

# **LOS BUQUES ASFALTEROS**

La importancia del sistema de calefacción

Lucas Vallejo González

Proyecto Final de Carrera

Licenciatura en Náutica y Transporte Marítimo

Septiembre 2016



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. LOS BUQUES ASFALTEROS.....	6
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	8
2.2 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS.....	14
3. MEDIOS DE CARGA Y DESCARGA.....	21
3.1 MEDIOS DE CARGA.....	23
3.2 MEDIOS DE DESCARGA.....	24
4. SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LOS TANQUES DE CARGA.....	34
4.1 VISCOSIDAD DEL ASFALTO.....	34
4.2 PUNTO DE PENETRACIÓN.....	36
4.3 FUNCIONAMIENTO DEL SIS. DE CALEFACCIÓN DEL BUQUE.....	36
5. MEDIOS DE LASTRE/DESLASTRE.....	40
5.1 NUEVO CONVENIO INTERNACIONAL DE LA GESTIÓN DE AGUA DE LASTRE.....	40
5.2 INTERCAMBIO DEL AGUA DE LASTRE.....	42
5.3 INSTALACIONES DE RECEPCIÓN.....	43
5.4 SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	44
6. LA DEMANDA DEL ASFALTO.....	50
6.1 ANÁLISIS SOBRE EL CRECIMIENTO EN LA DEMANDA DEL ASFALTO.....	50
6.2 BUQUES ASFALTEROS DE NAVIERA ESPAÑOLA.....	51
7. CONCLUSIONES.....	53
8. BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA.....	55
9. ANEXOS.....	56

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo que me he planteado a la hora de realizar el Proyecto Final de la Licenciatura es el de estudiar el mundo que rodea los buques asfalteros ya que, desde hace unos años, trabajo como oficial en este tipo de buques tanque.

El proyecto consistirá en explicar las características generales que tienen estos buques donde prima el tener un buen sistema de calefacción para así poder mantener el producto cargado a su temperatura óptima de transporte y se estudiará como varia la viscosidad del asfalto así como su punto de penetrabilidad; se hará hincapié sobre todo en las características que presenta el buque donde navego, el B/T HERBANIA.

A la hora de construir un buque asfaltero se le da mucha importancia a los aislamientos que tienen de tener los tanques de carga respecto al casco del buque como también sus tanques de lastre ya que nos podemos encontrar buques asfalteros donde el mamparo del tanque de carga está en contacto con el mamparo del agua de lastre, lo que hará bajar de una manera clara al temperatura de la carga; mientras que hay otros buques que tienen una separación llamado ‘espacio vacío o bodega’ con el fin de que la temperatura de la carga transportada no se vea perjudicada por el agua de lastre ya que ésta es considerablemente inferior.

También hay que resaltar el hecho de que los tanques presentan un coeficiente de dilatación debido a las altas temperaturas que tiene el producto, con lo que habrá que tener especial atención en los soportes de dichos tanques ya que su posición variará en función de la temperatura del tanque.

Se hará un estudio de los medios de carga y descarga del buque, donde los buques asfalteros destacan por tener un ‘cuarto de bombas’. En el cuarto de bombas es donde hay las bombas de descarga llamadas de ‘tornillo’ o ‘screw pumps’, ya que en los tanques de carga no se dispone de una bomba de descarga independiente debido a la densidad y temperatura del producto transportado.

Hoy en día existe el ‘Convenio Internacional de gestión de agua de lastre’ que, a pesar de no encontrarse todavía en vigor ya que no lo han ratificado el mínimo de países exigidos, los buques disponen de un equipo para tratar el agua de lastre para así prevenir la propagación de especies fuera de sus medios comunes. Se tratarán los aspectos más

importantes de dicho Convenio, como también los equipos homologados que se están montando en los buques hoy en día.

Un tema de importancia capital en los asfalteros es el sistema de calefacción de los tanques de carga. El asfalto es un producto que se transporta a una temperatura no inferior a los 150°C, con lo que el buque deberá de disponer de unas buenas calderas que puedan mantener el producto cargado a dicha temperatura ya que sería desastroso el hecho de que el asfalto se solidificase.

## 2. LOS BUQUES ASFALTEROS

Los buques asfalteros son un sub-tipo de buques petroleros con lo que nos centraremos primero en definir el concepto de buques petroleros. Los buques petroleros se dividen, principalmente, en los pesados/sucios y los ligeros/limpios.

Los buques petroleros pesados o sucios son los que transportan crudo, asfalto o fuel-oil. Son productos que destacan por tener una gran viscosidad, con lo que habrá que calentar los tanques de carga de cara a proporcionarle fluidez y facilitar así su descarga a los tanques de tierra.

Los buques petroleros ligeros o limpios son los que acostumbran a transportar gasolina, gasoil o queroseno para los aviones entre muchos otros productos que se encuentran ya refinados. El transporte de dichos productos se puede realizar de forma simultánea siempre que los tanques se encuentren segregados, teniendo estos una pintura especial y de mejor calidad de cara a preservar lo mejor posible la carga transportada.

Una forma de agrupar los petroleros en base a su capacidad de transporte y teniendo en cuenta el producto que pueden transportar sería la siguiente:

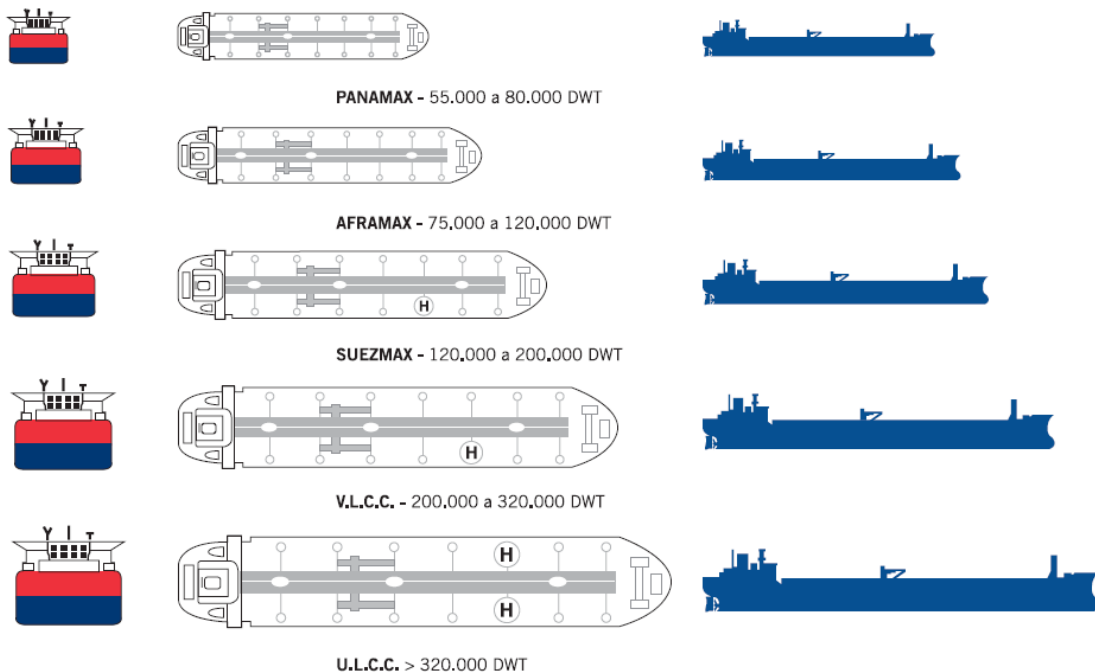


Ilustración 1 Capacidad de los petroleros

- 1) Coastal Tankers: son buques de hasta 16.500 Toneladas de Peso Muerto (DWT), utilizados en trayectos cortos como cabotaje y que pueden transportar crudo o derivados del crudo.
- 2) General Porpouse Tanker: de 16.500 a 25.000 DWT, donde operan en tráficos diversos y que pueden transportar crudo o derivados del crudo.
- 3) Handy SIze Tanker: de 25.000 a 30.000 DWT y que pueden transportar crudo o derivados del crudo.
- 4) Panamax: de 55.000 a 80.000 DWT y son buques que pueden llevar tanto crudo como cargamentos limpios, donde su nombre se vincula al hecho que cumplía con las máximas dimensiones permitidas por el tránsito del Canal de Panama.
- 5) Aframax: de 75.000 a 120.000 DWT donde transportan crudo.
- 6) Suezmax: de 120.000 a 200.000 DWT donde transportan crudo y que su nombre se vincula al hecho que cumplía con las máximas dimensiones permitidas por el tránsito del Canal de Suez.
- 7) Very Large Crude Carrier: de 200.000 a 320.000 DWT, donde destaca por realizar tráficos de largas distancias.
- 8) Ultra Large Crude Carriers: transportan más de 320.000 DWT y son habituales en los viajes largos. Dentro de este grupo encontramos el Jahre Viking, que fue el buque petrolero más grande jamás construido.

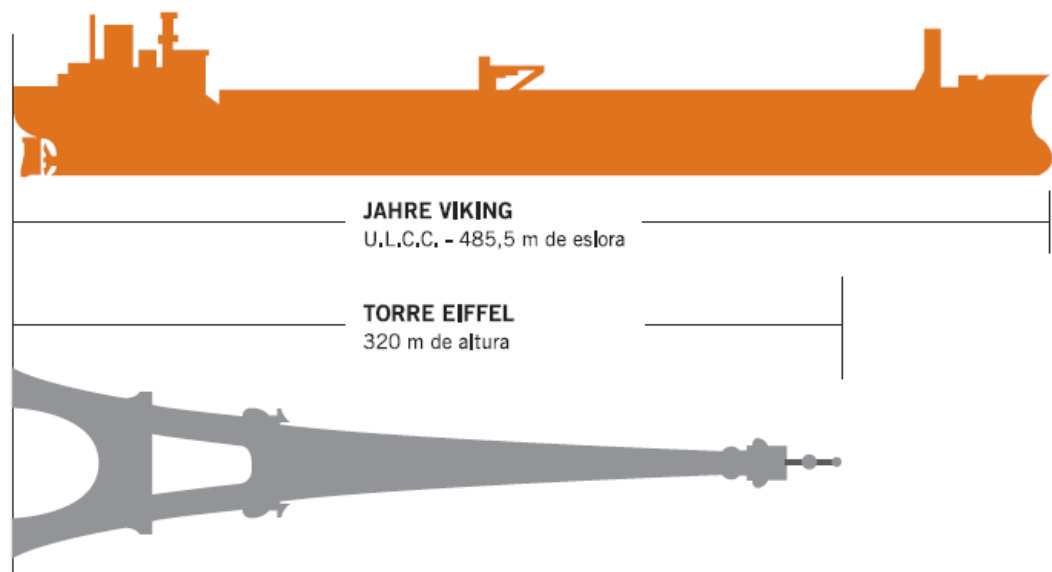


Ilustración 2 Comparación ULCC con la Torre Eiffel

- 9) Otros buques tanque: dentro de este grupo destacan los buques quimiqueros, donde transportan productos de IMO Clase 9 como el asfalto, con lo que los buques asfalteros se encontraran en este grupo.

## 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los buques asfalteros disponen de una serie de características técnicas que no varían ya que son muy típicas en este tipo de buque petrolero.

La primera característica de estos buques es que dispondrán como medio de descarga del asfalto unas bombas de ‘tornillo’ o ‘screw pumps’. Dichas bombas de descarga son exclusivas para el asfalto ya que no se podrían instalar bombas sumergidas, como sistema FRAMO o SVANEHOF, en cada tanque de carga como muchos buques petroleros o quimiqueros.



Ilustración 3 Bomba descarga tipo 'tornillo'



Son bombas de descarga diseñadas para productos de alta temperatura y, sobretodo, de cara a productos que presentan una gran viscosidad y densidad. Son un tipo de bombas eléctricas, que funcionan por amperaje y, según las revoluciones por minuto que gire, conseguiremos un régimen de descarga mayor o menor.

Otras de las características generales de los buques petroleros será el hecho de que, al no disponer de una bomba de descarga en cada tanque de cara, el buque contará con un cuarto o sala de bombas. En este cuarto de bombas es donde tendremos instaladas dichas bombas de descarga como también las válvulas correspondientes a las líneas de carga.



Ilustración 4 Cuarto de bombas de un buque asfaltero

Los cuartos de bombas podrán estar situados o bien en el centro del buque, o también a popa de la cubierta principal, entre los tanques de carga y la habitación/sala de máquinas.

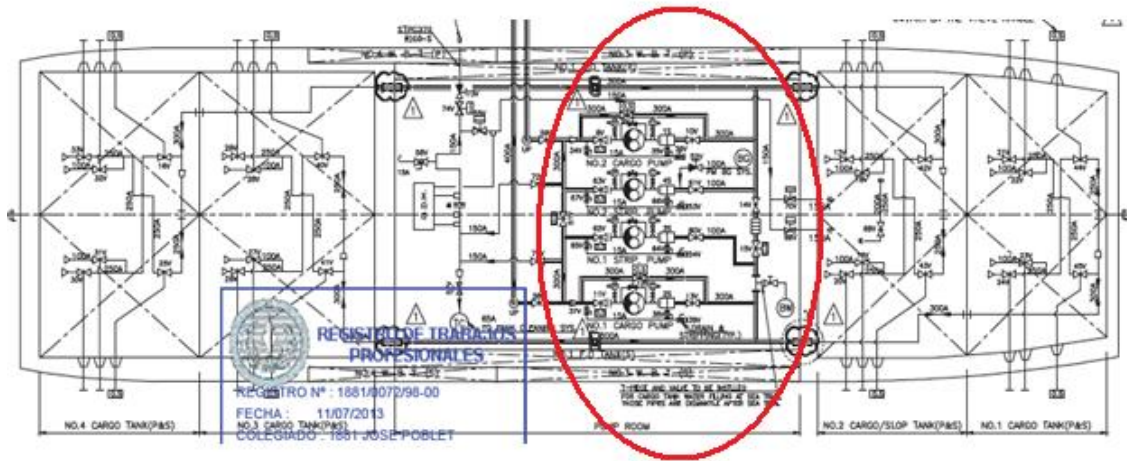


Ilustración 5 Cuarto de bombas en el centro del buque

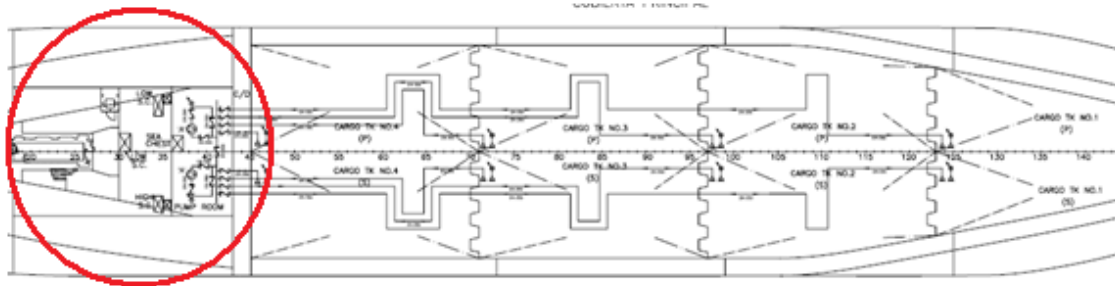


Ilustración 6 Cuarto de bombas a popa del buque

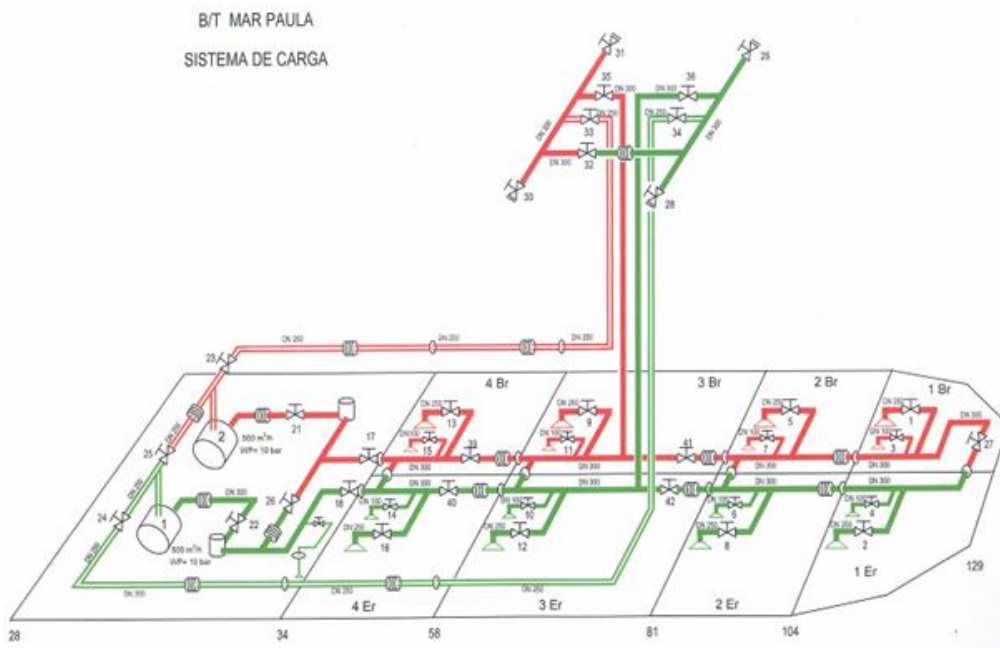


Ilustración 7 Cuarto de bombas del buque 'Mar Paula' a popa

Otra característica que comparten todos los buques asfalteros es que disponen de un sistema de calefacción en los tanques de carga. El sistema de calefacción en los tanques de carga viene en forma de serpentines y, a través de aceite térmico a presión y con una temperatura elevada, hará que podamos mantener el asfalto a la temperatura que fue cargado. La temperatura del asfalto suele ser de entre 150-160°C, lo que hace caro el flete de los buques asfalteros no es el precio del producto en sí, sino el mantenerlo a esta temperatura tan elevada ya que las calderas del buque han de consumir fuel de cara a poder suministrar el aceite caliente a los tanques de carga ya que, en caso que bajase dicha temperatura, el buque se podría ver inmerso en serios problemas a la hora de proceder a la descarga del producto.



**Ilustración 8 Serpentes de calefacción de los tanques de carga**

El sistema de calefacción del buque dispondrá, en la cubierta principal, de una línea de presión de aceite y otra de retorno para poder así suministrar calor a los tanques de carga. Los tanques dispondrán de entre dos y seis serpentines de carga por cada tanque en función del tamaño y capacidad que puedan tener dichos tanques. En caso de tener solo 2 serpentines de calefacción el tanque de carga, estos serán identificados como ‘alto’ y ‘bajo’ en función si van por el techo o por el plan del tanque.

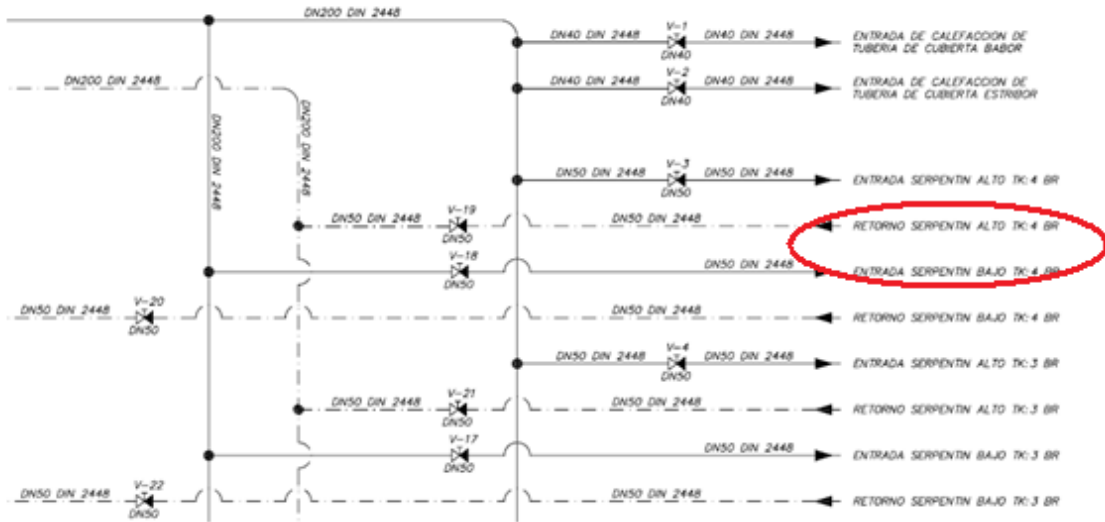


Ilustración 9 Buque con dos serpentines de calefacción por tanque de carga

En el caso de que los tanques de carga dispongan de más de 2 serpentines, estos irán identificados con un número.

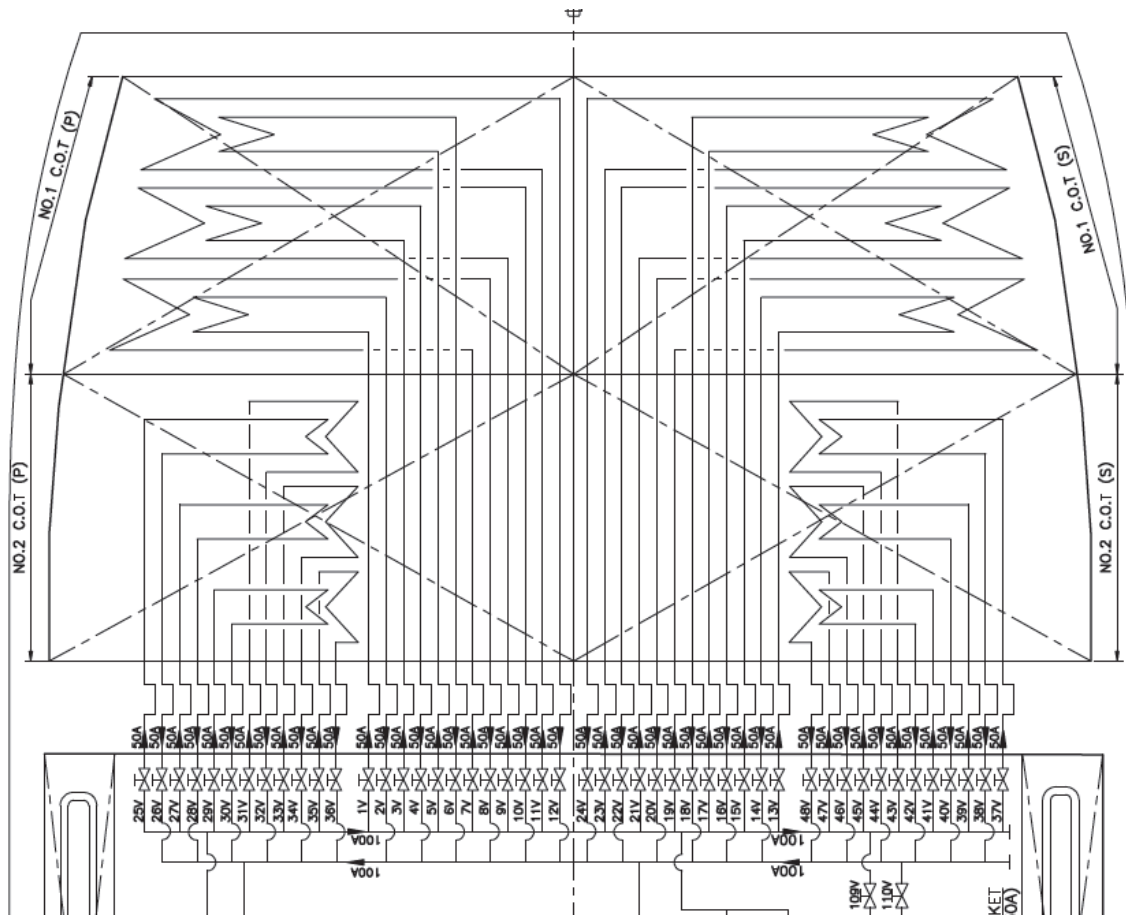


Ilustración 10 Buque con seis serpentines de calefacción por tanque de carga





Ilustración 12 Serpentes de calefacción de los tanques operados desde la cubierta principal

## 2.2 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

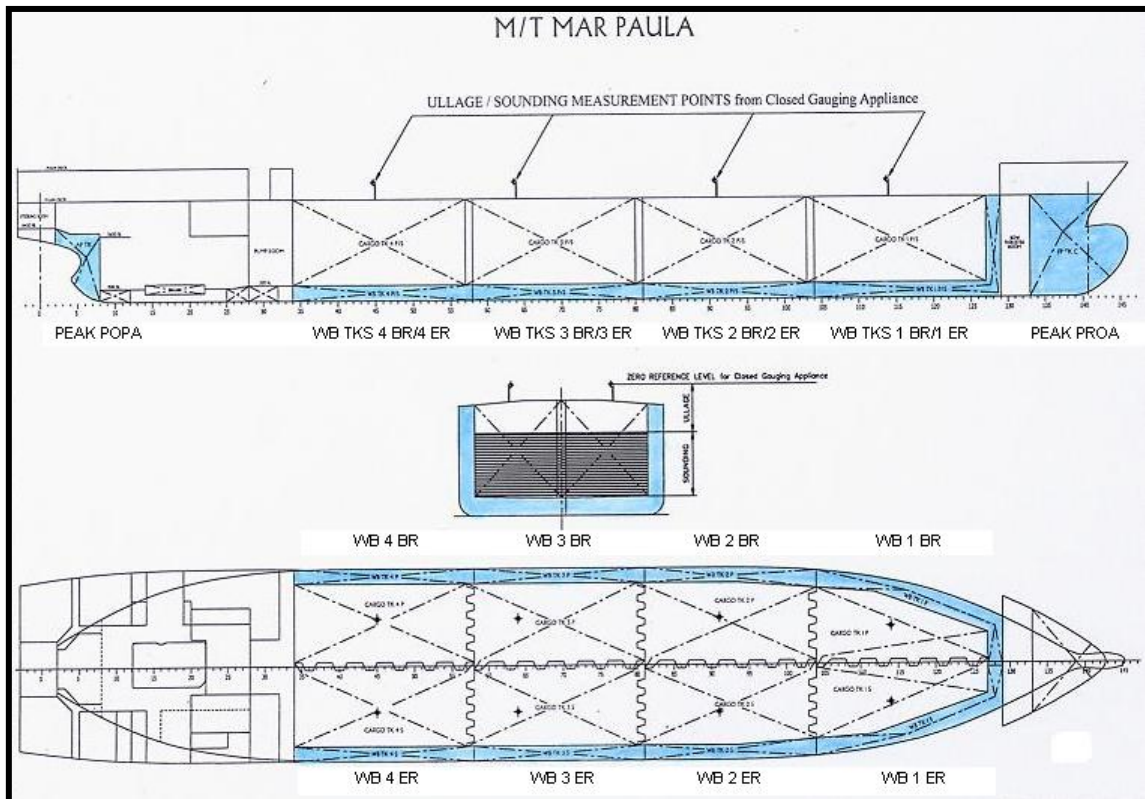
Las características anteriormente descritas corresponden a las características generales de los buques asfalteros donde comparten similitudes en cuanto a que todos tienen cuarto de bombas, ya sea en el centro o a popa del buque, disponen de bombas de descarga eléctricas de tornillo y tienen un sistema de calefacción de los tanques de carga a través de serpentes donde circula aceite térmico a presión y con temperatura.

Una característica que disponen solo los buques asfalteros de última generación es el hecho de que puedan realizar operaciones de carga/descarga y lastre/deslastre a la vez. Esto es debido a que los primeros asfalteros tenían mamparo con mamparo los tanques de carga con los de lastre, sin ningún tipo de separación entre ellos, con lo que no se podía realizar este tipo de operaciones a la vez.



Ilustración 13 Buque asfaltero 'Mar Paula'

En los asfalteros de primera generación había que proceder a deslastrar los tanques de lastre antes de empezar a realizar las operaciones de carga, con lo que el buque ya se demoraba unas seis horas en la operativa dependiendo de los metros cúbicos a descargar y la capacidad de las bombas de lastre. Esto es debido a que, al solo haber un mamparo de separación entre dichos tanques de carga y lastre, la temperatura del asfalto cargado se podría ver perjudicada en forma de bajada de ésta, con lo que había que proceder al deslastre previa operación de carga de asfalto y se compensará la escora del buque con los tanques de carga.



**Ilustración 14 Tanques de carga y lastre separados por solo un mamparo**

Lo mismo pasaba en las operaciones de descarga ya que había que descargar el buque para que, una vez descargado el producto y cerrados los serpentines de calefacción de los tanques de carga, se procedía a llenar los tanques de lastre hasta el 98% una vez la temperatura del tanque había disminuido; la reducción de la temperatura de los tanque de carga se veía acelerada ya que se habrían las tapas de los tanques una vez descargado el producto de estos.



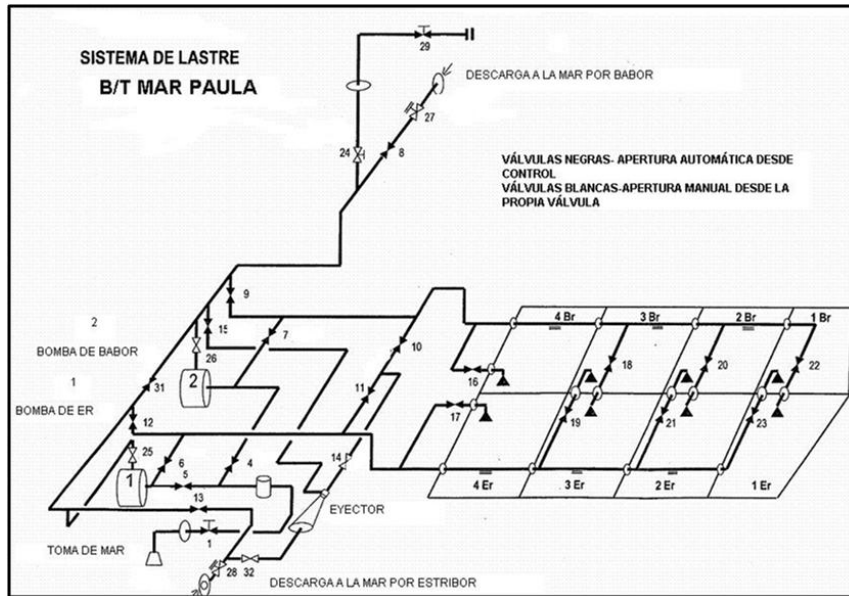


Ilustración 15 Sistema de lastre del buque 'Mar Paula'

Los buques asfalteros de última generación como el B/T Herbania o el Castillo de Pambre, que fueron recientemente construidos en el año 2013, si que pueden realizar las operaciones de carga/descarga y lastre/deslastre de manera simultánea. Esto es debido a que entre los tanques de carga y de lastre existe una separación llamado bodega o espacio vacío. Existe este espacio vacío entre la carga y el lastre debido a que los tanques de carga son del tipo ‘flotantes’ o ‘sustentados’. Al tener dichos tipos de tanques de carga, en el interior del espacio vacío habrá un soporte que será lo que sustente los tanques y haga que no se muevan.



Ilustración 16 Soporte de los tanques de carga situado dentro de los espacios vacios

Estos soportes de los tanques tendrán unas limitaciones y es que el calado de proa del buque tendrá que ser de un mínimo de 3,70 metros de cara a evitar que, en caso de mal tiempo, los tanques no golpeen con los soportes pudiéndose dañar los mamparos de los mismos y reduciendo así al mínimo el efecto ‘slaming’. Dichos soportes habrán de ser engrasados cada mes y, después de cada operativa de carga o descarga del buque, habrá que bajar a los espacios vacíos para verificar el estado de estos y si están actuando de manera correcta en el mamparo del tanque de carga.

A través de estos espacios vacíos será por donde pasen las líneas de carga de los tanques así como también los serpentines de calefacción. Dentro de los espacios vacíos tendremos las tapas de entrada a los tanques de lastre como también las válvulas manuales del ‘super-stripping’, aunque estas últimas no serán aplicables para la descarga de asfalto debido a su densidad, con lo que se encontrará la válvula siempre cerrada y con una brida ciega.



**Ilustración 17 Mamparos de los tanques de carga situados en los espacios vacíos**

El hecho de que los buques asfalteros de última generación tengan estos tanques sustentados, hará que aparezca un nuevo concepto llamado ‘coeficiente de dilatación’ de los tanques. El coeficiente de dilatación significa que los tanques sufrirán dilataciones y contracciones en sus mamparos debido al cambio de temperatura que estos sufren

cuando son cargados de asfalto a más de 150°C. En este tipo de asfalteros se tendrá en cuenta dicho coeficiente de dilatación a la hora de calcular la cantidad total que tenemos cargada en cada uno de los tanques. En cambio, este coeficiente en los asfalteros de primera generación era inexistente debido a que no había un espacio vacío entre los tanques de carga y los de lastre.

1. Tank capacity in this table is based on a reference temperature of 20°C. The actual capacity should be calculated according to following formula if temperature is not based on 20°C:

$$V_t = V_b \times [1 + 3\alpha(t - 20)]$$

$V_t$  -- Capacity after corrected of the temperature, m<sup>3</sup>.

$V_b$  -- the capacity shown in the tank capacity gauge table, m<sup>3</sup>.

$t$  --- the average temperature of bulkhead, °C.

$\alpha$  --- the linear expansion coefficient of tank material.

$$\alpha = 0.00012/°C.$$

t(°C)	1+3α(t-20)	t(°C)	1+3α(t-20)	t(°C)	1+3α(t-20)	t(°C)	1+3α(t-20)	t(°C)	1+3α(t-20)	t(°C)	1+3α(t-20)
-20	0.99856	5	0.99946	30	1.00036	55	1.00126	80	1.00216	105	1.00306
-19	0.99860	6	0.99950	31	1.00040	56	1.00130	81	1.00220	106	1.00310
-18	0.99863	7	0.99953	32	1.00043	57	1.00133	82	1.00223	107	1.00313
-17	0.99867	8	0.99957	33	1.00047	58	1.00137	83	1.00227	108	1.00317
-16	0.99870	9	0.99960	34	1.00050	59	1.00140	84	1.00230	109	1.00320
-15	0.99874	10	0.99964	35	1.00054	60	1.00144	85	1.00234	110	1.00324
-14	0.99878	11	0.99968	36	1.00058	61	1.00148	86	1.00238	111	1.00328
-13	0.99881	12	0.99971	37	1.00061	62	1.00151	87	1.00241	112	1.00331
-12	0.99885	13	0.99975	38	1.00065	63	1.00155	88	1.00245	113	1.00335
-11	0.99888	14	0.99978	39	1.00068	64	1.00158	89	1.00248	114	1.00338
-10	0.99892	15	0.99982	40	1.00072	65	1.00162	90	1.00252	115	1.00342
-9	0.99896	16	0.99986	41	1.00076	66	1.00166	91	1.00256	116	1.00346
-8	0.99899	17	0.99989	42	1.00079	67	1.00169	92	1.00259	117	1.00349
-7	0.99903	18	0.99993	43	1.00083	68	1.00173	93	1.00263	118	1.00353
-6	0.99906	19	0.99996	44	1.00086	69	1.00176	94	1.00266	119	1.00356
-5	0.99910	20	1.00000	45	1.00090	70	1.00180	95	1.00270	120	1.00360
-4	0.99914	21	1.00004	46	1.00094	71	1.00184	96	1.00274	121	1.00364
-3	0.99917	22	1.00007	47	1.00097	72	1.00187	97	1.00277	122	1.00367
-2	0.99921	23	1.00011	48	1.00101	73	1.00191	98	1.00281	123	1.00371
-1	0.99924	24	1.00014	49	1.00104	74	1.00194	99	1.00284	124	1.00374
0	0.99928	25	1.00018	50	1.00108	75	1.00198	100	1.00288	125	1.00378
1	0.99932	26	1.00022	51	1.00112	76	1.00202	101	1.00292	126	1.00382
2	0.99935	27	1.00025	52	1.00115	77	1.00205	102	1.00295	127	1.00385
3	0.99939	28	1.00029	53	1.00119	78	1.00209	103	1.00299	128	1.00389
4	0.99942	29	1.00032	54	1.00122	79	1.00212	104	1.00302	129	1.00392

Ilustración 18 Coeficiente de dilatación del tanque en función de la temperatura

TANQ (TANKS)	PRODUCTO (PRODUCT)	VACIO/ SONDA	LITROS BRUTOS	COEFICIENTE DILATACION TANQUE <i>(Coefficient expansion tank.)</i>	LITROS AGUA <i>(Water Liters)</i>	LITROS NETOS
		<i>(Ullages)</i>	<i>(Gross Liters)</i>			<i>(Net Liters)</i>
		AT T°C	AT T°C			At T°C
1B	PDA	189	655,086	1,00494		658,322
1E	PDA	185	661,844	1,00490		665,087
2B	PDA	201	779,858	1,00483		783,628
2E	PDA	196	783,976	1,00484		787,772
3B	PDA	349	611,488	1,00484		614,447
3E	PDA	339	624,134	1,00479		627,125
4B	PDA	347	515,267	1,00491		517,797
4E	PDA	356	509,424	1,00508		512,014
<b>TOTAL</b>			<b>5.141,077</b>			<b>5.166,191</b>

Ilustración 19 Coeficiente de dilatación del tanque reflejado en la liquidación del buque

### 3. MEDIOS DE CARGA Y DESCARGA

Las operaciones de carga y descarga de un buque hay que optimizarlas lo máximo posible ya que esto reducirá nuestra estancia en puerto. El buque el cual me basaré para explicar el funcionamiento principal de carga y descarga dispone de cuatro parejas de tanques cuya distribución es la siguiente:



Ilustración 20 Esquema tanques de carga B/T Herbania

Los tanques de carga disponen de válvulas de presión/vacío y que estas aliviarán presión (operaciones de carga) o necesitarán aspirar aire de fuera (operaciones de descarga) en función de lo que demande el tanque en ese momento. Estas válvulas P/V están taradas a una presión de 220 mbar y a un vacío de -35 mbar, donde tenemos programadas varias alarmas en el calculador de carga de cara a indicarnos cuando la

presión del tanque está subiendo o bien está bajando. La alarma de presión, tengamos o no los tanques inertizados, será de 220 mbar; mientras que la alarma de vacío saltará cuando el tanque tenga una presión de 10 mbar estando inertizado y de -20 mbar cuando el tanque no esté inertizado.



Ilustración 21 Válvula Presión/Vacío tanques de carga

Las P/V se encuentran reguladas por la OMI y la UE a través de la Marine Equipment Directive (MED). Conforme a la OMI MSC/Circ. 677, se regula el diseño, prueba y localización de los dispositivos para prevenir el paso de las llamas al interior de los tanques de carga en buques tanque; mientras que la CE Directiva 98/85/EC (A.1/3.12) regula las válvulas de alta velocidad PV.

La EN12874 (2001) es una norma de prueba adicional que se aplica a los dispositivos para prevenir el paso de las llamas al interior de los tanques de carga de los buques tanque como también la resistencia al fuego y una prueba de tapas de desgasificación.

La MSC/Circ.677 trata sobre el diseño, prueba y localización del dispositivo para prevenir el paso de la llama hacia los tanques de carga en los buques tanque.

La MSC/Circ.1009 engloba la prueba y emplazamiento de los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga de los buques tanque.

La MSC.1/CIRC 1324 regula todo lo relacionado con las pruebas y el emplazamiento de los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga de los buques tanques.

En el Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en la mar (SOLAS) también e incluyen prescripciones relacionas con las válvulas P/V ya que tiene que ver con las medidas de seguridad contra incendios en los buques tanque.

### 3.1 MEDIOS DE CARGA

Las operaciones de carga del buque destacan por tener tres fases:

- Se empieza la carga del tanque a bajo régimen porque primero hay que rellenar el fondo del tanque para así evitar que el impacto con el tanque, fabricado con epoxy, provoque electricidad electrostática y esto cause una explosión. Para reducir también la posibilidad de hacer electricidad electrostática, la línea que entra al tanque, dará las máximas vueltas posibles para que así el producto no impacte de una manera tan violenta en el fondo de este. El caudal máximo de entrada del producto será de 165 m<sup>3</sup>/h.

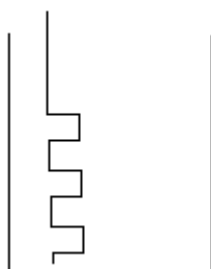


Ilustración 22 Bajante línea de carga

- Cuando ya se han rellenado todos los fondos de los tanques que se vayan a cargar, podemos contactar con tierra para que pongan el caudal máximo que pueden dar ellos o bien el que el buque puede llegar a soportar; el caudal máximo de carga es de 500 m<sup>3</sup>/h.
- La última fase consiste en la de ordenar a tierra para que moderen la carga debido a que estamos llegando a la máxima capacidad disponible del tanque. Durante esta fase, el producto entrará a un régimen no superior de 97 m<sup>3</sup>/h.

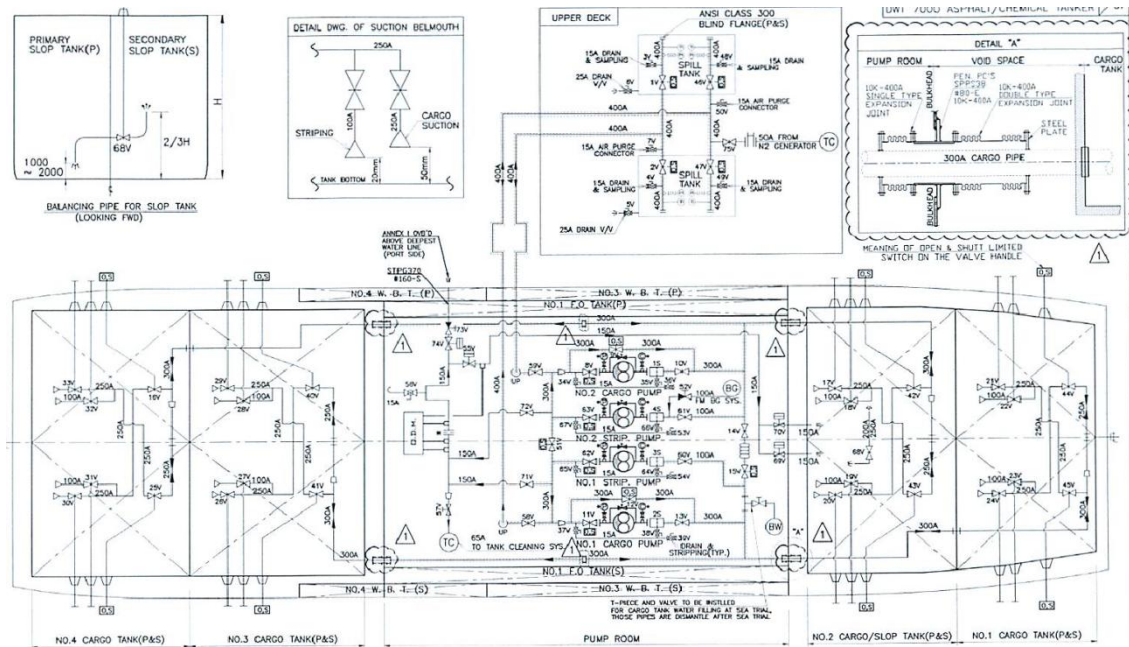


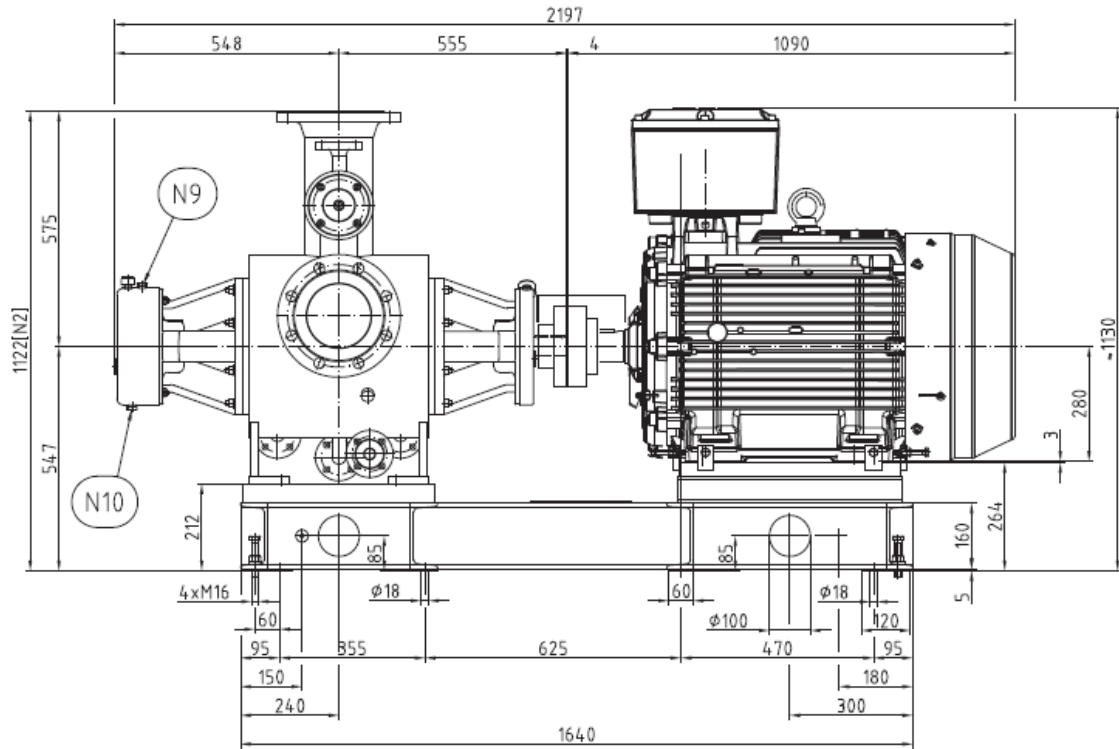
Ilustración 23 Plano con las válvulas de carga del buque

En la imagen superior se observa la distribución de las válvulas del buque, las cuales se habrá de abrir de forma manual si uno requiere que el producto circule por esa línea de carga.

### 3.2 MEDIOS DE DESCARGA

Los buques asfalteros se caracterizan por disponer de un mismo tipo de bombas llamadas ‘bombas de tronillo’ o ‘screw pumps’ en ingles. A diferencia de otros tipos de buques petroleros donde cada tanque dispone de una bomba para descargar el producto, los asfalteros solo disponen de una bomba de descarga situada en el cuarto de bombas con lo que se descargarán todos los tanques del buque a través de esta bomba.





**Ilustración 24 Motor eléctrico bomba de descarga**

El buque dispone de hasta dos bombas de descarga donde destacan las siguientes características técnicas:

- Capacidad: 500 m<sup>3</sup>/h
- Presión de descarga: 10 bar
- Velocidad: 1450 rpm
- Temperatura máxima de trabajo: 230°C
- Potencia necesaria: 270 kW



Ilustración 25 Bomba de descarga

Además de disponer el buque de dos bombas de descarga grandes, también hay en el cuarto de bombas dos bombas pequeñas llamadas ‘stripping’ de cara a poder dejar el tanque sin producto alguno al final de la descarga. Estas bombas presentan las siguientes características:

- Capacidad: 100m<sup>3</sup>/h
- Presión de descarga: 10 bar
- Velocidad: 1600 rpm
- Temperatura máxima de trabajo: 230°C
- Potencia necesaria: 48 kW

Tanto la bomba de descarga grande como la pequeña estarán limitadas a un producto que presentase las siguientes características:

- Densidad máxima de 1,3 Kg/L a 190°C
- Temperatura máxima del producto cargado no será superior a 230°C.

Las bombas disponen de un sistema de refrigeración adicional que, en caso de tener que descargar un producto de entre 200-230°C, se pondría en funcionamiento de cara a reducir la temperatura de los cojinetes de la bomba ya que se podría calentar de manera excesiva, lo que provocaría que la bomba se detuviese por excesiva temperatura en sus elementos rotativos.



Ilustración 26 Sistema para refrigerar las bombas de descarga

Los buques asfalteros, pero no en su mayoría, disponen de una planta de gas inerte de cara a poder inertizar los tanques de carga, lo que sería equivalente a dejar el porcentaje de oxígeno del tanque por debajo del 8%. Para el transporte de asfalto no sería realmente necesario el tener los tanque de carga por debajo del 8% de oxígeno pero existe un producto que transportan estos tipos de barco llamado 'Producto Derivado del Asfalto' (PDA) que hace necesario el tener instalada esta planta de gas inerte en el buque.

El PDA necesita el estar en una atmósfera inerte por el hecho que es un producto que contiene, además de asfalto, trazas y restos de gasolina, lo que estando en un tanque con alta temperatura podría causar una explosión dentro de él. Con lo cual, siempre que se cargue dicho producto, uno habrá de cerciorarse bien con un aparato medidor de atmósferas inertes que dichos tanques tienen un porcentaje de oxígeno menor al 8% ya que, de lo contrario, no se podría proceder a cargar dicho producto.

El gas inerte lo que hace es impedir que nunca entremos en la zona peligrosa al transformar la atmósfera en una mezcla de gases que tiene menos de un 8% de O<sub>2</sub>, elimina el comburente (O<sub>2</sub>) en porcentaje peligroso para así imposibilitar la combustión. Hoy en día en el buque existe la zona peligrosa, que es la que va desde el mamparo de proa de la habilitación hasta el pique de proa del buque, y la zona segura, que sería la superestructura del buque y la sala de máquinas. El gas inerte debe de contener el menor porcentaje de oxígeno posible o habrá de cumplir con el porcentaje estipulado en los cuadros de mezclas explosivas.

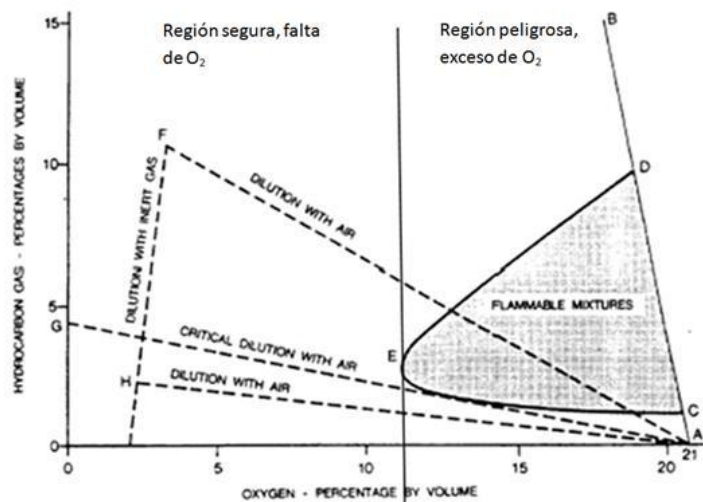


Ilustración 27 Zonas seguras y peligrosas dentro del tanque de carga

El gas inerte podrá proceder tanto de los gases de escape de las calderas, los gases de escape de turbinas de gas con una reducción de oxígeno mediante postcombustión o bien de un generador o planta de gas inerte.

El equipo que genera Nitrógeno para los tanques está situado en la máquina y dispone tanto de válvulas automáticas como son las que permiten llegar el nitrógeno a las líneas situadas en la cubierta, donde también hay válvulas manuales como son las que permiten acceder dicho gas a cada tanque en particular. En la cubierta nos encontramos con un elemento de seguridad como es el 'deck seal', lo que evita que el gas inerte inyectado hacia la cubierta vuelva a la sala de máquinas.

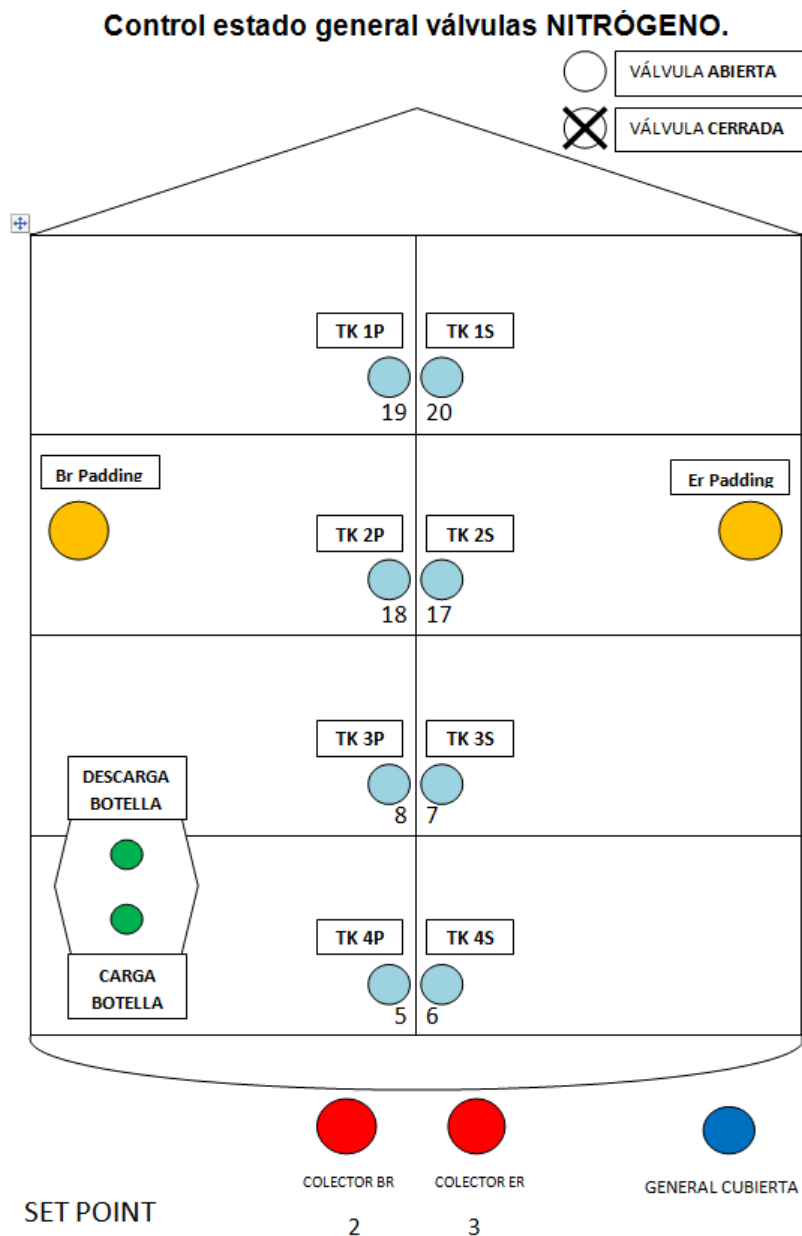


Ilustración 28 Localización válvulas de nitrógeno

B/Q HERBANIA										DOC NO CONTROLADO SUJETO A CAMBIOS
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------

**CONTROL APERTURA - CIERRE VÁLVULAS DE NITRÓGENO**

Válvula	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
	Puerto:		Puerto:		Puerto:		Puerto:	
	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA
	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora
Válvula corte general Nitrógeno, 01V IG								
Válvula colector Br, 01V								
Válvula colector Er, 02V								
Válvula tanque 4 Er, 05V								
Válvula tanque 4 Er, 06V								
Válvula tanque 3 Er, 07V								
Válvula tanque 3 Er, 08V								
Válvula tanque 2 Er, 17V								
Válvula tanque 2 Er, 18V								
Válvula tanque 1 Er, 19V								
Válvula tanque 1 Er, 20V								
Válvula Padding Br, 21V								
Válvula Padding Er, 22V								
Set point Planta Nitrógeno								

Válvula	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
	Puerto:		Puerto:		Puerto:		Puerto:	
	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA
	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora
Válvula corte general Nitrógeno, 01V IG								
Válvula colector Br, 01V								
Válvula colector Er, 02V								
Válvula tanque 4 Er, 05V								
Válvula tanque 4 Er, 06V								
Válvula tanque 3 Er, 07V								
Válvula tanque 3 Er, 08V								
Válvula tanque 2 Er, 17V								
Válvula tanque 2 Er, 18V								
Válvula tanque 1 Er, 19V								
Válvula tanque 1 Er, 20V								
Válvula Padding Br, 21V								
Válvula Padding Er, 22V								
Set point Planta Nitrógeno								

Nota: Se consignará hora de apertura y cierre de las válvulas de nitrógeno

**Ilustración 29 Documento para el registro de la apertura/cierre de las válvulas de nitrógeno**

En la planta de gas inerte uno le puede modificar el ‘set point’ de cara a escoger que porcentaje de oxígeno quieres que tenga el gas que es inyectado al tanque, siendo el rango que uno puede escoger de entre 1 y 5 %. El sistema, al escoger un porcentaje de oxígeno u otro, a través de una membrana instalada en el aparato regulará dicho porcentaje de oxígeno que uno haya solicitado. La planta dispone de un sistema de venteo que es necesario de cara sobre todo al inicio de la descarga ya que necesita ventear el gas hacia fuera hasta que llega al porcentaje de oxígeno mínimo que el oficial ha solicitado.



Ilustración 30 Pantala para ajustar el porcentaje de oxígeno del gas inerte

A parte de esta planta de gas inerte, en la cubierta del buque se dispone de una botella llamada 'padding'. Esta botella se rellena con gas inerte y se utiliza de cara a poder rellenar el tanque de carga con nitrógeno si se diese el caso de que la presión del mismo está disminuyendo. Al disminuir la presión del tanque se corre el riesgo de que pueda entrar oxígeno, con lo que se haría uso de esta botella de cara a aumentar la presión del tanque y así reducir la posibilidad de que entre oxígeno en el tanque de carga.



**Ilustración 31 Botella del 'padding' situada en la cubierta principal**

Esta botella destaca por tener una capacidad máxima de  $5\text{m}^3$  y se puede rellenar hasta una presión máxima de 10Kg, aunque dispone de una válvula para poder aliviar presión en el caso de que fuese necesario. Además, para así optimizar el uso de dicha botella, en el cuarto de bombas se dispone de una reductora que lo que hace es reducir la presión de 10 a 0,1 bar, con lo que aumentaremos el tiempo de uso que se le puede dar al nitrógeno que contiene la botella y así tampoco le introduciremos dicho gas a una presión elevada ya que podría ser perjudicial para la estructura del tanque.

Habrà que llevar un registro y control cada 12 horas del porcentaje de oxígeno el cual se encuentra el tanque de carga:



MES: JULIO 2016

**CONTROL DE ATMOSFERAS TANQUES DE CARGA**

Documento en revisión  
está sujeto a cambios

DIA	VIAJE	TANQUE HORA	1B		1E		2B		2E		3B		3E		4B		4E		RESPONSABLE
			%O2	PRESION	%O2	PRESION	%O2	PRESION	%O2	PRESION	%O2	PRESION	%O2	PRESION	%O2	PRESION	%O2	PRESION	
16.07.01		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.02		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.03		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.04		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.05		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.06		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.07		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.08		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.09		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.10		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.11		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.12		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.13		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.14		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.15		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.16		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.17		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.18		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial
16.07.19		08.00																	1º Oficial
		20.00																	1º Oficial

NOTA: REALIZAR CONTROL DE ATMOSFERAS EN NAVIGACIONES DE MAS DE 24 HORAS

Ilustración 32 Documento para el control de atmósferas de los tanques de carga

## **4. SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LOS TANQUES DE CARGA**

Si hay alguna característica que sobresale en el transporte del asfalto del puerto de origen al de destino es el hecho que se le tiene que estar dando calefacción al producto de cara a que este no se solidifique durante el transporte. El asfalto es un producto que se debe mantener a unos 150°C, con lo que el buque habrá de estar equipado con unas buenas calderas y disponer de serpentines de calefacción en los tanques de carga para poder así mantener la temperatura óptima del producto; si la temperatura bajase a menos de 80°C, el asfalto empezaría a solidificarse y sería muy costoso el volver a levantar la temperatura del producto para así poder proceder a su descarga.

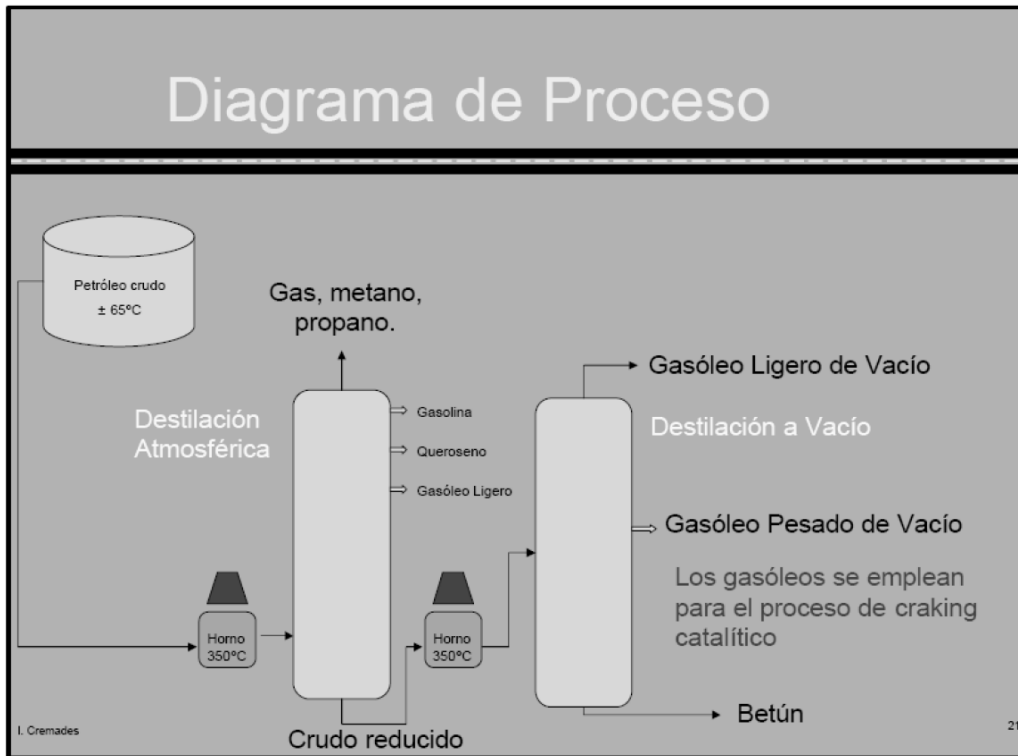
### **4.1 VISCOSIDAD DEL ASFALTO**

El asfalto de por sí es un material viscoso y de color negro, donde su consistencia puede llegar a variar al estar compuesto principalmente por una mezcla de hidrocarburos pesados. El asfalto se encuentra en yacimientos naturales y se obtiene a través del refinado del crudo. Existen dos tipos principales de asfaltos como son los asfaltenos y los maltenos, donde lo que varia es su composición.

Los asfaltos más utilizados son los derivados del petróleo y se obtienen a través de una destilación industrial del crudo, donde representan alrededor del 90% de la producción total de asfaltos. El crudo extraído de los pozos es sometido a un proceso de destilación donde se separan las fracciones más livianas como la nafta o el queroseno de las bases más asfáltica a través de la vaporización, fraccionamiento y condensación de las mismas.

El asfalto es un material bituminoso debido a que contiene betún, con lo que es un hidrocarburo soluble en bisulfuro de carbono. El asfalto de petróleo moderno tiene las mismas características de durabilidad que el asfalto natural, pero con la ventaja que de ser refinado hasta una condición uniforme, libre de materias orgánicas y cualquier tipo de mineral extraño.

La primera fase a la que se somete el crudo es a una destilación primaria donde se calienta este hasta unos 375°C. Después se pasa a realizar una destilación al vacío de cara a separar el fondo de la destilación primaria para así finalizar con la desfaltización con propano o butano y así poder separar el aceite de los asfaltenos.



**Ilustración 33 Diagrama de proceso del asfalto**

Cuando el asfalto es calentado a una temperatura por encima de su punto de inflamación, comienza a fluidificarse donde sus propiedades mecánicas son conocidas por viscosidad. La viscosidad de un asfalto se mide en un viscosímetro capilar, donde mide la viscosidad cinemática en centistokes (cst); la dinámica o absoluta se mide en centipoises (cp) y puede obtenerse de la cinemática multiplicándola por la densidad a esa temperatura determinada.

Aplicación	Viscosidad requerida (cst)
Spray	20-100
Llenado de Juntas	100-200
Mezclado con Filler	200
Impregnación	20-200
Impermeabilización	200-1000
Pintado	600
Recubrimiento	1000
Bombear	1500-2000

**Ilustración 34 Viscosidad en función de la aplicación del asfalto**

La tabla arriba muestra la viscosidad necesaria en cst según la aplicación a la que se le vaya a dar al asfalto.

#### 4.2 PUNTO DE PENETRACIÓN

La siguiente tabla que se adjunta muestra la viscosidad en cst de los grados estándares que hay del asfalto según su penetración y también en función de su viscosidad.

Rango en penetracion	Viscosidad en cst						
	20.000	5.000	2.000	1.000	200	100	50
180/200	70	85	100	110	140	155	175
80/100	80	95	105	120	150	170	190
60/70	85	100	115	125	155	175	195
50/60	90	105	115	125	160	175	200
40/50	90	110	120	130	165	180	200
30/40	95	110	125	135	170	185	210
20/30	100	120	130	145	175	195	220
10/20	115	130	140	155	190	205	230
Rango en pen / P.A.							
85/25	125	145	160	170	205	225	250
85/40	130	145	160	170	200	220	245
115/15	165	185	205	215	255	-	-

Ilustración 35 Rango de penetración en función de la viscosidad

Los asfaltos son conocidos por su punto de penetración, donde a través de un ensayo se determina la dureza o consistencia relativa midiendo la distancia que una aguja normalizada penetra verticalmente a una muestra de asfalto en condiciones especificadas de temperatura, carga y tiempo. Esta prueba se realiza a 25°C donde se calienta una muestra en un baño de agua controlada de manera termostática, con la aguja cargada con 100 gramos y se aplica durante 5 segundos; la unidad de penetración es la décima al milímetro. Así, la medida de la penetración es la longitud que penetró la aguja en el cemento asfáltico en unidades de 0,1 mm.

#### 4.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN DEL BUQUE

Los buques asfalteros disponen de unas calderas en la sala de máquinas que consumen fuel y que, gracias a estas, se consigue circular el aceite térmico a través de las líneas de presión/retorno del buque para así mantener calientes los tanques de carga, las líneas de carga que están en el cuarto de bombas y también los tanques de fuel para el consumo de la máquina. Hay que destacar que, aunque los tanques de carga estén vacíos de producto, se le seguirá inyectando calefacción de cara a llegar al puerto de carga con una temperatura de no menos de 80°C ya que sino no se podría proceder a cargar asfalto en dichos tanques.



Ilustración 36 Caldera de la sala de máquina para calentar el aceite térmico

Como se ha mencionado anteriormente, las calderas que calientan el aceite para la calefacción están situadas en la sala de máquinas y funcionan gracias al fuel, donde normalmente se dispone de dos calderas en el buque por si una fallase. Tienen un ‘display’ de cara a poder seleccionar la temperatura a la que queremos que esté el aceite de calefacción y también nos proporciona la temperatura del aceite a la cual está retornando a la caldera una vez éste ha pasado por los serpentines de calefacción de los tanques de carga. Así que en caso de que la temperatura del asfalto disminuya durante su transporte, se podrá optar en abrir más serpentines de calefacción a los tanques de carga o bien aumentar el ‘set-point’ de la temperatura del aceite. Cuando el buque se encuentra navegando, se pone en funcionamiento el ‘economizador’ y que tiene el objetivo de reducir el fuel que consumen las calderas del aceite de calefacción.



Ilustración 37 Display de las calderas para seleccionar la temperatura del aceite térmico

Los buques disponen, normalmente, de un tanque de expansión para el aceite térmico que, en caso de haber sobrepresión de aceite en las calderas, se evacuará dicho aceite al tanque de expansión. Dichos tanques de expansión están situados en la cubierta del buque, y en la foto abajo mostrada, el tanque está en la cubierta del puente de navegación.



**Ilustración 38** Tanque de expansión del aceite térmico situado en la cubierta puente

No se puede utilizar un aceite cualquiera para dar calefacción a los tanques de carga ya que, como este puede llegar a soportar temperaturas superiores a los 200°C, deberá de ser específico para ello.

El más común utilizado es el ExxonMobil MOBILTHERM 605. Este aceite destaca por tener un punto de inflamación  $>200^{\circ}\text{C}$ , donde el límite de exposición superior (UEL) es de 7.0 y el límite de exposición inferior (LEL) es de 0.9. Las características principales del aceite son las siguientes:

- Estado físico: Líquido
- Color: Ámbar

- Olor: Característico
- Punto inicial de ebullición / e intervalo de ebullición: >316°C
- Punto de inflamación: >200°C
- Límites superior/inferior de inflamabilidad (volumen aproximado en el aire %): límite de exposición superior (UEL) es de 7.0 y el límite de exposición inferior (LEL) es de 0.9
- Presión de vapor: <0.013kPa (0.1 mm Hg) a 20°C
- Densidad de vapor (Aire=1): >2 a 101 kPa
- Densidad relativa (a 15°C): 0.9
- Coeficiente de partición: >3.5
- Viscosidad 30.6 cSt a 40°C // 5.2 cSt a 100°C
- Punto de fluidez: -6°C

Desde la sala de máquinas hasta el cuarto de bombas, habrá por la cubierta dos líneas por donde circulará el aceite térmico: una de presión y otra de retorno. El aceite saldrá de las calderas por la línea de presión y volverá por la de retorno, donde antes habrá pasado por el cuarto de bombas y ahí habrá inyectado calefacción a los tanques de carga a través de sus serpentines, como también a las líneas de carga.



Ilustración 39 Línea de presión/retorno del aceite térmico

## **5. MEDIOS DE LASTRE/DESLASTRE**

### **5.1 NUEVO CONVENIO INTERNACIONAL DE LA GESTIÓN DE AGUA DE LASTRE**

Hay que saber que hoy en día el transporte marítimo mueva alrededor del 80% de los bienes del mundo y transfiere de tres a cinco billones de toneladas de agua de lastre de manera internacional a lo largo de cada año. El agua de lastre contiene una gran variedad de organismos como pueden ser las bacterias, virus o varias formas de plantas y animales marinos y costeros. La gran mayoría de estos organismos no llega a sobrevivir hasta el momento en que el agua de lastre es descargada, pero hay algunos que si lo hacen, lo que genera una amenaza para su nuevo ambiente. Al ser unas especies no nativas, si se llegan a establecer en esta nueva zona pueden tener un serio impacto en la ecología, economía y salud pública del lugar en cuestión.

El transporte a través del agua de lastre de especies marinas invasoras ha sido identificado como una de las mayores amenazas para los océanos del mundo, con lo que la Organización Marítima Internacional (OMI) ha tenido que tomar acciones de cara a hacer frente a este problema.

El Convenio sobre la gestión del agua de lastre (BWM) regula las descargas de agua de lastre y busca reducir el riesgo de la introducción de especies no nativas a través de ellas. En respuesta a este Convenio se han ido desarrollando varia tecnología para el tratamiento del agua, donde estos sistemas deben de ser aprobados por la OMI.

Este Convenio tiene sus orígenes en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) celebrada en Río de Janeiro en el 1992, donde empezaron las conversaciones de cara a elaborar un texto común internacional que fuese vinculante e obligatorio. Ya en 1999 el Grupo de Trabajo sobre el agua de lastre establecido por el MEPC en 1994, empezó a preparar dicho Convenio. En el 2002, la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible hizo hincapié sobre el problema de la transferencia de especies invasoras a través del agua de lastre y fue cuando, en el 2004, se celebra en la OMI la Conferencia Internacional Sobre la Gestión del Agua de Lastre. Este Convenio fue creado a través de las diferentes reuniones que fueron teniendo y, a lo largo de sus veintidós artículos y su Anexo, se fijan las reglas para el control y la gestión de aplicación para el agua de lastre.



El Convenio sobre la Gestión de Agua de Lastre consta de hasta 22 artículos donde se encuentra el control de las prescripciones, los reconocimientos y certificación, como también las inspecciones que hay que llevar a cabo del equipo y su correcta gestión entre otros muchos temas. El objetivo de este Convenio es el de unificar toda la pequeña normativa que pudiesen tener los países de cara consolidar una única normativa en los países que lo lleguen a ratificar.

La Convención BWM se aplica a todos los buques incluyendo a los sumergibles, elementos flotantes, plataformas flotantes, FSUs y FPSOs. No afectará a los buques no designados a llevar agua de lastre, buques que no operen en aguas internacionales, buques de guerra u otros operadores por un estado, buques en servicio no comerciales o buques con agua de lastre permanentemente en tanques sellados.

La Convención BWM entrará en vigor 12 meses después de la ratificación por parte de 30 estados que represente un 35% del tonelaje de la flota mundial. Donde, una vez haya entrado en vigor esta convención, se requerirá a todos los buques que gestionen su agua de lastre en cada viaje ya sea a intercambiándola o tratándola mediante un sistema de tratamiento aprobado. Esto hará que los buques de más de 400 GT deban de contar con un Plan de Gestión de agua de lastre y un Libro de Registro de agua de lastre aprobados por la OMI, y deberán de ser inspeccionados y provistos de un Certificado de Gestión de Agua de Lastre; aunque los buques de menos de 400 GT estarán sujetos a sistemas de inspección y certificación a nivel nacional. Tras pasar la inspección inicial, el buque cuyo estado de abanderamiento haya ratificado la Convención BWM obtendrá un Certificado de Agua de Lastre y, en el caso donde el estado no haya ratificado la convención se expedirá un Certificado de cumplimiento de Gestión de Agua de Lastre; en los dos casos los certificados serán válidos durante cinco años.

Actualmente, el Convenio está a punto de entrar en vigor ya que, en el último periodo de sesiones del Comité de Protección del Ambiente Marino celebrado en la sede de la OMI en Londres, se informó que Bélgica, Fiji, Santa Lucía y Perú habían ratificado el Convenio, lo que lo eleva a 51 estados firmantes que representa el 34,87% del tonelaje mercante mundial. De esta manera, se cumple de manera sobrada el hecho de que haya un mínimo de 30 países firmantes, pero todavía no se cumple el segundo criterio donde debe representar al menos un 35% de la flota mundial.

La OMI ha publicado una Guía de Inspección que se encuentra en la Circular BWM-2/Circ.7, donde está previsto que sea incluida en la Guía del Sistema Armonizado de Inspección y Certificación de la OMI (Resolución A.997 (25)) una vez la Convención BWM entre en vigor.

Se podrán conceder exenciones a buques para una travesía entre puertos específicos como podría ser el de un ferry. Cualquier exención concedida será válida durante un máximo de cinco años con una inspección intermedia y se concederá a condición de que el buque no mezcle agua de lastre o sedimento en ningún otro lugar aparte de los puertos especificados en la exención, aunque la Administración podría retirar dicha exención si en cualquier momento si el buque no respeta las normas preestablecidas.

Hay que decir que la Unión Europea ha publicado una propuesta para la regulación sobre la prevención y gestión de la introducción y propagación de especies marinas. La propuesta está dirigida a proteger la biodiversidad nativa y el ecosistema, como también a minimizar y mitigar el impacto sobre la salud y la economía. Esta propuesta recoge tres tipos de intervención como son la prevención, detección y la gestión.

El Comité de Protección del Medioambiente Marino (MEPC) elaboró una serie de directrices con el objetivo de orientar a los países miembros del Convenio sobre materias que pudiesen modificables a través de una guía orientativa. El MEPC elaboró estas directrices con el fin de tratar temas como son la seguridad del manejo del agua de lastre y su operativa, como también temas más técnicos como es la aprobación de nuevos sistemas, los requisitos mínimos que han de cumplir la nueva construcción o el tratamiento que hay que hacer a los desechos generados por el tratamiento del agua de lastre.

## **5.2 INTERCAMBIO DEL AGUA DE LASTRE**

El intercambio del agua de lastre a mar abierto debe de ser preparado con antelación ya que se pueden presentar varias situaciones imprevistas. La convención requiere que los buques deben de realizar el cambio de agua de lastre:

- Al menos a 200 millas del punto más próximo de la costa.
- A más de 200 metros de profundidad.

Un buque no será requerido a desviar de su derrota ni causará demoras en orden a cumplir con un requisito particular de un estado. En caso de no realizar el intercambio del agua de lastre del buque, se anotará en el libro de registro de agua de lastre.

El primer método que nos encontramos es el secuencial. El ‘Método Secuencial’ es un proceso donde el tanque de lastre se vacía primero y después se rellena con un mínimo del 95% del volumen del tanque. En cada uno de los tanques que se vacíen se deberá de esperar a que la bomba de lastre deje de funcionar utilizando, si es posible, el eyector de cara a secar lo mejor posible el tanque; esto es de cara a evitar una posible situación donde quedan restos de organismos en el plan del tanque de lastre.

De cara a asegurarse que se realiza la operación con seguridad, se deberán de tener en cuenta las siguientes limitaciones:

- Máximos esfuerzos cortantes y flectores admitidos.
- Se debe de cumplir siempre con los criterios de estabilidad.
- Un asiento excesivo.

El segundo método que hay es el de rebose de los tanques de lastre. Se trata de reemplazar el agua de lastre a través de bombear hasta tres veces el volumen de cada tanque de lastre. Este método tiene la ventaja que puede ser utilizado en condiciones meteorológicas adversas donde, en el caso de utilizar el método secuencial, no se habría podido realizar. Aunque este método de rebose presenta desventajas ya que hay tanques donde puede ser difícil rebosarlos por la sobre-presión que pueden sufrir.

El tercer método es el de dilución. Este método consiste en llenar el tanque de lastre por su parte superior donde, a su vez, el agua se va descargando a través de la parte baja manteniendo un nivel y caudal constante hasta que se haya conseguido cambiar el 95% del tanque.

### **5.3 INSTALACIONES DE RECEPCIÓN**

Aparte del intercambio en la mar del agua de lastre, también existe en la recepción del agua a la llegada a puerto en una instalación creada para ello.

Existen las instalaciones de recepción del agua de lastre en puntos autorizados a ello, donde las resoluciones establecen que estas instalaciones tienen que proporcionar unos medios de control seguros para la gestión de esta agua; estas instalaciones acostumbran

a ser dirigidas a buques con capacidades pequeñas de lastre ya que si no podría demorar la operativa del buque en puerto. Estas instalaciones necesitaran de prescripciones a nivel nacional como es una legislación propia o regulaciones específicas de las autoridades portuarias.

Otro tipo de instalación que hay hoy en día es la de recepción de sedimentos. Estas instalaciones dedicadas a la manipulación de sedimentos estarán afectadas tanto por leyes internacionales como regionales y se actuará con diligencia a la hora de tratar y manipular estos desechos ya que si no podría producir una situación dañina al medio ambiente.

#### **5.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

Un Sistema de Gestión de Agua de Lastre (BWMS) es cualquier sistema que procesa agua de lastre que cumpla con la Regulación D-2 de esta convención. El BWMS incluye el equipamiento, el sistema de monitorización y para sacar muestras. El equipamiento ha de procesar o eliminar los organismos de cara a suprimir la posibilidad de que una especie no nativa invada un territorio.

Antes de iniciar las operaciones de gestión de agua de lastre, hay que realizar una evaluación previa sobre la seguridad del método que va a ser utilizado. Es el plan de gestión del agua de lastre el que aporta a la tripulación unas pautas a seguir a la hora de hacer funcionar y gestionar el agua de lastre. Se designará un Oficial encargado de realizar dichas operaciones con lo que deberá de tener especial precaución y tener en cuenta los criterios de estabilidad del buque. Este Plan de Gestión deberá de estar aprobado por la respectiva Administración del buque tal y como recoge este Convenio Internacional.

El Plan de Gestión será específico para cada buque ya que en él se recogen todos los temas relacionados como la estabilidad y esfuerzos del buque. Este Plan también incluirá, según la Directriz N°4, una pequeña introducción a la tripulación del buque en cuestión, las características del buque, información sobre el sistema de gestión del agua de lastre utilizado a bordo, información sobre los puntos de muestreo del agua de lastre, disposiciones sobre la formación y familiarización que han de tener los tripulantes con dicho equipo entre otras muchas cosas.

A la hora de realizar el Plan de Gestión, se tendrá también la precaución de tener en cuenta la estabilidad que proporcionan los tanques de lastre, los movimientos que puede tener el buque debido a inclemencias meteorológicas u otras operaciones más concretas que se pudiesen dar.

Los equipos de gestión de agua de lastre tienen, de cara a combatir los microorganismos, un filtro y un equipo de ultravioleta.

Estos filtros filtran microorganismos mayores de  $50\mu\text{m}$  y sus impurezas ya que así es suficiente para que los rayos UV terminen de eliminar otros pequeños microorganismos que puedan quedar todavía en el agua de lastre. Se trata de un filtro automático con un sistema de auto-limpieza efectuado por un motor eléctrico.

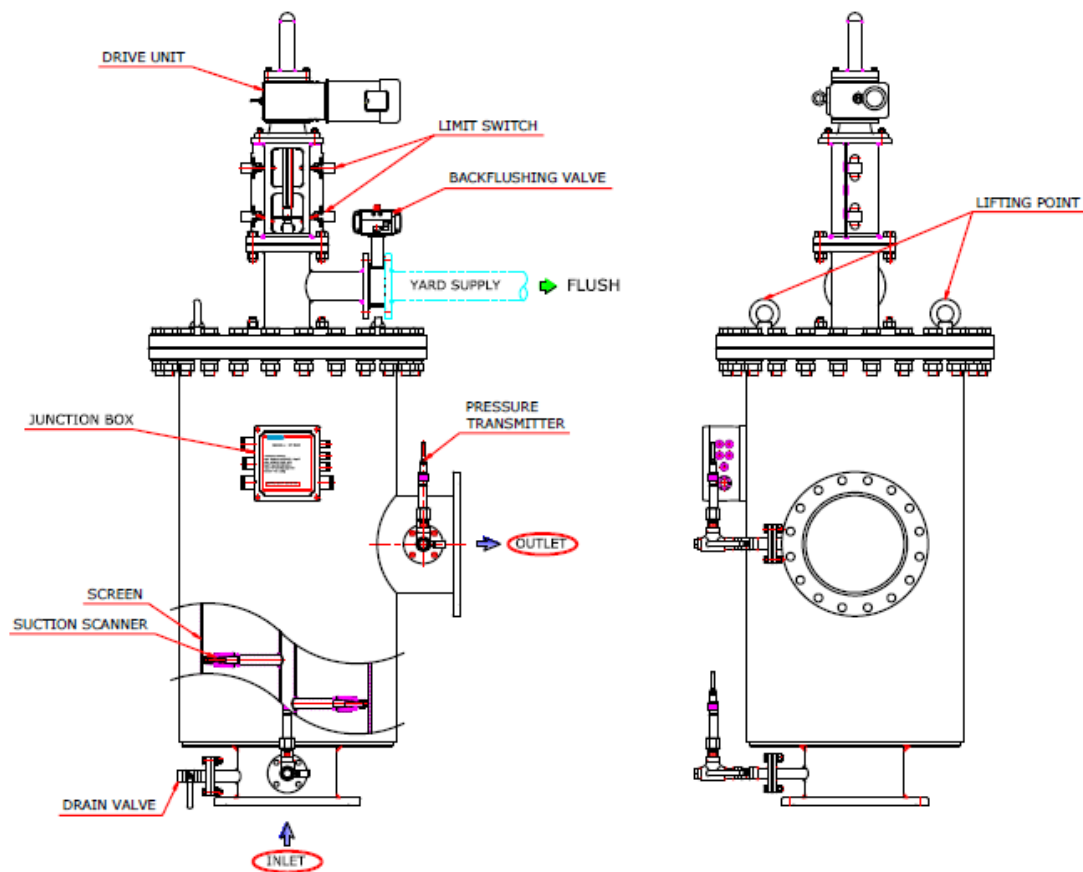


Ilustración 40 Filtro del sistema de gestión de agua de lastre

Este filtro puede llegar a soportar hasta caudales de  $500\text{ m}^3/\text{h}$ , una presión de  $7.0\text{ kg/cm}^2$  o una temperatura de trabajo de  $55^\circ\text{C}$ .

El sistema de rayos UV se utiliza con el fin de eliminar organismos vivos presentes en el agua que se está tratando ya que los estudios afirman que la exposición a rayos UV destruyen las bacterias o virus que pueda contener el agua. El sistema utiliza una lámpara orientada al caudal del agua y eliminan los organismos cuando estos pasan a través de una cámara de acero inoxidable donde se encuentra esta luz UV.

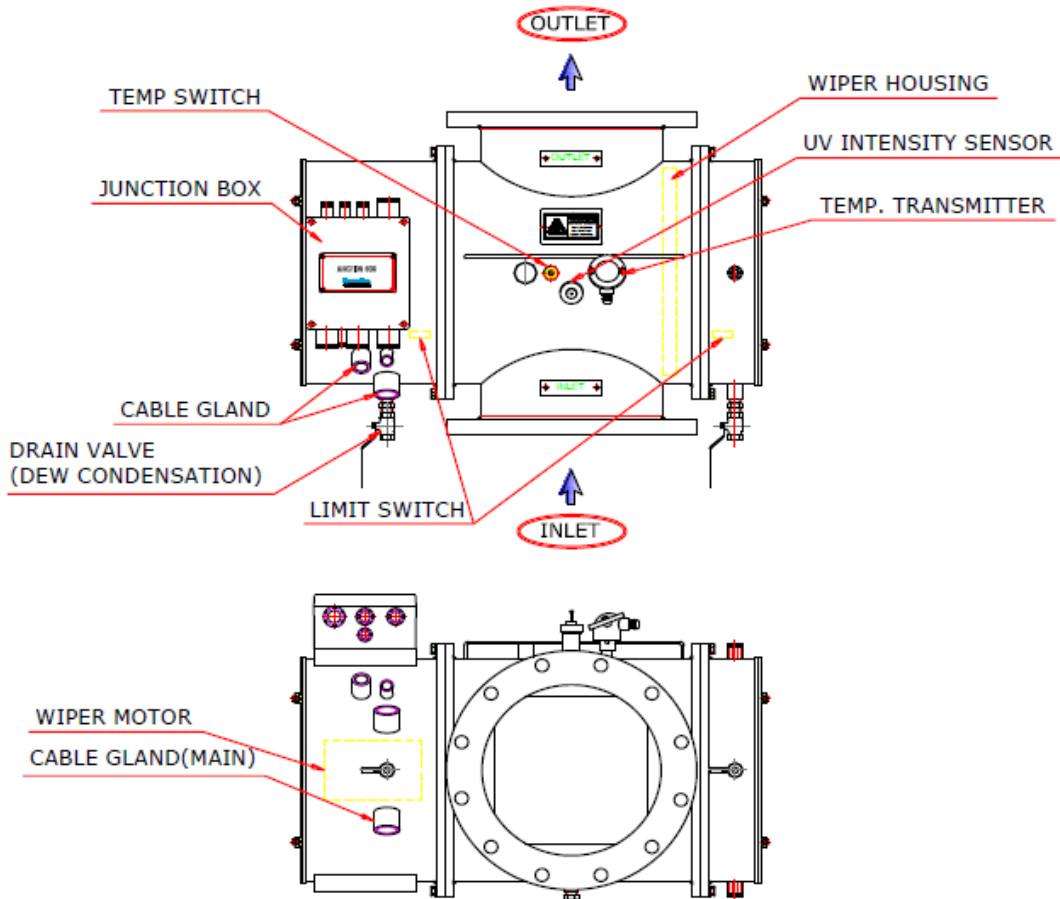


Ilustración 41 Sistema de rayos UV

De cara a lastrar los tanques, el proceso sería coger agua de los fondos del buque, pasaría por el filtro y los rayos UV y después llegaría al tanque de lastre.

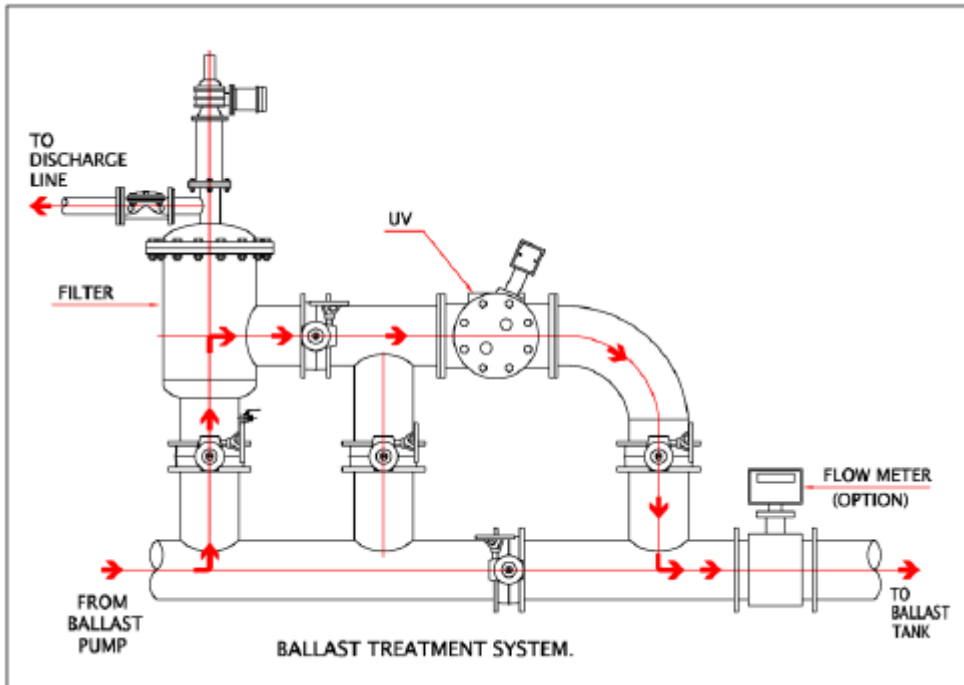


Ilustración 42 Diagrama para lastrar el buque con el sistema de gestión del agua

Antes de poder utilizar el sistema de UV, este tiene que previamente calentarse. Este calentamiento por parte del equipo UV es de cara a que la lámpara coja más potencia y así pueda atacar mejor a los microorganismos.

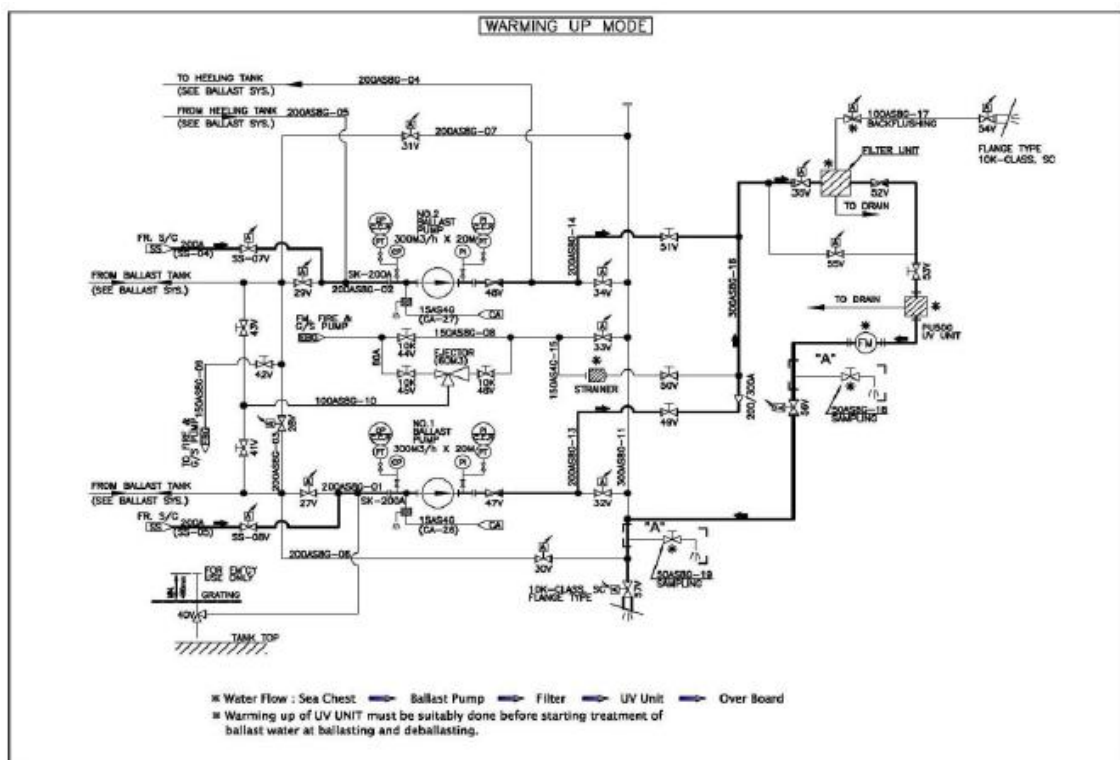


Ilustración 43 Diagrama sobre como calentar el sistema de UV

De cara a deslazar los tanques de lastre el proceso cambiaria ya que del tanque pasaría únicamente por el equipo de UV, omitiendo el filtro esta vez.

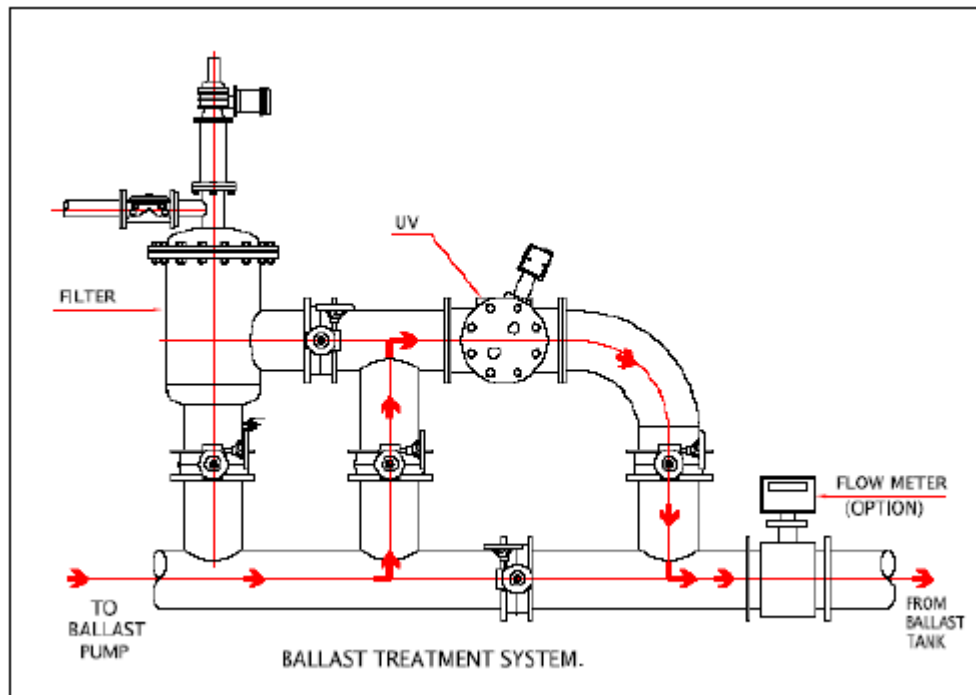


Ilustración 44 Diagrama para deslazar el buque con el sistema de gestión del agua

La Regla B-2 del Convenio Internacional recoge que, junto al Plan de Gestión de agua de lastre, se habrá de tener un Libro de registro de agua de lastre donde se realizará un registro de las operaciones llevadas a cabo con el agua de lastre; esto incluye tanto lastre, deslastre o trasiego del agua entre los tanques. Este libro habrá de mantenerse a bordo durante 2 años de cara a controlar las operaciones que haya realizado el buque durante este tiempo.

Existirá un Oficial de gestión del agua de lastre tal y como determina el Plan de Gestión de agua de lastre, con lo que se nombrará a bordo un oficial que será el responsable de cualquier operación relacionada con el intercambio del agua de lastre. Este Oficial tendrá de garantizar que la gestión del agua de lastre se realiza de acuerdo con lo establecido en dicho plan y respetando siempre las normas internacionales y nacionales que puedan haber.





## 6. LA DEMANDA DEL ASFALTO

### 6.1 ANÁLISIS SOBRE EL CRECIMIENTO EN LA DEMANDA DEL ASFALTO

En España pocas carreteras hay ya que hacer, lo poco que se va haciendo en el territorio español es el re-asfaltar las carreteras que están en peor estado. Es por eso que la gran mayoría del asfalto producido en España, ya sea en las refinerías de Algeciras, Huelva o Tarragona, es exportado al extranjero. Los países donde más se exporta el asfalto son Argelia y Marruecos, pero también se lleva asfalto al país vecino de Portugal, otros países del continente africano como son Túnez, Libia, Egipto, Mauritania, Guinea Ecuatorial e incluso se ha llegado a llevar asfalto al otro lado del atlántico como es Honduras y Nicaragua.

A continuación, se adjunta una tabla que va desde Diciembre de 2013 hasta Agosto 2016 donde muestra como la demanda del asfalto producido en España ha ido aumentando de manera paulatina y que, a vistas de las refinerías, cada año se está batiendo records del asfalto que es producido en territorio español para su posterior exportación.

HISTORIAL PRODUCTOS CARGADOS (ACTUALIZAR)	TOTAL 498.391,76 Tm	2013 11.307,2 Tm	2014 133.764,22 Tm	2015 178.958,62 Tm	2016 165.313,73 Tm
ASF 35/50	45.737,57 Tm	2.971, Tm	3.643, Tm	28.769,04 Tm	10.354,53 Tm
ASF 40/50	162.254, Tm		17.290, Tm	59.176, Tm	82.782, Tm
ASF 50/70	65.184,15 Tm	6.981,14 Tm	26.185, Tm	22.799,43 Tm	9.218,58 Tm
ASF 60/70	16.494, Tm		16.494, Tm		
ASF 80/100	6.201, Tm		1.000, Tm	500, Tm	3.703, Tm
ASF 160/220	9.019,19 Tm	1.355,05 Tm	2.201, Tm	3.849,14 Tm	1.614, Tm
PDA	138.121,74 Tm		28.659, Tm	54.415,11 Tm	50.003,63 Tm
FO	15.814,22 Tm		15.814,22 Tm		
VGO	11.621, Tm		11.621, Tm		
RESIDUO ATM	5.843, Tm		5.843, Tm		
EXTRACTO MEZCLA	10.077, Tm		5.014, Tm		5.063, Tm
AC-30	5.449,9 Tm			5.449,9 Tm	
ASF 20/30	6.575, Tm			4.000, Tm	2.575, Tm

Ilustración 46 Historial de las toneladas cargadas por año según el producto

Tal y como nos enseña esta tabla, se ve una clara evolución del producto transportado a bordo del buque Herbania desde que empezó a operar a órdenes del fletador 'CEPSA'. Los dos productos más transportados por un amplio margen es el asfalto 40/50 y el PDA, el ASF 40/40 por ser el asfalto que más demandan en territorio argelino y marroquí, y el PDA ya que es un residuo producido en la refinería de Algeciras donde

se transporta al puerto de Tarragona ya que ahí lo vuelven a tratar y refinar consiguiendo de nuevo producir asfalto para su exportación.

Se adjunta un gráfico donde quedan plasmados los valores de la tabla arriba mostrada, donde recoge datos desde Diciembre de 2013 hasta Agosto 2016.

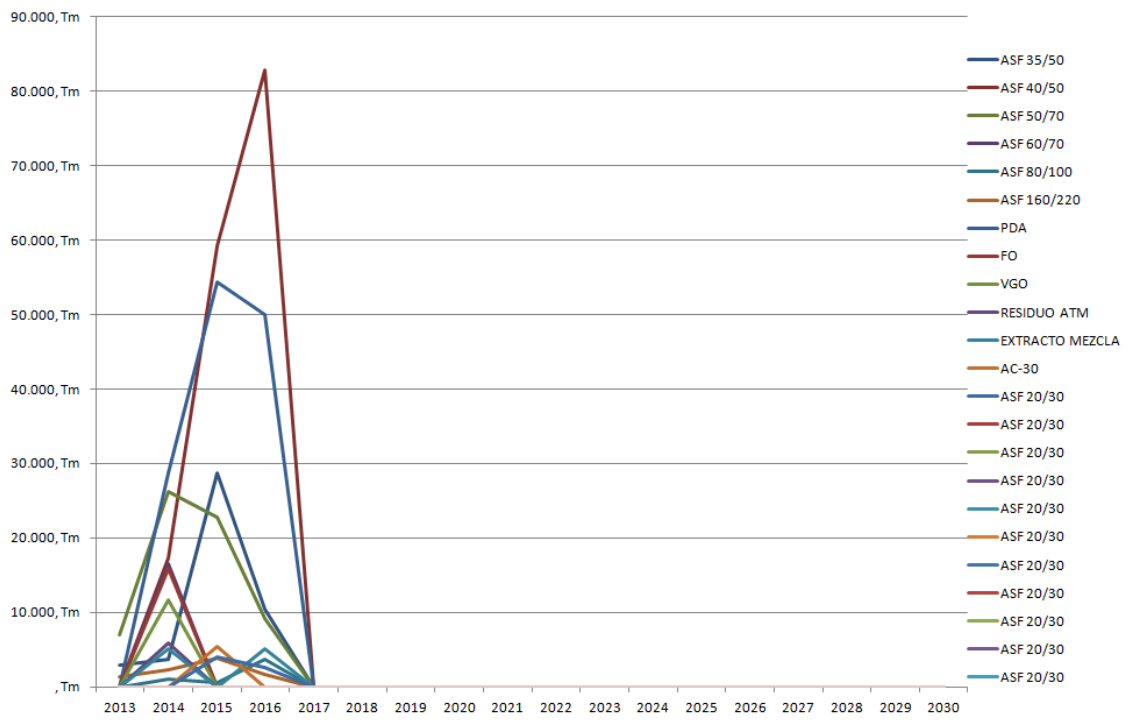


Ilustración 47 Gráfico que muestra las toneladas cargadas en cada año

## 6.2 BUQUES ASFALTEROS DE NAVIERA ESPAÑOLA

Actualmente, hay dos navieras españolas que disponen de un buque asfaltero en su flota como es ‘Elcano’, con el ‘Castillo de Pambre’, y ‘Petrogas’, con el ‘Herbania’. Ambos buques fueron puestos en funcionamiento a finales del año 2013 y operan para el mismo fletador como es CEPSA, el Castillo de Pambre fue construido en Turquía mientras que el Herbania vino de China, siendo ambos buques muy similares en cuanto a sus características y capacidades se refiere ya que han sido pensados para el mismo tipo de tráfico.

Hasta hace poco más de un año, también había dos buques más asfalteros operados por un armador español como era ‘Marot’ pero, al ser la empresa comprada por parte de un grupo de inversión ruso, estos pasaron a bandera de conveniencia y vieron como sus nombres de ‘Mar Paula’ y ‘Mar Victoria’ eran cambiados por otros.



Ilustración 48 Estampa marinera del asfaltero 'Castillo de Pambre'



Ilustración 49 Estampa marinera del asfaltero 'Herbania'

## 7. CONCLUSIONES

Después de haber realizado este trabajo, me he dado cuenta de la evolución que han ido sufriendo los buques asfalteros en cuanto a su construcción y equipamiento se refiere, así como también de la actual demanda que hay de asfalto, sobretodo en los países africanos donde España exporta gran cantidad de este producto.

Los buques asfalteros destacan por tener unas características comunes como es la utilización de unas bombas de tipo ‘tornillo’ debido a la viscosidad y temperatura de este producto, un cuarto de bombas donde están situadas las bombas de descarga y unos serpentines de calefacción para poder mantener el asfalto a su temperatura óptima de transporte. Pero el gran cambio que han sufrido los buques asfalteros ha sido el hecho que se ha introducido entre los tanques de lastre y de carga unas bodegas o espacios vacíos, con lo que se ha ganado tiempo en la operativa de carga/descarga ya que se pueden realizar las operaciones de carga/descarga y lastre/deslastre de manera simultánea, situación que con los asfalteros de primera generación no se podría efectuar por la simple razón que no había más que un mamparo de separación ente los tanques de lastre y los de carga.

También hemos podido ver la necesidad de utilizar el nitrógeno a la hora de operar con el asfalto ya que, a pesar de no ser un producto como la gasolina, hay un tipo de asfalto que así lo requiere.

El sistema de calefacción es de gran importancia en los buques que transportan asfalto ya que es un producto que está por encima de los 150°C, con lo que el buque deberá de disponer de un buen sistema de calefacción para poder mantener a su temperatura el asfalto transportado. Este tipo de buques habrá de disponer de unas calderas que funcionan gracias al fuel que consume la máquina y que, a través de un aceite térmico especial para altas temperaturas, se conseguirá mantener durante su transporte el asfalto caliente.

El temor por la propagación de especies marinas invasoras ha desembocado en que se ha redactado un Convenio de Gestión de Aguas de Lastre donde regula todo lo relacionado con el lastrado y deslastrado de los buques. Este Convenio se ha redactado con el fin de establecer diferentes métodos para así poder poner freno en la situación actual que se está dando donde microorganismos marinos se están propagando y

procreando en un hábitat que no es el suyo, causando verdaderos desastres en la naturaleza.

Para finalizar, el estudio que se ha podido realizar sobre la demanda del asfalto en territorio español nos ha hecho ver que como la demanda del asfalto en territorio africano está yendo en aumento y que se está exportando cada vez más producto desde España a dichos países.

## **8. BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA**

- José Eloy García Tobío. Manual del Buque Tanque. Tórculo edicions
- Ricardo González Blanco. Manual de estiba para mercancías peligrosas. Edicions UPC
- Capitán I.G. Reigados. El buque tanque.
- Eduardo Puertolas Gorina. Manual del Buque Tanque. COMME.
- [www.imo.org](http://www.imo.org)
- [www.anave.es](http://www.anave.es)
- <https://delacontecerportuario.wordpress.com/>
- <http://www.naucher.com/>

## 9. ANEXOS

El Convenio de Gestión de Agua de Lastre ya ha sido ratificado y aprobado por el mínimo de países exigido con lo que, en Septiembre del 2017, será cuando entre en vigor dicho Convenio.

# EL CONVENIO DE GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE: SEPTIEMBRE DE 2017



NAUCHERglobal, Alonso Contreras 21/09/2016

**A lo largo de los próximos meses comenzaremos a leer y oír acerca de la Convención Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques (International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments), o más simplemente Convenio del Agua de Lastre (Ballast Water Management Convention) adoptada por la IMO a través de su Comité para la protección del medio ambiente marino. El Convenio entrará en vigor el 8 de septiembre de 2017, es decir, mañana.**

Y... ¿a qué se refiere el Convenio?

Pues ocurre que los buques mercantes de todo tipo, toman de la mar o de los ríos, si es que se encuentran fondeados en alguno de ellos, agua de lastre: llenan unos tanques especiales situados en los fondos del buque que, una vez llenos de agua contribuyen a dar estabilidad al propio buque con el peso del agua cargada en los tanques de lastre (para los profanos).

Y, naturalmente, cuando no la necesitan, la bombean a la mar. Pero es que al tomar el agua a bordo en un puerto del Pacífico sudamericano, en el agua venían bacterias, organismos e incluso animales que forman parte del ecosistema de la zona en donde el buque carga el agua de lastre. Y cuando ya no la necesita, que puede ser en un puerto europeo, la lanza a la mar en un ecosistema diferente. Los resultados, comprobados por las organizaciones *ad hoc* suelen significar importantes daños ambientales y para la biodiversidad; de aquí que la ONU tomara cartas en el asunto y en 2004 se adoptara el Convenio que entrará en vigor cuando haya sido ratificado por 20 Estados, condición alcanzada con la firma de Finlandia en este mes de septiembre.

Así es que a partir de septiembre de 2017, los buques mercantes deberán de gestionar su agua de lastre mediante las normas del convenio, que requerirán el cumplimiento de ciertos condicionamientos entre los que se encuentra el



cumplimiento de determinados estándares, un libro de registro de entradas, tratamiento y descargas de agua de lastre y sedimentos, y una certificación para cada buque.

Los armadores, parece que están deseosos de que se establezca el citado convenio que marque unas pautas de comportamiento que hoy no existen para toda la comunidad marítima y sí que se aplican únicamente en países más sensibles al tema como los Estados Unidos, cosa que les causa considerables molestias. La puesta en práctica de la norma servirá para establecer los patrones de comportamiento.

Bienvenido sea el convenio, pues en España ya tenemos alguna experiencia en contaminación de aguas con las experiencias negativas de especies foráneas en aguas del Delta del Ebro que han ocasionado daños a cultivos marinos y especies locales.