planta de gas inerte, las operaciones de lavado se pueden interrumpir, si el tanto por ciento de oxígeno se encuentra por encima del 5% en volumen o si la presión en el tanque ronda por debajo de la atmosférica. A pesar de ello, si es necesario entrar en los tanques inertizados, se limpiarán de acuerdo con lo

establecido en el procedimiento “P9N15 Limpieza y desgasificación de tanques” de la empresa Petrogás.

Del mismo modo, los tanques que se han limpiado y desgasificado se han de volver a inertizar, siempre que sea posible, durante el trayecto en lastre justo antes de proceder a las operaciones de carga, con el fin de probar y verificar que el sistema de Gas Inerte del buque funciona correctamente

Las referencias legales sobre el Gas Inerte están en el capítulo 7 del ISGOTT 5ª edición, el Manual del Sistema de Gas Inerte y el Manual de Procedimientos y Medios aprobados por la Sociedad de Clasificación y la Administración Española y en el SOLAS 74/88, Cap. II-2, modificado por la Resolución MSC (99)73 que está en vigor desde el 1 de enero del 2002, y establece la obligación de disponer de un sistema de gas inerte, adecuado a lo establecido en el Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra-Incendios (SSCI, Capítulo 15).



Ilustración 44. Líneas de Nitrógeno, Espuma, Limpieza, ... Fuente: Trabajo de Campo

Planta de Nitrógeno B/Q Tinerfe

El buque Tinerfe dispone de una planta generadora de nitrógeno capaz de abastecer de gas inerte a los tanques de carga y a los Slops. Dicha planta, funciona a través de la separación del aire mediante el uso de membranas poliméricas (película delgada que

permite que pasen a través de ella algunas moléculas y otras no), la cual, está dispuesta de 28 tubos en su interior. Este aire separado, se suministra por dos compresores de tornillo desde la sala de máquinas.

La planta que proporciona nitrógeno en el buque se ha diseñado de acuerdo con el reglamento de la OMI y las Reglas de la Sociedad de Clasificación. El sistema, se encuentra instalado en la cubierta de toldilla, justo detrás de la cocina, y tiene una capacidad de aire basada en porcentajes del nivel de oxígeno en el nitrógeno que se ha calculado con una temperatura ambiente de 20°C, un 80% de humedad relativa y a presión atmosférica.

El sistema de gas inerte debe ser capaz de abastecer con gas inerte a todos los tanques de carga a un caudal del 125% en comparación con el promedio de la descarga. A su vez, debe estar capacitado para proporcionar gas inerte, con un contenido de oxígeno que no supere el 5% en volumen, al colector general de distribución de gas de los tanques.

El procedimiento que permite obtener el gas a utilizar en los tanques se fundamenta en la ley de transporte de gases permeable, que funciona a través de una membrana polimérica, donde los gases más rápidos que traspasan la membrana se desechan a la atmósfera alrededor de un 35%, mientras que el gas producto, en este caso nitrógeno, que atraviesa más lento se aprovecha para el desarrollo de la inertización.

De igual manera, el proceso comentado es capaz de ofrecer una tolerancia máxima de pureza del 95% al 98% de nitrógeno, siendo ese 2% sobrante perteneciente al nivel de oxígeno por volumen.



Ilustración 45. Botellas de Nitrógeno. Fuente: Trabajo de Campo

Una manera para poder combatir el riesgo de incendio o explosión, de los gases presentes en los tanques de carga, es mantener una atmósfera pobre en oxígeno. Esto se hace posible al introducir el gas inerte en los tanques, que minimiza el contenido de oxígeno por volumen en el interior del tanque, dando lugar a una atmósfera no inflamable. No obstante, a través del capítulo 7 del ISGOTT 5ª Edición, se pueden apreciar una serie de definiciones que permiten esclarecer y profundizar más sobre el sistema:

- **Inertizar:** Método basado en inyectar gas inerte en un tanque hasta alcanzar su condición de inertizado, basándose en la disminución del contenido de oxígeno hasta un nivel en el que sea imposible generarse una combustión.
- **Inertizado:** Condición donde el contenido de oxígeno, presente en la atmósfera del tanque, se ha reducido a unos valores por debajo del 8% en volumen.
- **Purgar:** Proceso de introducir gas inerte en un tanque inertizado para reducir o sustentar su contenido bajo de oxígeno, añadiendo o reduciendo el contenido existente de gas de hidrocarburo a un nivel en el que una combustión no puede llevarse a cabo si luego de ello se inserta aire en el tanque.
- **Rellenar:** Técnica basada en meter gas inerte al tanque, para mantener en su interior una pequeña presión positiva que impida la entrada de aire desde el exterior.



Ilustración 46. Planta Gas Inerte B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

Por otro lado, en el capítulo 7.1.4 del ISGOTT 5ª Edición, se describen dos tipos de procesos de inertización, el denominado por mezcla y la técnica por desplazamiento. En el caso del Tinerfe, el sistema se basa en la inertización por mezcla, ya que se trata del método más rápido por las características que posee el buque.

- **Por mezcla:** técnica mediante la cual, el gas inerte que se inserta en el tanque se mezcla con la atmósfera que existe dentro de éste, dando lugar a una mezcla homogénea en la atmósfera del tanque que se mantiene hasta que la concentración del gas original vaya disminuyendo poco a poco. No obstante, se debe tener en cuenta que, el gas inerte introducido en el tanque tenga la suficiente velocidad de entrada que le permita adentrarse hasta el fondo de éste. Para poder hacerse efectivo el proceso, se debe limitar el número de tanques en los que se realice la acción.
- **Por desplazamiento:** Procedimiento que depende en cierta medida de que el gas inerte sea más ligero que los gases de hidrocarburo. Cuando el gas inerte se adentra por la parte de arriba del interior del tanque, en este caso por la línea de nitrógeno, el gas de hidrocarburo se libera por la línea bajante del tanque situada en la zona inferior del tanque. Sin embargo, se ha tener en cuenta que la velocidad de entrada sea lo bastante lenta que asegure una interfase horizontal estable entre los gases de entrada y de salida. A pesar de ello, en la práctica resulta inevitable que se produzca dilución, debido a que se generan perturbaciones como consecuencia del flujo de gas inerte. Esta técnica es bastante favorable cuando se deben inertizar varios tanques al mismo tiempo.

Destacar además la existencia de otra técnica, que recibe el nombre de inertización por Cascada, mediante la cual, la atmósfera que se expulsa del tanque, por el gas inerte que se aporta a éste, se aprovecha para reducir el nivel de oxígeno que se encuentra presente en la atmósfera de otro tanque, provocando de esta manera que éste también se vaya inertizando. Con esta técnica, se consigue aprovechar al máximo el proceso de inertización.

Finalmente, cabe destacar que el buque Tinerfe también dispone de una botella de capacidad de 10 m³ que permite llevar a cabo la técnica de “padding” (relleno), la cual consiste principalmente en el rellenado del 2% del volumen de cada tanque de carga

con gas nitrógeno durante la navegación a medida que van perdiendo presión. Además, la botella dispone de una reductora de presión de nitrógeno, la cual provoca que, a la entrada de la botella, la presión llegue a alcanzar los 10 bar, mientras, a la salida hace que disminuya y salga con 0,15 bar. Esto permite el llenado del 2% del volumen de los tanques con mayor seguridad, al tener una baja presión en poco margen de espacio libre de los tanques.



Ilustración 47. Botella de "Padding" de Nitrógeno. Fuente: Trabajo de Campo

Rendimiento Planta de Nitrógeno en el Tinerfe

La Planta de nitrógeno en el buque trabaja con un rendimiento que ronda los siguientes valores que han sido cedidos por el buque:

- Capacidad al 95 % N₂: 2.250 Nm³/h.
- Capacidad al 98 % N₂: 908 Nm³/h.
- Presión de descarga en la línea de alta presión es de 10 bar y presión de descarga en la línea de baja presión es de 0.2 bar.
- Demanda de aire de alimentación: 4325 Nm³/h.
- Temperatura de descarga N₂: no más de 55°C.
- Composición del gas purgado: N₂ + Ar.
- Punto de rocío: -70°C después de la expansión a presión atmosférica.
- Temperatura ambiente: entre los 3°C y los 45°C.
- Temperatura del aire de alimentación desde los compresores: máximo 45°C.
- Temperatura del aire alimentación en membranas: máximo 55°C.

- Flujo requerido del aire de alimentación: máximo 5.060 m³/h.
- Presión requerida del aire de alimentación: 13 bar antes de la entrada a las membranas.
- Suministro eléctrico: 3 x 440V/60Hz.
- Consumo eléctrico: 25kW (máxima carga calentador).
- Nivel de ruido: < 85db (A) a 1 metro de distancia.

Riesgos del Uso de Gas Inerte B/Q Tinerfe

En la utilización de una planta de gas inerte hay que tener en cuenta los siguientes riesgos:

- Retroceso de gases de la carga: Con el fin de imposibilitar el retorno de gases propios de la carga desde los tanques hacia el Sistema de Gas Inerte (IGS), se coloca una barrera, ya sea una válvula de retención y una exhaustación en el colector. Asimismo, es muy importante que estos equipos se encuentren siempre operativos.
- Deficiencia de oxígeno: El riesgo de estar expuesto a una atmósfera que contenga poca concentración de oxígeno, no implica la aparición de síntomas que se puedan reconocer a simple vista. Por ello, antes de que se produzca la inconsciencia, de la cual pueden generarse daños tanto en el cerebro como incluso la propia muerte en pocos segundos, resulta de vital importancia ventilar los espacios inertizados hasta que los contenidos de oxígeno en los mismos alcancen un 21%.
- Toxicidad de vapores de hidrocarburos: El gas inerte no es el culpable de esta toxicidad sino el que combate dicha toxicidad, ya que los principales causantes de la toxicidad son los gases de hidrocarburos. A raíz de estos vapores, surgen bolsas de gases y por ello se debe continuar con la desgasificación de los tanques hasta que estos lleguen a unos valores que rondan el 1% del LEL.
- Presión del tanque: Al mantenerse un tanque inertizado con una presión positiva, se ha de avisar al personal contra el peligro que pueda ocasionar esta presión. Además, si se necesita abrir alguna de las aberturas para la toma de muestras, medidas, ... se ha de disminuir esa presión hasta el nivel que convenga.

Mantenimiento del Sistema de Gas Inerte

El Sistema de Gas Inerte (IGS) debe operarse, probarse y supervisarse a intervalos regulares y de conformidad con los requisitos, procedimientos e instrucciones recomendados por el fabricante y contenidas en el Plan de Mantenimiento del buque Tinerfe.

Los resultados y hallazgos del mantenimiento, inspecciones, test, verificaciones y calibraciones deben registrarse y estar disponibles a bordo del buque. A su vez, la existencia de piezas de repuesto debe mantenerse al nivel que corresponda, en cualquier caso.

Todos los sistemas de seguridad del gas inerte deberán comprobarse antes de su uso, para asegurarse de su correcto funcionamiento en caso de que sea necesario. Estas pruebas vienen descritas en el Manual de Operaciones de Gas Inerte que se encuentra en el buque, debiendo incluir en él lo siguiente:

- Los equipos de control del oxígeno deben calibrarse y comprobarse las alarmas, esto incluye tanto los equipos portátiles como fijos.
- Sistemas de cierre automático y válvulas.
- Los detectores de gas de hidrocarburos (Tankscope) deben calibrarse y a su vez, comprobarse las alarmas.
- Se deben revisar y probar las alarmas acústicas y visuales del IGS ya sea, por ejemplo: contenido de oxígeno superior al 8% en volumen, presión de gas elevada, fallos en el suministro de energía al generador, ...

Válvulas de la Línea de Gas Inerte

En el Tinerfe, se dispone de una línea que distribuye el gas inerte, en este caso nitrógeno, localizada en la cubierta principal y que comunica la planta de gas inerte con los tanques de carga, a través una línea que conecta con cada tanque de carga y con los Slops. Además, esta línea posee dos válvulas del tipo mariposa, situados en el exterior de cada uno de los tanques de carga, que permiten o impiden el paso del gas nitrógeno al tanque que proviene de la Planta de Gas Inerte. Todo lo comentado se rige de acuerdo con el SOLAS, Parte B: Prevención de incendios y explosiones, Regla 4, 5.3.2.2, que establece

que cada tanque de carga debe ser capaz de estar aislado mediante válvulas cuando estos medios, en este caso la línea de nitrógeno, estén combinados con el resto de tanques de carga.

Como método de distinción del resto de válvulas, las válvulas de nitrógeno de cada tanque de carga están pintadas de color amarillo. Dichas válvulas se deben dejar abiertas en operaciones de descarga y en procesos de inertización, mientras que en las operaciones de carga permanecerán cerradas y con la cadena y candado puesto, como se observa en la imagen de abajo. A excepción de lo anterior, se podrán abrir antes del comienzo de la carga o durante el viaje para presurizar el tanque, con el objetivo de mantenerlos con presión positiva superior a 100 mm por columna de agua.



Ilustración 48. Válvulas de la Línea de Nitrógeno TC7Br. Fuente: Trabajo de Campo

7.4. Fundamentos del Sistema de Lastre

El buque Tinerfe se compone de 14 tanques de lastre de 12 metros de longitud, más el Peak de Proa, repartidos de forma similar por las dos bandas del buque y con una capacidad total al 100% de 7.599 m³. Los tanques se distribuyen por el buque de proa a popa por los costados de este, en el espacio del doble casco, bajo los tanques de carga. Igualmente, disponen de un revestimiento especial anticorrosivo, a base de pinturas plásticas de larga duración, las cuales son de la misma marca que las usadas para los tanques de carga (SIGMA).



Ilustración 49. Entrada Tanque de Lastre. Fuente: Trabajo de Campo

Se trata de un sistema de lastre que cumple con los criterios de estabilidad establecidos por la OMI, donde no resulta necesario insertar agua de lastre en los tanques de carga. Sin embargo, el buque dispone de una conexión con los tanques de carga, en caso de que las condiciones atmosféricas sean adversas, siendo el Capitán el encargado de ordenar usar los tanques de carga como lastre si lo considera oportuno.

Cada tanque de lastre está compuesto principalmente por dos tapas, situadas en la cubierta principal, por donde poder entrar y salir del tanque, un suspiro o ventilación de lastre, por donde sale el aire del interior del tanque, ánodos de sacrificio para proteger contra la corrosión las estructuras metálicas sumergidas del tanque de lastre (Capítulo II, Regla 3.2 del SOLAS), un sistema sensor de lastre que capta la cantidad de agua de

lastre que existe en cada momento por medio de la presión de la columna de agua y un sistema detector de gases o también denominado gas sampling.



Ilustración 50. Gas Sampling y Suspiros de Tanques de Lastre. Fuente: Trabajo de Campo

En lo que al lastre y deslastre respecta, el buque dispone de dos bombas de lastre que permiten lastrar y deslastrar el buque. Los tanques pueden lastrarse y deslastrarse por gravedad, en este caso teniendo en cuenta el nivel de la línea de flotación en la que se encuentre el buque y el asiento que presente en el momento. De igual forma, los tanques de lastre pueden lastrarse y deslastrarse por medio del uso de las bombas de lastre, las cuales son bombas centrífugas de FRAMO que funcionan con el aporte de aceite hidráulico.

Destacar del buque, el tanque Peak de Proa y el Peak de Popa. Por un lado, el Peak de Proa funciona como tanque de lastre y sirve para corregir el trimado del buque. Además, el Peak de Proa se diferencia del resto de tanques al lastrarse, ya que solo se puede mediante el uso de las bombas contraincendios de las que dispone el buque (dos principales y una de emergencia). Mientras que para su deslastre, existen dos formas: por medio de la gravedad hasta el nivel de la línea de flotación o con las bombas de lastre alineando el tanque con estas. Por otro lado, se encuentra el Peak de Popa, el cual no cumple la función de tanque de lastre, si no que se utiliza para la aguada.

Bombas de Lastre

Los tanques de lastre del Tinerfe disponen de dos bombas de carga/descarga de agua de lastre que permiten vaciar y llenar los tanques en función de la necesidad que se requiera. Las bombas de lastre se ubican en la cubierta principal, en cada costado del buque, aproximadamente entre los tanques 5-6 de lastre y, operan a través del aporte de aceite hidráulico a alta presión, como las bombas de descarga de producto.

Destacan, por ser bombas centrífugas FRAMO que trabajan con un caudal máximo de 350 m³/h y, que se activan y regulan a través de la unidad remota controladora de FRAMO, situada en el Control de Carga. Al igual que las bombas de descarga, las bombas trabajan normalmente con una presión máxima de 220 bar. A su vez, dichas bombas pueden activarse y regularse de forma manual con el manguito que poseen y, ayudándose del visor de presión que la compone, permite controlar la presión que se le está dando a la bomba.



Ilustración 51. Vista Bomba Lastre desde Cubierta Ppal. Fuente: Trabajo de Campo

A continuación, para una mayor profundización, en la siguiente ilustración se muestra todos los componentes de la bomba sumergida de lastre. De dichos componentes los más relevantes son las líneas de avance de alta presión y retorno de baja presión de

aceite hidráulico pintadas en color rojo (High Pressure) y amarilla (Low Pressure), los ánodos de sacrificio distribuidos por toda la bomba que protegen la bomba contra la corrosión que pueda producir el agua salada, la línea del cofferdam, el controlador manual de la bomba, la línea de succión y de descarga del agua de lastre, el cabezal de la bomba, ...

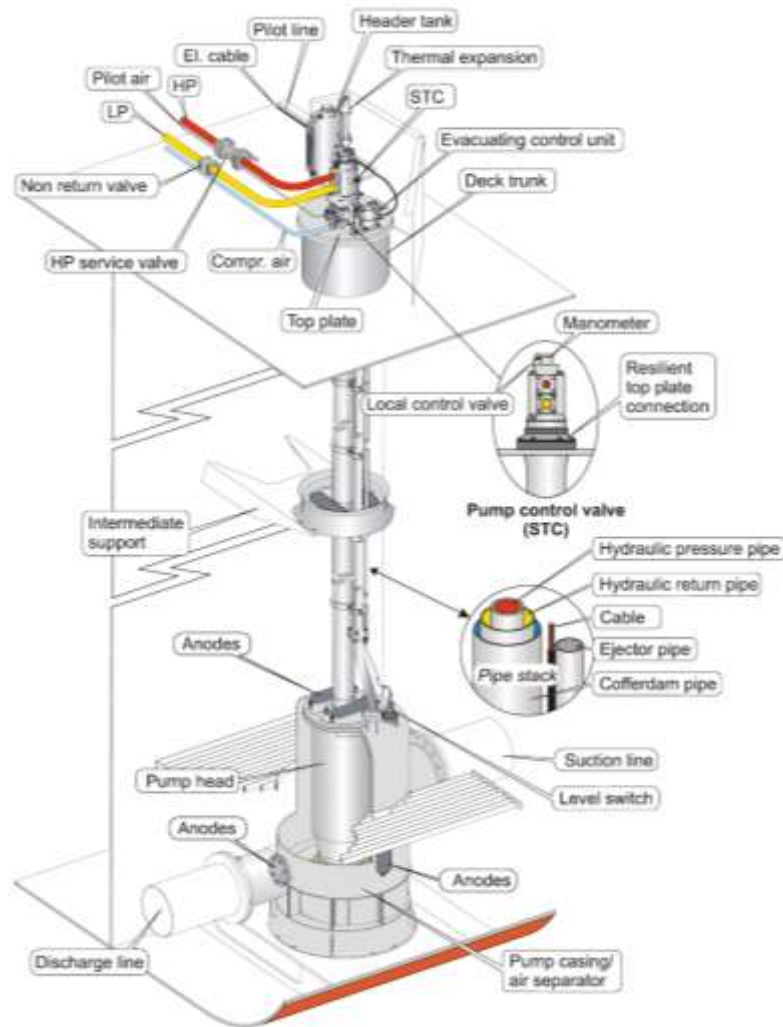


Ilustración 52. Elementos Bomba Lastre FRAMO. Fuente: Manual del FRAMO

Finalmente, destacar el cofferdam de la bomba, ya que es esencial para la segregación de la sección hidráulica de la bomba de lastre y para controlar el sello de la bomba. El mantenimiento del cofferdam se llevará a cabo periódicamente con el fin de:

- Controlar el líquido del cofferdam producido entre las caras del sello debido a la sobrepresión estática en el cofferdam.
- Monitorear la condición del sistema de sellado del eje mediante la vigilancia del nivel del líquido en el depósito de cabecera.

Bombas Contraincendios, de Sentinas y de Emergencia.

El buque cuenta con dos bombas una de sentinas y otra de servicios generales y contra incendios, ubicadas en la cubierta más baja de la sala de máquinas. Dichas bombas permiten bombear a una capacidad de 200 m³/h cada una.

Asimismo, dispone de otra bomba, la de contra incendios de emergencia. Dicha bomba se encuentra instalada en el túnel de la hélice de proa y su capacidad de bombeo es de 75 m³/h mucho menor al resto. No obstante, esta bomba posee una característica diferente a las demás, tiene una aspiración al mar independiente en proa y permite abastecerse tanto del suministro eléctrico general como el de emergencia. Además, la bomba también se utiliza para limpiar las cadenas del ancla y permite activarse desde el Pañol del Contra maestre.

Finalmente, cada bomba puede accionarse desde diferentes puntos del buque, ya sea el Puesto de mando, el Control de Carga, la Sala de Control de Máquinas, el pañol Contra incendios o junto al lugar donde se encuentran las mencionadas bombas.



Ilustración 53. Bomba Servicios Generales y Contra incendios. Fuente: Trabajo de Campo

Suspiros de los Tanques de Lastre (Air Vent Head)

Todos los tanques de lastre del buque se componen de suspiros o sistemas de ventilación que permiten expulsar los gases que puedan producirse en los tanques cuando se encuentren llenos. Se trata de un sistema de ventilación del tanque de lastre a través de una línea que conecta el tanque con el exterior por medio de una válvula de retención con dos orificios por donde se expulsa y aspira aire.

Funcionan básicamente, cuando la presión en el interior del tanque se encuentra baja, aspiran aire del exterior mientras, si la presión dentro del tanque es alta, expulsan hacia fuera el aire. Igualmente, mantienen la presión del tanque con la presión de diseño (máxima permitida en el interior) al aspirar continuamente aire. Además, se componen de una rejilla por cada orificio por donde aspiran y expulsan aire, que evita que el agua de mar, la lluvia, los insectos, ... entren en el interior del tanque.

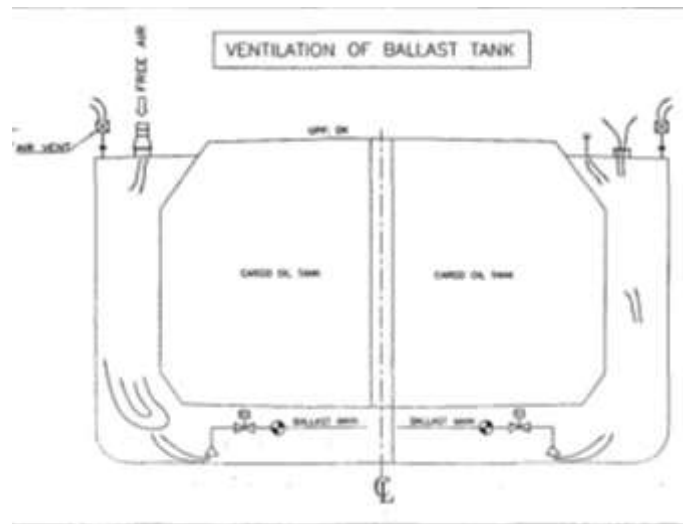


Ilustración 54. Suspiros y Plano Ventilación Tanques Lastre. Fuente: Trabajo de Campo y Manual Tinerfe

Operaciones de Lastre

Cuando el buque navegue en lastre, se deberá adoptar la situación de lastre que viene indicada en el Cuaderno de Información de Estabilidad y que sustenta el Capitán.

En la medida de lo posible, los tanques utilizados para el lastre deberán ir al 100% de su capacidad, todo ello en función de las circunstancias del momento y del viaje. Al igual, siempre que se pueda, modificar lo menos posible el lastre cuando se esté navegando.

Operaciones de Deslastre

En lo que a la operación de deslastre se refiere, se ha de tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Antes de comenzar a descargar el agua de lastre, comprobar que no está contaminada por resto de hidrocarburos o existe restos de limpiezas provenientes de tanques de carga o Slop. Esto se verificará mediante la medida de la concentración de gases de hidrocarburos.
- El deslastre debe realizarse de tal forma que no provoquen esfuerzos excesivos en la estructura del casco del buque. A ser posible mantener el buque con el suficiente asiento apopante, pero en ningún caso superior a 4,0 metros.
- Al igual que comprobar continuamente el asiento, verificar que el buque no excede el máximo calado permitido para el atraque. Para ello mantener el buque con un calado que permita en cualquier momento, ya sea una emergencia, maniobrar para abandonar el atraque.
- Realizar las operaciones de deslastre al mismo tiempo que las operaciones de carga, para así evitar esfuerzos excesivos en la estructura del casco del buque.
- En cualquier momento que se averigüen posibles indicios de contaminación en el agua segregada al mar, se parará la operación de deslastre.

Con el objetivo de comprobar la estanqueidad de la estructura de los tanques de lastre, periódicamente, cuando el buque se encuentre en la condición de carga y tanques de lastre vacíos, se procede a tomar valores de %LEL que hay en el interior de estos.

Gestión del Agua de Lastre

Según el Convenio Internacional sobre la Gestión del Agua de Lastre, sección B (Prescripciones de Gestión y Control aplicables a los buques) dictamina que cada buque deberá llevar a bordo y aplicará un Plan de Gestión del Agua de Lastre. Dicho plan será específico para cada buque e incluirá los siguientes datos:

- Señalará los procesos de seguridad para el buque y para la tripulación en referencia a la gestión del agua de lastre que rige el Convenio.

- Describirá las medidas a adoptar para la descarga de los sedimentos en la mar o en la tierra.
- Indicará las acciones a tomar en la gestión del agua de lastre a bordo para coordinar las descargas a la mar con las autoridades del Estado competentes.
- Incluirá el nombre del Oficial del buque encargado de aplicar de manera correcta el plan.
- Estará redactado en el idioma de trabajo del buque.

El agua de lastre transportada por los buques puede llevar consigo alguna especie de bacteria, planta o animal que ocasione en el puerto de descarga, ya sea otro estado u océano, la formación de colonias de animales dañinos o especies invasoras que puedan dañar el ecosistema de esa zona. Es más, dicho transporte ha sido catalogado por la OMI y la OMS como un riesgo potencial, al ser un medio de expansión de epidemias provocadas por bacterias.

Por ello, la IMO ha aconsejado que se suministre a cada buque un Plan de Gestión del Agua de Lastre acorde con las medidas que tome cada país miembro. Del mismo modo, algunos países han establecido una serie de medidas que obliguen al buque a transmitir datos referentes al agua de lastre que transportan, ya sea la cantidad de agua de lastre que llevan, zona donde ha sido lastrado y si han seguido el Plan de Gestión de Agua de Lastre correctamente.

Finalmente, según el Anexo I del Protocolo de 1978, MARPOL 73/78, todo petrolero de arqueo bruto ≥ 150 Tn llevará a bordo un libro de Registro de Hidrocarburos (Parte II Operaciones de Carga y Lastrado). Por ello, el Tinerfe dispone de dicho libro donde registra todo lo referente a las operaciones de carga y lastrado durante cada operación.

7.5. Elementos, Procedimientos de Limpieza y Desgasificación de Tanques

Una vez se finalizan las operaciones de descarga de productos derivados del petróleo, si el posterior cargamento de producto es el mismo que el anterior producto cargado en el tanque, no se necesitará limpieza ni desgasificación de los tanques de carga. Por el contrario, si la próxima carga resulta diferente para uno o varios tanques, se necesitará limpiar y desgasificar los tanques de carga siguiendo unas precauciones y medidas oportunas en función del producto a cargar.

Para realizar los procedimientos de limpieza, deben planificarse y documentarse con anterioridad para evaluar los posibles riesgos y tomar las precauciones oportunas con el fin de reducir el nivel de riesgo (ISGOTT 5ª Edición, 11.3.2). Normalmente, el principal peligro en dichas operaciones es el fuego o explosión por encontrarse los tanques con una atmósfera inflamable y una fuente de ignición. Por ello, con el fin de evitar dichos riesgos se deben tener en cuenta las siguientes normas:

- 1) Limpieza de tanques: criterios de calidad:** Por medio de unas tablas, se detallan los procesos de limpieza a efectuar en los tanques de carga cuando se produce un cambio de producto en el tanque. En la primera tabla se especifica la limpieza de tanques, donde se relaciona cada producto con el posible para el próximo cargamento, especificando que número o código lleva en función del proceso de limpieza que debe ejecutarse. Dicho código o número corresponde con un proceso de limpieza que se explica junto con los demás procesos en la posterior ilustración a la tabla 1.

ÚLTIMO CARGAMENTO	PRÓXIMO CARGAMENTO							
	KERO	GNAS (10 ppm S)	GOA (10 ppm S)	GOE (0,1% S)	DO (1% S)	GOA (5% FAME)	FO	NAFTA
KEROSENO (3000 ppm S)	---	8	8	1	1	8	3	
GASOLINA (10 ppm S)	4	---	3	3	3	3	3	4
GAS-OIL A (10 ppm S)	4	2	---	---	---	2	1	4
GAS-OIL E (0,1% S)	4	2	2	---	---	2	1	4
DIESEL-OIL (1% S)	6	2	2	2	---	2	1	4
GAS-OIL A (5% FAME)	7	2	2	2	2	---	1	4
FUEL-OIL	NO	NO	NO	NO	5	NO	---	NO
NAFTA	4	4	4	4	4	4	NO	---

Ilustración 55. Tabla Limpieza en Función del Cargamento. Fuente: Manual Limpieza Tinerfe

CÓDIGO	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA
1	1. Al finalizar la descarga, reachicar los tanques adecuadamente.
2	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas al stop. 3. Limpieza del tanque, máquina butterworth, con agua fría salada durante 30 minutos. 4. Limpieza del fondo del tanque con "haragán". 5. Reachicar bien pocetos bombas.
3	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas al stop. 3. Ventilar hasta un 10% LEL. 4. Control de atmósfera 5. Circular agua de mar por líneas y fondo de tanques. Reachicar bien.
4	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas al stop. 3. Ventilar hasta un 10% LEL. 4. Control de atmósfera 5. Circular agua de mar por líneas, fondo tanques y bombas. Reachicar bien. 6. Limpieza con máquina butterworth con agua fría salada (1 hora). 7. Desgasificación. 8. Achicar pocetos aspiración bomba. 9. Secar.
5	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas. 3. Circular agua de mar por líneas y bombas. Reachicar. 4. Limpieza con máquina butterworth con agua fría salada (2 horas). 5. Desgasificación. 6. Extracción de sedimentos.
6	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas. 3. Circular agua de mar por líneas, fondo tanques y bombas. Reachicar. 4. Limpieza con máquina butterworth con agua salada (2 horas). 5. Limpieza con máquina butterworth con agua salada caliente (80°C) (1 hora). 6. Endulzar. Butterworth con agua dulce caliente (80°C) (30 minutos). 7. Desplomar líneas y bombas. Abrir bajantes y chapaletas de las bombas. 8. Reachicar pocetos aspiración bomba. 9. Secar de forma manual los restos de agua del poceto de las bombas
7	1. CARGAMENTO INTERMEDIO DE UN PRODUCTO CON CERO (0) % FAME 2. Reachicar los tanques adecuadamente 3. Desplomar líneas y bombas al stop 4. Ventilar hasta un 10% LEL 5. Control de atmósfera 6. Circular agua de mar por líneas, fondo tanques y bombas. Reachicar bien. 7. Limpieza con máquina butterworth con agua fría salada (1 hora). Reachicar bien. 8. Desgasificación. 9. Limpieza con máquina butterworth con agua caliente (60°) salada (30 minutos). Reachicar bien 10. Circular agua caliente por líneas y bombas. 11. Desplomar líneas y bombas. Abrir bajantes y chapaletas de las bombas. 12. Reachicar bien pocetos aspiración bombas. 13. Secar de forma manual los restos de agua del poceto de las bombas
8	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas al stop. 3. Ventilar hasta un 10% LEL 4. Control de atmósfera 5. Circular agua de mar por líneas, fondo tanques y bombas. Reachicar bien. 6. Limpieza del tanque con máquina butterworth, con agua fría salada (30 minutos). 7. Desplomar líneas y bombas. Abrir bajantes y chapaletas de las bombas. 8. Reachicar bien pocetos aspiración bombas. 9. Secar de forma manual los restos de agua del poceto de las bombas

Ilustración 56. Procedimientos de Limpieza B/Q Tinerfe. Fuente: Manual Limpieza Tinerfe

2) Supervisión y preparación de las operaciones: Todas las operaciones de limpieza y desgasificación son supervisadas en todo momento por el 1^{er} Oficial de Cubierta. Para ello, tanto previa como durante las operaciones de limpieza y desgasificación comprobará:

- Que se está siguiendo todas las precauciones que aborda el ISGOTT, en concreto los Capítulos 2, 4 y 11 (Riesgos de Petróleo, Riesgos Generales para el Buque y Terminal, Operaciones a bordo y Limpieza de Tanques y Desgasificación).
- Se avisa a toda la tripulación que se van a comenzar las operaciones de limpieza de tanques.
- En caso de haber embarcaciones al costado del buque, notificar en todo momento que se procede a la limpieza de tanques y comprobar que cumplen con las medidas para poder realizar la limpieza.
- Estando en la terminal de puerto amarrado y se quiere proceder a limpiar los tanques, avisar previamente al personal de la terminal para adquirir la conformidad de que se pueden efectuar las operaciones y, tener en cuenta lo establecido en el Capítulo 4, 11, 22, 23 y 24 del ISGOTT sobre los riesgos y medidas del buque y la terminal en puerto.

3) Entrada a tanques de carga: No se permite la entrada a un tanque de carga a ningún tripulante hasta que el Oficial responsable no dé el permiso para hacerlo y compruebe que se están tomando las medidas oportunas, incluyendo la evaluación de riesgos y la emisión de un permiso de entrada en espacios cerrados como dicta la empresa Petrogás.

4) Equipo de medición de gas: Para seguir un control adecuado de la atmósfera de los tanques de carga, a bordo del buque se llevarán: 2 detectores multigas usados para la medición de gases o vapores inflamables (LEL), oxígeno en el aire, CO y ácido sulfhídrico, 1 test de calibración de los analizadores de atmósfera, 2 detectores multigas tankscope, diseñados para medir los gases producidos por el sistema de gas inerte, 1 test de calibración para el tankscope y 2 bombas de vacío para tubos colorimétricos.

Máquinas de Limpieza Scanjet

El buque dispone de un equipo de limpieza de tanques que permite lavar los tanques de carga después de las operaciones de descarga. Dichas máquinas son del tipo Scanjet SC30T compuestas de acero inoxidable AISI 316, con un tamaño de largo aproximadamente de dos metros hacia el interior del tanque y con un alcance de chorro sobre los 17 metros, el cual gira 180° con el objetivo de llegar a todas las partes del tanque.

El Tinerfe se compone de 30 máquinas de lavado fijas o también conocidas como cañones de limpieza Scanjet, las cuales se reparten de dos en dos por cada tanque de carga menos los Slops que solo disponen de un cañón. Además, el buque tiene otra máquina de limpieza, en este caso portátil, que se puede introducir por un tapín del tanque, en caso de que se averíe alguna de las máquinas de limpieza de los tanques. Cada máquina de limpieza se mueve por medio de agua de mar o agua dulce técnica, procedente de la línea principal de cubierta, con derivaciones a cada tanque por medio de válvula y conexión flexible.



Ilustración 57. Máquina Limpieza Scanjet TC7Br Proa. Fuente: Trabajo de Campo

El funcionamiento de la máquina de lavado es bastante sencillo ya que viene pre-programada con cuatro programas distintos. La manera de escoger el programa de lavado se efectúa por medio de tres pasadores situados en la parte alta de la máquina. A través de los pasadores, denominados “Programming knobs”, se regula los grados que

permiten subir o bajar la tobera en función de la revolución que se le aporte a la máquina. Por ello, si se pulsa solo uno de los pasadores se eleva $1,5^\circ$ por vuelta, si fueran dos sería de 3° por vuelta y si fuera con los tres pulsados $4,5^\circ$ por vuelta.

El cuarto programa se trata del más completo y el más empleado usualmente durante las operaciones de limpieza en el Tinerfe. Dicho programa funciona pulsando únicamente el pasador que tiene un símbolo con la letra “P”, el cual puede adaptarse en tres posiciones bajo, medio y alto, de esta manera se selecciona la función de prelavado y, el barrido de la tobera pasa a ser de $60^\circ/\text{rev}$.



Ilustración 58. Elementos Máquina Scanjet. Fuente: Scanjet Systems

Para ajustar los grados verticales de barrido de la boquilla o tobera (“Nozzle indicator”), el cañón de limpieza se compone de una especie manivela situada en la parte superior de la máquina que hace subir y bajar a un vástago con una graduación vertical que va desde 0° a 180° , la misma que la tobera. Destacar también de la Scanjet, la pieza o selector que permite regular la velocidad de rotación de la máquina, denominada “Speed Adjustment”, así como el cofferdam, que permite garantizar que algún producto proveniente de la línea de limpieza no se filtre en las piezas que componen la máquina de limpieza.

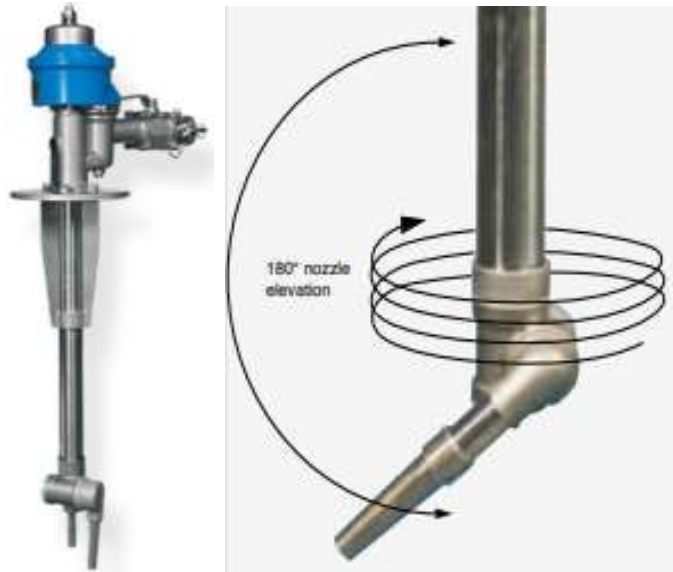


Ilustración 59. Máquina Scanjet y el Rociador de Agua de la Scanjet. Fuente: Scanjet Systems

Bombas Wilden

El buque dispone de tres bombas Wilden, una empleada para las labores de la Sala de Máquinas y dos para la cubierta principal, estas dos últimas usadas, normalmente en las operaciones de limpieza, para reachicar y dejar seco el pocete de la bomba de descarga del tanque de carga. Se tratan de bombas de doble membrana o también conocidas como bombas de diafragma, acopladas a una línea empleada para las purgas que conecta con el Slop Br y, permite succionar el producto que queda en el pocete de la bomba. A su vez, se acoplan a otra línea de aire a presión que va conectada con la toma de aire de la cubierta principal y, permite accionar y trabajar a la bomba.



Ilustración 60. Bomba Wilden B/Q Tinerfe. Fuente: Trabajo de Campo

Las bombas Wilden trabajan de la siguiente manera:

1. **Ciclo de Succión:** El aire comprimido llena de aire una de las cámaras interiores de la bomba, haciendo que el diafragma opuesto cree succión. Al crear succión, se eleva la bola de la válvula inferior, permitiendo recoger el fluido que succiona del pocete de la bomba de descarga del tanque. Destacar que, a la vez que se está produciendo dicho proceso, la cámara opuesta está en el ciclo de descarga.
2. **Ciclo de Descarga:** El aire comprimido llena de aire una de las cámaras interiores de la bomba, haciendo que la bola de la válvula superior se abra y descargue el fluido que proviene del pocete de la bomba de descarga del tanque. Igualmente, a la vez que se está realizando el ciclo de descarga, la cámara izquierda se encuentra en el ciclo de succión.

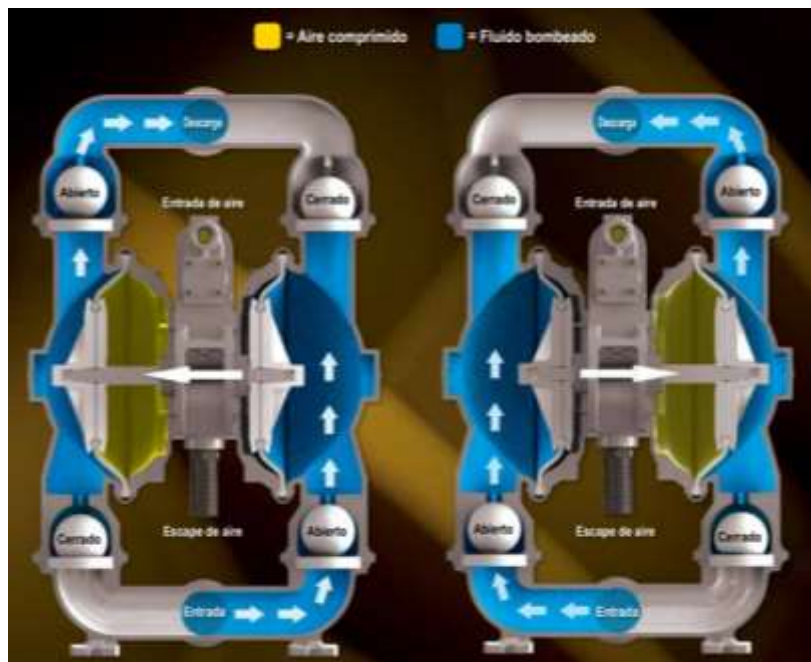


Ilustración 61. Funcionamiento Bomba Wilden. Fuente: Versa-Matic Pump

Operaciones de Limpieza de Tanques de Carga

Previo a comenzar las operaciones de limpieza se deberá comprobar previamente que la atmósfera del tanque se encuentra inertizada en los valores más bajos de explosión (ISGOTT, 11.3.4.1), a un nivel que no exceda el 8% por volumen, manteniéndose el tanque en todo momento con presión positiva (ISGOTT 5ª Edición). Sin embargo, si se da el caso que la atmósfera del tanque se encuentra no inertizada, es decir por encima del 8% por volumen, se deberán tomar medidas adicionales para reducir lo más posible el riesgo de explosión, parando la operación de limpieza en caso necesario hasta que no exista riesgo.

De igual forma, guiándonos por el apartado 3 perteneciente a la Regla 36 del MARPOL, se deberá anotar en el Libro de Registro de Hidrocarburos (Parte II) la cantidad total de hidrocarburos y de agua empleada para el lavado y la obtenida tras la limpieza en el tanque de lavazas.

En lo que respecta a la operación de limpieza en el Tinerfe, se realizará siguiendo una serie de medidas e instrucciones:

1. En primer lugar, se alineará aquellos tanques que vayan a ser lavados por el colector que se requiera, ya sea el de babor o estribor, aunque normalmente se suele lavar por el de estribor al ser de mayor dimensión sus agrupadas. Se alineará abriendo las válvulas agrupadas e intermedia que correspondan con los tanques a lavar. Igualmente se alineará, desde el colector a usar, con el SLOP Br abriendo sus correspondientes válvulas agrupadas e intermedia para conducir y almacenar hacia ese tanque las lavazas producidas por la limpieza.
2. Seguidamente, el bombero u oficial encargado, abrirá una purga en la línea de limpieza para impedir el posible efecto de ariete que se pueda producir al haber agua a presión en la línea. Una vez abierta la purga, se procederá a activar la bomba de limpieza. Si fuera necesario el uso de agua caliente para lavar, se accionará el calentador situado en un pañol a popa de la cubierta principal y se procederá a calentar el agua. Además, en referencia a lo anterior, se deberá abrir una purga del agua caliente para evitar problemas por la elevada temperatura y presión que pueda producirse en la línea.



Ilustración 62. Calentador Agua Limpieza. Fuente: Trabajo de Campo

3. A continuación, se procederá a abrir los correspondientes cañones de limpieza de los tanques a lavar. Para ello, se abrirá la llave de paso de la línea de limpieza que conecta con los cañones del tanque asignado y, seguidamente se abrirán las válvulas de paso que evitan que el agua se dirija hacia los cañones de limpieza.
4. Posteriormente, ya abiertas la llave de paso y la válvula de paso de la línea de limpieza, se pasará a seleccionar el programa que se desee en los cañones de limpieza. Destacar de la limpieza, el lavado a la vez de como máximo 4 tanques, para que no disminuya mucho la presión de agua que hay por la línea de limpieza y puedan realizar correctamente el programa los cañones de limpieza.
5. Una vez el tanque adquiera una cantidad de agua considerable, el Primer Oficial u oficial encargado arrancará la bomba de descarga del tanque a revoluciones relativamente bajas que permitan trabajar a la bomba. Posteriormente, se parará la bomba de limpieza y se comenzará a achicar el tanque hasta que la bomba se descebe.
6. Luego de ello, se alineará la línea de aire de cubierta con la planta de nitrógeno y se purgará dicha línea
7. Tras descebase las bombas, se realizará de manera individual para cada tanque, arrancando desde el control de carga de nuevo, la bomba de descarga, pero esta vez al mínimo y con la válvula de descarga cerrada.
8. Seguidamente el bombero, a través de una manguera conectada por un extremo a la línea de aire y por otro a la válvula de stripping, suministrará presión con

nitrógeno a la línea del tanque. Del mismo modo, se mantendrá abierta la válvula de stripping entrando nitrógeno a presión hasta la bomba se vuelva a descebar. Dicha presión provoca que el producto que haya quedado en el interior de la línea se traslade hasta el pocete y de ahí, por medio del sistema de stripping, se traslade hacia el SLOP Br. Este proceso se mantendrá y repetirá tantas veces como se necesite hasta vaciar lo más posible la línea.



Ilustración 63. Toma de Aire y Válvula de Stripping. Fuente: Trabajo de Campo

9. Al haberse finalizado el barrido, se parará la bomba de descarga y se cerrará la válvula de stripping y la de suministro de presión con nitrógeno, quitando a su vez, la manguera que las conecta.

Para aclarar y describir el proceso de stripping, mediante la siguiente ilustración se puede apreciar cómo sería el procedimiento anteriormente comentado:

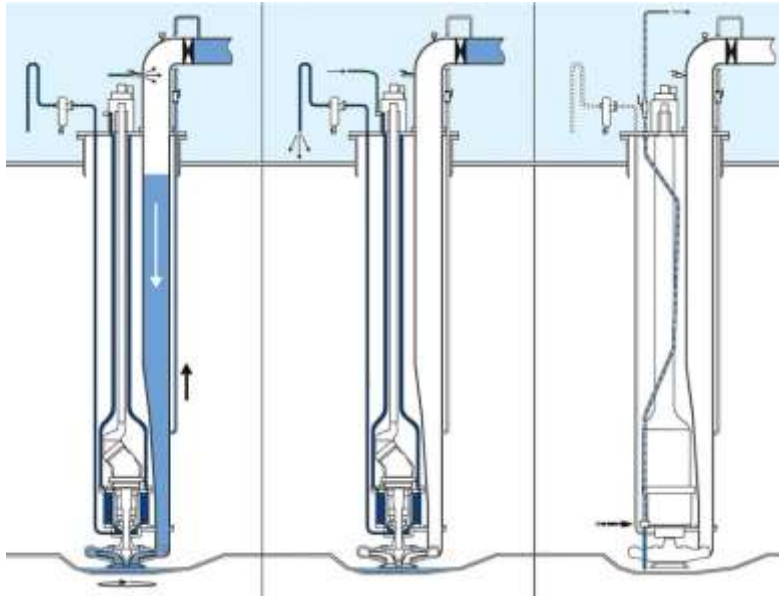


Ilustración 64. Proceso de Stripping de la Bomba. Fuente: Manual Limpieza Tinerfe.

Concluidas las operaciones de lavado y reachique de tanques de carga, se pasa a drenar y purgar las líneas de carga de los tanques que se han lavado para llevar el producto causado por la limpieza hacia el SLOP. Dicho proceso se realizará aislando a cada tanque del resto cerrando la agrupada interior del colector y suministrando presión de nitrógeno a la línea de carga de cada tanque. El proceso será el siguiente:

- a)** Primeramente, se suministrará presión de nitrógeno a la línea de carga de cada tanque, conectando por un extremo la manguera a la toma de la línea de aire y por el otro extremo la toma o abertura que tiene la línea de carga del tanque.
- b)** Seguidamente, en la zona del manifold se encuentran los manómetros que indican la presión que van teniendo las líneas de carga a medida que se le introduce presión de nitrógeno.



Ilustración 65. Manómetro de los Manifolds. Fuente: Trabajo de Campo

- c) Finalmente, tras alcanzarse una presión que ronde entre cinco y siete kilos, se procede a abrir las válvulas de barrido en la zona baja del colector, drenando así, la línea de carga del tanque lavado hacia el tanque SLOP de babor. Cada línea de carga se conecta con el SLOP mediante un piano de válvulas de líneas de stripping. El procedimiento de drenado y purgado se repetirá cuantas veces sea necesario hasta que se consiga vaciar lo máximo posible la línea de carga.

Una vez finalizado las operaciones de limpieza, en caso necesario de entrar en los tanques para mopear y secarlos, se pasará a desgasificar los mismos, abriendo las tapas de los tanques y pasando al posterior proceso de ventilación. No obstante, si se tratase de la ventilación de la mayor parte de los tanques, se pasará a accionar el ventilador, alineándolo con los tanques a través de la línea de nitrógeno, que se encuentra en proa y que permite ventilar los tanques de una forma más rápida.

7.6. Riesgos y Protocolos de Prevención del Buque

El transporte de productos derivados del petróleo en un buque supone varios riesgos tanto ambientales como humanitarios. Por ello, para evitar posibles daños en el ecosistema marino y en las tripulaciones de los barcos, se deben adoptar una serie de protocolos y reglas para combatirlos.

Inhalación de Gases de Hidrocarburos

Normalmente, en los petroleros el principal riesgo de toxicidad es la inhalación, por parte de la tripulación, de los gases que provienen de los productos cargados en los tanques de carga. Dicha inhalación provoca principalmente el efecto de narcosis (amodorramiento debido a un narcótico), generando síntomas de irritación en los ojos, leves dolores de cabeza, somnolencia e incluso, en grandes inhalaciones de hidrocarburos, puede llegar a producir la muerte en el tripulante.

El riesgo de peligrosidad por inhalación de los gases de hidrocarburo varía en función de las características del producto cargado. El TLV (Valor Umbral Límite) para gases de hidrocarburo, que no incluya los compuestos denominados hidrocarburos aromáticos

(benceno, tolueno, ...) y los de sulfuro de hidrógeno (suelen apreciarse en petróleo crudo), es de 300 ppm, que corresponde al 2% del LIE (Límite Inferior de Explosividad).

No obstante, la carencia de olor no indica la ausencia de gas de hidrocarburo ya que, frecuentemente pueden llegar a ser imperceptibles al sentido del olfato. Por ejemplo, las mezclas de gases de hidrocarburo que contienen sulfuro de hidrógeno suelen ser imperceptibles al olfato.

Principales Medidas a Tener en Cuenta

Previo a dar comienzo a las operaciones de carga, la terminal debe hacer entrega al buque de una ficha de seguridad de la carga (Safety Data Sheet). En dicha ficha, se indican las características principales del producto que se va a cargar donde destacan:

- Nombre técnico, otros nombres y código correspondiente.
- Propiedades elementales del producto ya sean la presión verdadera de vapor, la viscosidad, la densidad, el flash point, ...
- La compaginación con otras cargas.
- Conducta a seguir en caso de derrames o fugas.
- Indicadores de toxicidad, TLV (Valor Umbral Límite) y PEL (Límite de Exposición Permitido).
- Medidas a realizar en caso de entrar en contacto, de forma accidental, con algún tripulante.
- Protocolo a seguir para combatir el riesgo de incendio.

Del mismo modo, el Capitán debe informar en todo momento y dar a conocer a la tripulación de los riesgos que pueda implicar la manipulación del producto a cargar, tanto para la seguridad del propio buque como para la salud de los propios tripulantes.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

En cumplimiento del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 (REACH), Anexo II, modificado por el Reglamento (UE) n.º 2015/830 - España

Nombre del producto : JET A-1
Código: 40401

Fecha de emisión: 20/03/2018
Versión: 10

SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador del producto

Nombre : JET A-1
Código del producto : 40401
Nombre químico : querosina (petróleo)
Otros medios de identificación / Descripción : Combinación compleja de hidrocarburos producida por la destilación del petróleo crudo. Compuesta de hidrocarburos con un número de átomos de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C9 a C16 y con un intervalo de ebullición aproximado de 150°C a 290°C (320°F a 554°F).

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados
Fabricación de la sustancia -Industrial (Queroseno)
Uso como intermedio -Industrial (Queroseno)
Distribución de la sustancia - Industrial (Queroseno)
Formulación y (re) acondicionamiento de sustancias y mezclas - Industrial (Queroseno)
Uso en agentes limpiadores - Industrial (Queroseno)
Uso en combustibles -Industrial (Queroseno)
Uso en combustibles-Profesional (Queroseno)
Uso en combustibles-Consumidor (Queroseno)
Uso como fluidos funcionales -Industrial (Queroseno)

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Proveedor/Fabricante, Distribuidor o Importador : Compañía Española de Petróleos, S.A.U.
Torre CEPSA, Paseo de la Castellana 259 A
28046 Madrid - España
Correo electrónico : tuteladeproducto@cepsa.com / productstewardship@cepsa.com
Número de teléfono : +34 913 376 000
Horas de funcionamiento : 07:30 - 19:30 (CET)

1.4 Teléfono de emergencia

Centro de información toxicológica/organismo asesor nacional

Número de teléfono : 91 562 04 20 (INTCF)
Horas de funcionamiento : 24/7

Proveedor/Fabricante, Distribuidor o Importador

Número de teléfono :

+44 1865 407333 (Europa, Inglés)	+44 1235 239670 (Europa, múltiples idiomas)		
+34 91 114 2520 (España)	+33 1 72 11 00 03 (Francia)		
+351 30880 4750 (Portugal)	+49 69 222 25285 (Alemania)		
+46 8 566 42573 (Suecia)	+47 2103 4452 (Noruega)		
+45 8988 2286 (Dinamarca)	+358 9 7479 0199 (Finlandia)		
+39 02 3604 2884 (Italia)	+48 22 307 3690 (Polonia)		
+31 10 713 8195 (Holanda)	+420 228 882 830 (Checoslovaquia)		
+30 21 1198 3182 (Grecia)	+90 212 375 5231 (Turquía)		
+1 866 928 0789, +1 215 207 0061, +1 202 464 2554 (Estados Unidos y Canadá)			
+52 55 5004 8763 (México)	+55 11 3197 5891 (Brasil)	+56 2 2582 9336 (Chile)	
+44 1235 239671 (Oriente Medio/África)	+973 1619 8321 (Oriente Medio/Bahréin)	+27 21 300 2732 (África/Sudáfrica)	007 803 011 0293 (Este/Sudeste Asiático)
+65 3158 1074 (Indonesia)	001 800 120 686 751 (Tailandia)		
+65 3158 1203 (Filipinas)	+60 3 6207 4347 (Malasia)		
+86 512 8090 3042 (China y Taiwán)	+886 2 8793 3212 (Taiwán)		
+86 532 8388 9090 (China continental)	+91 11 6641 1405 (India)		

Compañía Española de Petróleos, S.A.U.
Torre CEPSA, Paseo de la Castellana 259 A
28046 Madrid - España

Fecha de emisión/Fecha de revisión : 20/03/2018 Versión : 10
Fecha de la emisión anterior : 20/03/2018 1/55

Ilustración 66. Ejemplo Ficha de Datos de Seguridad CEPSA. Fuente: CEPSA

Documentación de Control y Registros más destacados

En el Tinerfe, se deben cumplir los reglamentos establecidos para poder realizar operaciones de carga o descarga y mantener la seguridad del buque y de la tripulación en todo momento. Por ello, en el Anexo I, Regla 4, 5 y 20, del MARPOL, se establecen las normas para la prevención de la contaminación por hidrocarburo en este tipo de buques. Además, en referencia con lo anterior, se dispone de mecanismos de registro como son:

- ***Certificado Internacional de Prevención de Contaminación por Hidrocarburos (IOPP)***

El IOPP establece que todo buque tanque con arqueo bruto ≥ 150 Tn, debe llevar a bordo el “Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por Hidrocarburos” que lo otorga la administración del país de registro del buque.

El principal objetivo del certificado es evitar la contaminación por hidrocarburo, ya sea por aparatos o sistemas deteriorados del buque. Dicho certificado, puede ser exigido en cualquier puerto perteneciente a aquellos países que estén dentro del Convenio MARPOL 73/78. Igualmente, junto con el certificado IOPP, se llevará una verificación de datos referentes a la construcción e inventario del equipo abordado.

Este certificado se remite con una inspección inicial y se renueva en una fecha que no supere los 5 años, en el denominado Reconocimiento de Renovación. Igualmente, se dispone de chequeos extras, anuales y adicionales, estos últimos cuando el buque ha sufrido modificaciones de gran relevancia.

Los reconocimientos se basan en comprobaciones e inspecciones de los equipos y espacios del buque que se encuentren asociados con las operaciones de carga; entre ellas, las inspecciones de:

- Estructura de los tanques, posibles filtraciones o fugas de la carga.
- Revisión y puesta en marcha de las bombas de carga.
- Equipos de seguridad y estado de las líneas relacionadas con la carga.

- **Libro Registro de Hidrocarburos**

Libro imprescindible para todos aquellos buques de arqueo bruto que supere las 400 Tn y, para todo aquel petrolero de arqueo bruto mayor a 150 Tn. El libro se compone en dos partes bien diferenciadas, las cuales se explicarán en los siguientes párrafos.

Por un lado, en la parte I del libro, se registran y describen, con fecha, hora y firma de los responsables, las operaciones realizadas en la sala de máquinas del buque, como pueden ser: la limpieza de tanques de combustible, la descarga de aguas de limpieza de los tanques de combustible, la descarga de agua de sentina que se ha acumulado en los espacios de máquinas, la captación de muestras de fuel-oil o aceite lubricante, ...

Por otro lado, en la parte II del libro, únicamente para los buques petroleros, se especifican todas las operaciones tanto de carga como de lastre, con la respectiva fecha y firma de los oficiales responsables de dichas operaciones, como pueden ser: el embarque o desembarque del producto cargado, si se ha producido el trasiego de la carga durante el viaje, la limpieza de los tanques, la descarga de lavazas, ...

Finalmente, destacar que cada página completada del libro de registro, tanto si corresponde con la parte I o con la parte II, es revisada y firmada por el capitán del buque. Además, el libro será solicitado, para su comprobación e inspección, en cualquier puerto de aquellos países que pertenezcan al Convenio MARPOL.



Ilustración 67. Libro Registro de Hidrocarburos I y II. Fuente: Ministerio de Fomento

8. CONCLUSIONES

El trabajo tratado, el cual se ha basado siguiendo los manuales cedidos por el buque Tinerfe y las diferentes páginas webs consultadas, ha tenido como finalidad proporcionar al lector un mayor conocimiento de los elementos y procesos que componen el buque Tinerfe u otros buques semejantes a este. Además, se ha pretendido entrar en una mayor profundización y explicar uno de los elementos primordiales que constituyen los buques tanques como es la Planta de Gas Inerte.

De igual forma, otro de los objetivos del trabajo ha sido tratar de nombrar los conocimientos que debe adquirir y exigirse a cada tripulante para evitar accidentes haciendo uso de los EPIs (Equipo de Protección Individual), ejemplo de ello, los riesgos de salud a los que se ven expuestos al estar en contacto con hidrocarburos.

Por otro lado, se ha detallado la relevancia que adquieren las comunicaciones entre buque y terminal, como pueden ser las listas de comprobaciones (Checks Lists) al inicio de las operaciones o la constante comunicación que se debe mantener durante las operaciones para estar informado sobre las situaciones en la que están tanto el buque como la terminal. Asimismo, se ha intentado destacar tanto los procedimientos a seguir como los riesgos que pueda presentar el hidrocarburo que se cargue, con el fin de disponer de operaciones de carga y descarga seguras.

Finalmente, se ha señalado los principales registros y guías que debe rellenar el buque, para llevar un desarrollo seguro y eficaz de las operaciones. Incluso, se ha intentado resaltar las continuas verificaciones y comprobaciones de todos los aparatos y sistemas a las que se ve expuesta el buque, ya sea para evitar posibles fallos o accidentes.

9. BIBLIOGRAFÍA

- DISTRIBUIDORA MARÍTIMA PETROGÁS, S.L.U. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL BUQUE, Sección 9 Control de Procesos, Procedimientos Normales. S/C de Tenerife: Diciembre 2013
- Sistema de Gestión Integrado Rev. 034 de DIMA (Distribuidora Marítima Petrogás S.L.U.)
- ISGOTT: International Safety Guide for Oil Tankers and Terminal o Guía Internacional de Seguridad para Buques Tanque y Terminales, 5ª Edición
- MARPOL 73/78 y enmiendas posteriores
- SOLAS, Edición Refundida de 2014
- CIQ o Código Internacional de Quimiqueros para buques que transporten productos químicos a granel
- SEGURIDAD BUQUES QUIMIQUEROS (Maritime Safety at Chemical Tanks) Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea. Upcommons
- OCIMF: Oil Companies International Marine Forum o Foro Marítimo Internacional de Compañías Petroleras
- Manual de las bombas FRAMO
- Manual de las SCANJET
- Manual del generador de nitrógeno
- Manual de línea de retorno de gases VECS (Vapour Emission System)
- Convenio Internacional sobre Líneas de Carga, 1966
- BOE: Boletín Oficial del Estado
- Recomendaciones de la Administración Española (2002) para Operaciones de Lastre
- Tank Cleaning Guide, Dr. Verwey's
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. RAE, consultada durante la realización del trabajo