

## INVENTARIO DE HFC SECTOR NAVIERO

Octubre 2020

INFORME FINAL

Preparado para la Unidad Ozono del Ministerio del Medio Ambiente en el marco de las Actividades Habilitadoras Complementarias de la Enmienda de Kigali, financiadas por el Gobierno de Canadá

Consultor Leandro Lescani

## INDICE

<b>1. Antecedentes generales</b> .....	3
<b>2. Objetivos de la Consultoría</b> .....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
<b>3. Revisión de antecedentes e inventarios previos</b> .....	4
<b>4. Análisis de los gases refrigerantes usados en el Sector Naviero</b> .....	4
<b>5. Caracterización del Sector Naviero en Chile</b> .....	4
<b>5.1. Armada de Chile</b> .....	<b>5</b>
5.1.1. Descripción de buques según su propósito en la Armada de Chile.....	5
5.1.2. Configuraciones y equipos .....	6
5.1.3. Panorama actual de la institución .....	8
<b>5.2. Pesca de altamar</b> .....	<b>8</b>
5.2.1. Caracterización de la flota industrial en Chile .....	8
<b>5.3. Marina mercante</b> .....	<b>11</b>
<b>5.4. Sector Reefer (contenedores refrigerados)</b> .....	<b>12</b>
<b>5.5. Sector de Reparación y Mantenimiento de unidades a flote (ASTILLEROS)</b> .....	<b>13</b>
<b>5.6. Sector distribuidores y prestadores de servicios</b> .....	<b>14</b>
<b>6. Metodología de recopilación de datos reales y actuales, aplicadas al Sector Naviero</b> .....	<b>14</b>
6.1.1. Metodología de recopilación de datos Armada de Chile .....	15
6.1.2. Metodología de recopilación de datos Pesca Industrial y Mercante .....	16
6.1.3. Metodología de recopilación de datos Contenedores refrigerados .....	16
<b>7. Estimación de carga instalada de gases refrigerantes</b> .....	<b>16</b>
7.1. Refrigerantes utilizados con mayor frecuencia en Astilleros sector Armada de Chile.....	16
7.2. Estimación de carga instalada en la Armada de Chile .....	18
7.3. Estimación de carga instalada en Pesca industrial, Marina mercante y Barcos Factoría... 20	
Pesca industrial.....	20
Barcos Factoría .....	21
Marina Mercante.....	22
7.4. Estimación de recarga en Contenedores refrigerados (Reefers) .....	23
<b>8. Emisiones de refrigerante en buques y contenedores refrigerados</b> .....	<b>24</b>
<b>9. Refrigerantes alternativos identificados para el Sector Naviero</b> .....	<b>26</b>
9.1. Alternativas en reemplazo de refrigerantes HFC .....	<b>28</b>
<b>10. Problemáticas identificadas en sector</b> .....	<b>32</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>34</b>

## 1. Antecedentes generales

Chile fue el séptimo país del mundo en ratificar la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal, con entrada en vigencia de la Enmienda, el 1 de enero del 2019. Como hito histórico para América, fue el primero, lo que conlleva un compromiso muy importante para dar cumplimiento a los compromisos.

La Enmienda busca reducir el consumo de HFC, sustancias que no dañan la capa de ozono, pero sí generan un gran impacto al calentamiento global. Para dar cumplimiento a los compromisos de la enmienda, como primera medida se estableció un registro de importadores y exportadores a partir del 1 de enero del 2019. Luego se deberá construir una línea base a partir de los datos de consumo entre los años 2020 al 2022.

El país debe comenzar con el congelamiento de las importaciones a nivel de la línea base en el año 2024, para luego comenzar con reducciones progresivas de acuerdo a un calendario preestablecido. Ésta es una tarea que nos incluye a todos en la correcta y efectiva implementación de la Enmienda que finalmente ayuda a preservar nuestro planeta.

En el afán de conocer los diferentes protagonistas de este desafío es que la Unidad Ozono del Ministerio de Medio Ambiente, está realizando inventarios de HFC que permitan identificar y cuantificar el uso de estas sustancias en los diferentes sectores económicos.

En lo específico, la presente consultoría consiste en realizar un inventario del consumo y uso de HFC en el Sector Naviero de Chile y en los sistemas asociados a la operación. Para efectos de este estudio el sector naviero en Chile se ha clasificado de acuerdo a los siguientes componentes:

- 1) Armada de Chile
- 2) Pesca de altamar
- 3) Marina mercante
- 4) Sector Contenedores refrigerados (Reefers)
- 5) Sector asociado a reparación y mantención
- 6) Distribuidores y prestadores de servicios

## 2. Objetivos de la Consultoría

### Objetivo general

Elaborar un Inventario nacional individualizado de HFC y sus alternativas en las sub aplicaciones de refrigeración y climatización en naves e instalaciones de la Armada de Chile, Marina mercante y Pesca en alta mar, que abarque la serie comprendida entre los años 1990 y 2018.

### Objetivos específicos

Los objetivos específicos del proyecto son:

- a) Identificar los HFC (puro y en mezclas) utilizados en el país en las sub aplicaciones de refrigeración y climatización en naves de la Armada de Chile; Pesca de altamar; Marina mercante y Contenedores refrigerados (*Reefers*), que abarque el período comprendido entre los años 1990 y 2018, además de levantar información específica del uso y bancos de HFC en dichas sub aplicaciones.
- b) Cuantificar los HFC (puro y en mezcla) utilizados en las sub aplicaciones de refrigeración y climatización en naves de la Armada de Chile; Pesca de altamar; Marina mercante y Contenedores refrigerados (*Reefers*), así como los prestadores técnicos de servicio en estos sectores, entre los años 1990 y 2018, de acuerdo a las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) de 2006, para la elaboración de Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GL2006) y al Panel de Evaluación Tecnológica y Económica (TEAP) del Protocolo de Montreal.

Este documento corresponde al Informe final de la consultoría, que aborda los objetivos específicos a) y b) antes señalados.

### 3. Revisión de antecedentes e inventarios previos

Se revisaron los siguientes estudios previos:

- Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC). Estudio solicitado por la Unidad Ozono de la Subsecretaría del Medio Ambiente. DICTUC, Mayo de 2017
- Elaboración de inventario nacional individualizado de hidrofluorocarbonos (HFC). ID Licitación: 608897-38-LP19. Estudio solicitado por la Unidad Ozono de la Subsecretaría del Medio Ambiente. GreenLab-Dictuc, Diciembre de 2019
- Elaboración de inventario nacional de cámaras frigoríficas y grandes superficies refrigeradas y/o climatizadas con SAO y HFC. Estudio solicitado por la Unidad Ozono de la Subsecretaría del Medio Ambiente. ATS Energía S.A. Diciembre de 2014

### 4. Análisis de los gases refrigerantes usados en el Sector Naviero

En la Tabla N°1 se registra el consumo nacional (definido como importación menos exportación) de las sustancias HFC, en estado puro y en mezclas, contabilizado al año 2018.

Tabla N°1 : Consumo de HFC en Chile, año 2018 (kilos)

HFC	2018
HFC-125	885
HFC-134a	493.373
HFC-227ea	31.192
HFC-245fa	37
HFC-365mfc/HFC227ea	9.120
R-404A	200.250
R-407C	46.406
R-407F	144
R-408A	872
R-410A	197.224
R-438A	2.724
R-448A	454
R-507A	738.446
R-508B	57
<b>Total general</b>	<b>1.721.183</b>

Fuente: DICTUC, 2019 (elaborada en base a información oficial de ADUANAS)

La sustancia más demandada por sus aplicaciones en el panorama nacional corresponde a R-507A, sin embargo este gas no tiene una presencia significativa en el sector naviero. Los refrigerantes más requeridos en dicho sector, corresponden a HFC-134 a y HFC-404A, los cuales siguen la misma tendencia de la información contenida en la tabla.

### 5. Caracterización del Sector Naviero en Chile

Para conocer los diferentes usos de HFC en el Sector Naviero, dicho sector se ha clasificado en las siguientes categorías:

- 1) Armada de Chile
- 2) Pesca de altamar (incluye Barcos factoría)
- 3) Marina Mercante
- 4) Sector Contenedores refrigerados (Reefers)
- 5) Sector asociado a reparación y mantención
- 6) Distribuidores y prestadores de servicios

A continuación se describe cada una de las categorías:

### 5.1. Armada de Chile

La Armada de Chile es amplia en sus funciones, cumpliendo variados roles, tales como transporte, ayuda humanitaria y patrullaje marítimo con unidades navales que protegen nuestra soberanía nacional.

#### 5.1.1. Descripción de buques según su propósito en la Armada de Chile

En la Armada de Chile todos los tipos de buques realizan funciones principales y con ello, un despliegue de logística asociado para ejecutar sus objetivos.

Las naves se pueden clasificar en 3 categorías principales: buques de guerra; buques de transporte y apoyo logístico; y patrullaje marítimo.

#### Buques de guerra (Escuadra nacional)

Los buques de guerra tienen como propósito principal proteger los intereses marítimos nacionales. Para cumplir este objetivo, se necesita cubrir las necesidades alimenticias de 120 personas en promedio. Para este fin, cuenta con una implementación frigorífica para almacenar alimentos y víveres congelados, sus instalaciones frigoríficas usan en su mayoría R-22.

Para efectuar la climatización de sus buques, se cuenta regularmente con 2 plantas de agua enfriada (chiller), que usan R-22, y con capacidades aproximadas de 600 kW cada una.

#### Buques de transporte y apoyo logístico

Los buques de transporte tienen como propósito principal el transporte de personal y material de apoyo a las operaciones del ámbito civil y militar. Para satisfacer las necesidades de alimentación, cuentan con cámaras frigoríficas que utilizan el refrigerante R-134 a . En lo que respecta a la climatización, el refrigerante principal también es R-134a.

#### Buques de patrullaje marítimo

Los buques de patrullaje marítimo, tienen como propósito la vigilancia y protección de zonas marítimas asignadas. Para esta actividad se utilizan buques de patrullaje y lanchas rápidas.

Los buques de patrullaje marítimo, cuentan con una dotación aproximada de 60 personas. Para cubrir sus necesidades operacionales, tanto alimenticias como de confort, las naves disponen de instalaciones frigoríficas que usan R-404A, con una carga estimada de 60 kg, por buque.

Cabe señalar, como dato importante y que llena de orgullo a la Armada de Chile, es que este tipo de buque fue construido íntegramente en astilleros nacionales.

Para efectos de climatización, la principal sustancia utilizada corresponde a R-134a, con cargas aproximadas de 100 kg. En resumen la carga instalada de HFC es aproximadamente de 160 kg por buque.

Las lanchas rápidas, cuentan con sistemas de menor capacidad, ya que sus dotaciones oscilan de 5 a 15 personas. Poseen 3 espacios frigoríficos de dimensiones de 2x3 m, con cargas de 5kg de R-404 A. Además disponen de 2 mantenedores, que contienen cargas de 3 Kg de refrigerante R-134a . Por lo tanto se puede estimar que las las lanchas rapidas poseen cargas frigoríficas totales

de HFC de 21 kg. Para la climatización de estos sectores, se utilizan unidades Split con capacidades de 9.000 a 48.000 BTU que utilizan refrigerante R-410A, como sustancia principal.

Para dar cumplimiento a sus diferentes funciones, la institución posee diferentes configuraciones internas, entre estas, el automantenimiento de sus diferentes unidades en sus astilleros. Los astilleros están ubicados en las regiones de Valparaíso, Talcahuano, Punta Arenas. La tarea principal es la reparación y mantenimientos de la flota repartida en todo el país, entre ellas la mantención y recarga de todos sus sistemas de refrigeración y climatización. Además en estos astilleros se efectúan mantenciones y reparaciones en el ámbito extra institucional (marina mercante y pesca de altamar, cabotaje marítimo entre puertos nacionales e internacionales).

#### 5.1.2. Configuraciones y equipos

Para realizar todas las tareas asociadas se requiere contar con variadas configuraciones del personal y de sus equipos, que en términos generales se refieren a Habitabilidad; Logística interna; y Logística externa. A continuación se describen estas configuraciones en relación al uso de gases refrigerantes.

##### Habitabilidad

Por habitabilidad se entiende proporcionar condiciones adecuadas de vida a la tripulación a bordo de los buques. Para esto, las naves deben poseer una red de aire acondicionado integrado a un sistema principal o chiller, el cual tiene la función de acondicionar los espacios habitables y sistemas electrónicos que son de vital importancia para la navegación. Para generar espacios adecuados para la habitabilidad, no solo es importante la temperatura, también es vital la concentración de CO<sub>2</sub> permisible para espacios confinados.

Los equipos de aire acondicionado poseen los siguientes refrigerantes:

- R-22 en su gran mayoría con cargas de 150 kg por sistema. En este sector los equipos son del tipo fijo o estacionario capacidades de 600 kW, equivalente a 2.047 BTU/hora.  
El siguiente gas en uso es el R-134a, con cargas que fluctúan entre 6 a 80 kg aproximadamente por sistema.
- Equipos pequeños del tipo Split con refrigerante R-410A de capacidades de 9.000 a 48.000 BTU.

##### Logística interna

La logística interna se entiende por las capacidades propias de cada buque, para almacenar y conservar alimentos y víveres para uso exclusivo de la dotación con fines de alimentación. Para este objetivo, se usan varios tipos de equipos frigoríficos con diferentes tipos de refrigerante.

Los equipos de mayor tamaño en esta aplicación son las cámaras frigoríficas situadas a bordo de cada unidad, que generalmente son de dos aplicaciones: cámaras frigoríficas para congelar y cámaras frigoríficas de conservación de alimentos. Estos equipos poseen los siguientes refrigerantes en sus aplicaciones:

- R-404A, en vitrinas refrigeradas para la conservación de alimentos con cargas 3 a 6 kg aproximadamente.
- R-134a, refrigeradores de 2 puertas industriales, sus cargas fluctúan entre 180 a 240 gramos aproximadamente.
- R-22, es una de las sustancias más usadas, ya que la mayoría de los sistemas de refrigeración de mayor capacidad frigorífica, del tipo estacionario con compresores de pistones, con potencias frigoríficas de 1,9 a 2,3 kW y con cargas nominales de 7 a 10 kg, la utilizan para realizar procesos de congelado de alimentos.

- R-404A, es una de las alternativas a los HCFC en unidades que se han repotenciado o se ha efectuado cambio en sistemas de refrigeración. Sus cargas fluctúan desde 1 a 3 kg aproximadamente.
- En menor medida también se puede encontrar R-600a en conservadoras de alimentos y en frigobar 150 gramos aproximadamente.

#### Logística externa

Por logística externa se entiende las capacidades de almacenar y transportar alimentos y víveres que no están destinados al uso de la dotación. Su función es apoyar en tareas de ayuda humanitaria en caso de catástrofe o abastecer localidades aisladas, para lo cual las naves cuentan equipos tipo reefers (contenedores frigoríficos) con compresores tipo Scroll, que usan 2 tipos de refrigerantes principales, el R-134a y R-404A. Generalmente están adosados en cubiertas externas, lo que permiten aumentar la capacidad de almacenaje, sin disminuir en forma directa la capacidad logística de la dotación.

En resumen, los gases que se utilizan en la Armada, poseen una gran importancia para alcanzar sus objetivos en los diferentes ambientes en que sean requeridos.

A continuación, se muestra los gases refrigerantes más utilizados y su aplicación.

**Tabla N°2: Gases refrigerantes usados en Armada de Chile**

REFRIGERANTE	APLICACIÓN	TIPO DE EQUIPO
R-22 (HCFC)	Refrigeración	Cámaras frigoríficas
R-22 (HCFC)	Climatización	Plantas de agua enfriada (chiller)
R-134a HCF	Refrigeración	Cámaras frigoríficas
		Mantenedores
		Reefer
R-134a HCF	Climatización	Plantas aire acondicionado
R-404A HCF	Refrigeración	Cámaras frigoríficas
		Congeladores domésticos
R-404A HFC	Refrigeración	Cámaras frigoríficas.
		Congeladores
		Domésticos
		Reefer
R-410A HFC	Climatización	Unidades Split
R-600a HC	Refrigeración	Mantenedores domésticos

Fuente: Elaboración propia

En relación con la tecnología incorporada en las naves, es importante señalar que la fabricación de los buques toma alrededor de 7 a 10 años desde su diseño hasta su puesta en operación. Esto se traduce en que los buques son fabricados con tecnología anterior a su ensamblado, esto quiere decir, que si se compra un buque del año 2000 la tecnología usada es del año 1990. Estos buques en la mayoría fueron construidos en astilleros en Europa y se repotencian o modernizan en sus equipos antes de ser vendidos, por ende si vienen con tecnología 1990 se repotencian en 2006, por tanto las sustancias refrigerantes preponderantes son los HFC.

Los buques de la Armada, en el marco de la modernización de su flota, a contar del año 2020, utilizarán sólo refrigerantes HFC. Los buques de patrullaje, que son más nuevos, usan principalmente refrigerantes HFC.

### 5.1.3. Panorama actual de la institución

En el plano material, la institución se encuentra en una renovación del equipamiento existente, evaluando diferentes alternativas a los HCFC. Si se elige HFC, por no existir otra alternativa, se privilegia aquellos con bajo PCG.

La institución ha hecho un esfuerzo importante en capacitar a su personal en el área de refrigeración y aire acondicionado, apoyándose con los cursos de Buenas Prácticas en Refrigeración, curso dictado por la Unidad Ozono, del Ministerio del Medio Ambiente, que refuerza los conocimientos a nuestros especialistas.

Otro instrumento utilizado, para evaluar los conocimientos de su personal, fue participar de las evaluaciones de competencias laborales efectuadas por el Centro FrioCalor, perteneciente a la Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización, con resultados destacados de los participantes que imparten la especialidad en la Academia Politécnica Naval, certificando a 50 funcionarios.

## 5.2. Pesca de altamar

Los buques destinados a la pesca de altamar o pesca industrial están destinados a la captura de recursos pesqueros, por lo que deben proporcionar una cadena de frío adecuada hasta que se descargue el pescado. Cuando no se consume fresco, el pescado se procesa en fábricas con base en tierra o a bordo de grandes naves industriales.(barcos factoría).

En este estudio se considerará las embarcaciones de una capacidad superior de 50 TRG<sup>1</sup>, que realizan actividades en aguas jurisdiccionales por fuera del área de reserva exclusiva para la pesca artesanal (correspondiente a las primeras 5 millas marítimas medidas desde la línea de costa o de las aguas interiores del territorio marítimo nacional).

Los principales recursos pelágicos extraídos por este sector en nuestro país son la anchoveta, sardina común y jurel, los que en su mayoría son procesados para la producción de harina de pescado. Asimismo, son objeto de actividad pesquera industrial recursos demersales como la merluza común, la merluza del sur y la de tres aletas; recursos de aguas profundas, como el bacalao y la merluza de cola; y crustáceos, como los langostinos amarillo y colorado, entre los principales.(Fuente: www.sernapesca.cl)

### 5.2.1. Caracterización de la flota industrial en Chile

Se entiende por pesca de altamar ó pesca industrial la actividad extractiva realizada por embarcaciones de una eslora superior a los 18 metros, con sistemas de pesca tecnologizados, tales como los de arrastre, palangre y de cerco, que permiten la captura masiva de una amplia variedad de recursos pesqueros.

A continuación, en la Tabla N°3 se resumen la cantidad de barcos operativos, por puerto de operación. El detalle de esta flota se encuentra en el **Anexo N°1**

---

<sup>1</sup> TRG acrónimo de Tonelada de Registro Grueso. En este caso, el término tonelaje no indica peso, si no el volumen interno disponible.

**Tabla N° 3 : Flota industrial (incluye Barcos Fábrica), año 2019**

Puerto	Pesquero operativos
Arica	1
Chacabuco	7
Coquimbo	2
Coronel	17
Iquique	41
Lirquén	3
Lota	2
Mejillones	6
Puerto Montt	1
Puerto Williams	1
Punta Arenas	10
Quintero	3
San Antonio	6
San Vicente	17
TOTAL PESQUEROS OPERATIVOS : 117	
TOTAL T.R.G. : 143.817,2	

Fuente: [https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20180409/asocfile/20180409155648/cuadro9\\_6.xls](https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20180409/asocfile/20180409155648/cuadro9_6.xls)

La flota industrial incluye los Barcos Fábrica, entendiéndose por estos las naves que realizan faenas de pesca y efectúan a bordo procesos de transformación a las capturas, incluyendo en ellos la congelación de las mismas. No se considerarán procesos de transformación la mera evisceración, como el uso de técnicas de preservación para la mantención de las capturas en fresco, entendiéndose por tales el uso de hielo o de productos químicos y la sola refrigeración.

Entre los diversos tipos de barcos fábrica o factoría existentes, clasificados de acuerdo a su sistema o aparejo de pesca, se entiende por barco fábrica o factoría arrastrero: aquel que en sus operaciones de pesca extractiva utiliza como arte de pesca la red de arrastre; por barco fábrica o factoría espinelero o palangrero: aquel que en sus operaciones de pesca extractiva utiliza como aparejo de pesca el espinel o palangre, y por barco fábrica o factoría cerquero: aquel que utiliza en sus operaciones de pesca extractiva la red de cerco.

Estos barcos operan en los puertos de Chacabuco, Punta Arenas y Puerto Williams. Los principales productos procesados corresponden a filete/tronco de merluza congelada y bacalao procesado mediante túnel de frío. El refrigerante empleado corresponde principalmente a R-22.

De acuerdo a información entregada por Sernapesca se observa una tendencia a la baja en la cantidad de barcos industriales en operación durante los tres últimos años. En efecto, durante 2018 operaron 137<sup>2</sup> embarcaciones; durante el año 2019 operaron 117<sup>3</sup>; y para el año 2020 se estima una cantidad de 107 barcos operativos, según proyección de SERNAPESCA en entrevista telefónica.

### **Antigüedad de la flota**

Un factor para analizar a nivel nacional, es que las naves de la flota pesquera son antiguas, con una tecnología anterior a la fecha de fabricación, ya que como se señaló, la puesta en operación de las embarcaciones se realiza algunos años posterior a su diseño.

A continuación en la Tabla N°4 se muestra un cuadro resumen de los pesqueros de altamar en aguas nacionales. Algunos de estos son construidos en Chile, y otros son construidos en el extranjero.

<sup>2</sup> [https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20190701/asocfile/20190701140538/beam2019\\_baja.pdf](https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20190701/asocfile/20190701140538/beam2019_baja.pdf)

<sup>3</sup> [https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20180626/asocfile/20180626141553/baem2020\\_alta.pdf](https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20180626/asocfile/20180626141553/baem2020_alta.pdf)

**Tabla N°4: Lugar de construcción y edad de los pesqueros de altamar, 2018**

LUGAR DE CONSTRUCCIÓN	EDAD (EN AÑOS)						TOTAL
	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61 Y MAS	
Arica	1	11	5			1	18
Iquique	1	22	12	6	21		62
Antofagasta					2		2
Valparaiso		1					1
San Antonio	2	2			1		5
Santiago					2		2
Talcahuano		18	1		2		21
Valdivia	1	19	8		9		37
<b>TOTAL CHILE</b>	<b>5</b>	<b>73</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>148</b>
Europa		5	17	15	15	4	56
Sudamerica			9	38	1		48
Norteamerica		1	1		2	2	6
Asia	3		5	3	1	1	13
Sudafrica			1				1
<b>TOTAL EXTRANJERO</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>56</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>124</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>8</b>	<b>79</b>	<b>59</b>	<b>62</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>272</b>
% del total	3%	29%	22%	23%	21%	3%	100%

Fuente: Página web Directemar, naves de 50 trg 2018, Armada de Chile.

La tabla entrega información relativa a la antigüedad de la flota pesquera nacional referida al año y país de construcción, señalando que un 46% de la flota tiene una antigüedad de más de 30 años. Actualmente empresas de este sector económico se encuentran invirtiendo recursos económicos en la repotenciación y modernización de sus naves, con la adquisición de nuevas tecnologías, tanto en su equipamiento de navegación como en sus capacidades de almacenamiento y conservación de productos. Entre estas destaca la instalación de un sistema de refrigeración de bodega RSW (Refrigerated Sea Water), que permite mantener por un mayor periodo de tiempo la pesca fresca. A modo de ejemplo, durante el año 2019 la empresa Corpesca S.A. invirtió en la instalación de plantas RSW en los PAM (Pesquero de Alta Mar) Trueno e Intrépido. Esto permite a estas naves contar con una bodega refrigerada para conservar la pesca por más tiempo y, de esta forma, mayores rendimientos de producción y mejor calidad de su harina y aceite de pescado<sup>4</sup>.

El uso de refrigerantes en este sector tiene dos áreas de aplicación. La primera, y razón de ser de este rubro, es la conservación del producto extraído, función económica principal que impulsa a este sector. Para lograr este objetivo cuenta con bodegas refrigeradas de gran capacidad de almacenamiento. La segunda es el área de la alimentación de las dotaciones, la que cuenta con cámaras frigoríficas orientadas a la mantención y congelación de alimentos necesarios para mantener el suministro alimenticio de las dotaciones.

#### Almacenaje para producción

Para el almacenaje de la producción las embarcaciones cuentan con bodegas cuyo sistema de refrigeración utilizan R-717 por sus excelentes cualidades. Pero esto también le entrega una gran responsabilidad a las empresas de este rubro ya que deben poseer un elevado estándar de seguridad para los usuarios y operarios de las salas de máquinas.

#### Conservación y alimentación para el uso de la dotación

Para transportar alimentos congelados y conservación de víveres para la alimentación de la dotación, que en promedio la componen aproximadamente 16 personas. Las faenas de operación que pueden ser por un periodo de 15 a 60 días en la mar sin tocar puerto, por lo cual utilizan cámaras frigoríficas de temperaturas bajo cero para alimentos congelados y sobre cero para la

<sup>4</sup> Fuente: [https://www.eperva.cl/documents/34270/44868/Memoria\\_Eperva\\_2019.pdf/c79f0ad2-4358-24b3-374e-8b36a59f2ace](https://www.eperva.cl/documents/34270/44868/Memoria_Eperva_2019.pdf/c79f0ad2-4358-24b3-374e-8b36a59f2ace)

conservación de víveres. En estas aplicaciones se está utilizando refrigerantes de la familia de los HFC, como el R-134a y R-404A.

#### Climatización de las naves

En las naves de gran envergadura y de faenas de varios días en altamar, también es importante la climatización. Para la habitabilidad de la dotación se utilizan unidades domésticas de variadas capacidades, siendo el principal refrigerante R-410A.

#### Remolcador de altamar

Otras naves usadas en este sector corresponde a los remolcadores, cuya función es dar soporte logístico en variadas maniobras, tales como reaprovisionamiento de víveres y agua o en caso de una falla en la propulsión del barco de pesca y remolcarlo hacia un astillero para que se solucione la falla.

A diciembre del 2019 operó en Chile un número aproximado de 72 remolcadores de altamar y bahía mayores de 50 TRG. Estos cuentan con maquinaria de conservación de alimentos consistente en mini cámaras de refrigeración y congelación que utilizan en su mayoría R-404A y R-134a. Para la climatización utilizan aire acondicionado doméstico, con predominio de R-410A.

En la Tabla N°5 se resume la cantidad de remolcadores que operaron por puerto al 31 de diciembre de 2019. El detalle de este tipo de embarcaciones se encuentra en el **Anexo N°2**.

**Tabla N°5: Distribución de remolcadores, por puerto de operación, año 2019**

PUERTO OPERACIÓN	
Arica	3
Iquique	3
Mejillones	3
Antofagasta	6
Coquimbo	1
Quintero	14
Valparaíso	16
San Antonio	4
Lirquén	1
Talcahuano	7
San Vicente	1
Valdivia	1
Puerto Montt	7
Punta Arenas	7

TOTAL Remolcadores: 74

TOTAL TRG: 24.247

Fuente: <https://www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas/boletin-estadistico-maritimo/9-naves, 2019>

### 5.3. Marina mercante

La Marina Mercante de Chile, al año 2019 registró 258 naves mayores con un tonelaje de más de 1.200.000 DWT<sup>5</sup>. Asimismo, la industria emplea entre personal embarcado y en labores en tierra cerca de 20.000 personas. Adicionalmente, se transportan alrededor de 13.500.000 toneladas de bienes y graneles de distinto tipo entre puertos nacionales. El detalle de la flota mercante nacional se puede revisar en detalle en el **Anexo N°3**.

---

<sup>5</sup> DWT (acrónimo del término en inglés Deadweight tonnage), es la medida para determinar la capacidad de carga sin riesgo de una embarcación, cuyo valor se expresa en toneladas.

#### 5.4. Sector Reefer (contenedores refrigerados)

Los contenedores refrigerados son utilizados para el transporte de mercancías que requieren condiciones de temperatura controlada en tránsito, tales como frutas, verduras, productos lácteos y carne.

Este tipo de contenedores están equipados con un motor, y dependen siempre de una fuente de energía exterior para su funcionamiento. El sistema de refrigeración se conecta a la fuente de poder eléctrico del barco, de los terminales portuarios y/o de los camiones. Los buques que transportan este tipo de contenedores deben llevar en sus plataformas conexiones adecuadas o en su defecto generadores específicos denominados “gen set”. Con estas características demuestran que es un sistema muy versátil, que facilita el transporte, sin necesariamente descargar el producto. Disponen de un disco de control de temperatura, que refleja la temperatura del contenedor, desde que se carga por el proveedor hasta su destino final.

Hay diferentes tipos de contenedores reefer. Los más habituales son los que permiten definir una temperatura fija con tolerancia de +/- 2°C y dentro de un rango específico de -25°C a +25°C, dependiendo de la mercancía transportada. Si bien esto suele ser suficiente para una gran mayoría de productos perecederos, hay casos en los que hacen falta temperaturas más bajas o modificar las condiciones ambientales de los contenedores. En esos casos se utilizan contenedores reefer, como los siguientes:

Reefer super Refrigerantes: estos contenedores vienen equipados con un motor con un material interno más eficiente, que permiten mantener una mercancía hasta a -60°C. Se trata de contenedores muy demandados en tráficos marítimos con Japón (pescados en su gran mayoría) y algunos productos farmacéuticos delicados.

Reefer Atmósfera Controlada: este tipo de contenedores contienen un equipo interno especial que permite mantener una presión y composición atmosférica determinada con el fin de controlar, por ejemplo, procesos de maduración de algunas frutas. Algunos de estos contenedores, también pueden proporcionar una alta humedad.

Reefer Ventilados: contenedores marítimos con aislantes térmicos y/o productos especiales de aislamiento que, junto a unos motores especiales, proporcionan una alta ventilación en el interior del container.

En este estudio se analizará el sector reefer perteneciente al rubro portuario. Para conocer más detalladamente este sector, se debe señalar que en el año 1997 se promulgó la ley N°19.542 Modernización del Sector Portuario Estatal, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que creó 10 empresas portuarias estatales a lo largo del país, siendo las sucesoras de la antigua Empresa Portuaria de Chile (EMPORCHI).

Estas 10 empresas tienen como función, entre otras, administrar el transporte de carga refrigerada, reefers o contenedores frigoríficos.

Las empresas portuarias son las siguientes:

- Empresa portuaria Arica.
- Empresa portuaria Iquique.
- Empresa portuaria Antofagasta.
- Empresa portuaria Coquimbo.
- Empresa portuaria Valparaíso.
- Empresa portuaria San Antonio.
- Empresa portuaria Talcahuano-San Vicente.
- Empresa portuaria Puerto Montt.
- Empresa portuaria Chabuco.
- Empresa portuaria Austral.

## Caracterización de los contenedores frigoríficos

Las dimensiones específicas y capacidad de los contenedores frigoríficos pueden variar dependiendo del fabricante y del propietario del contenedor. En cuanto a sus dimensiones, pueden ser de 20, 40 y 45 pies. A continuación se muestra una tabla con las características de los contenedores:

**Tabla N°6 : Dimensiones específicas de contenedores**

Capacidad contenedor frigorífico (pies)	Tara (kg)	Carga (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Longitud interna (m)	TEU
20 pies	3.080	27.400	28,3	6,1	1
40 pies	4.480	29.520	67,3	12,2	2
45 pies	4.850	29.150	67,3	13,72	2,25

Fuente: Elaboración propia

Los contenedores aplican una unidad de medida expresada en TEU, sigla que en español significa "Unidad Equivalente a Veinte Pies". Así un contenedor de 20 pies de largo (6,1 m) es igual a un TEU, mientras que uno de 40 pies de largo (12,2 m) es igual a dos TEU.

El gas en uso de estos contenedores pertenece solamente a familia de los HFC siendo los gases más utilizados R-134 a y R-404A. De acuerdo con información de servicios de mantenimiento de contenedores refrigerados, cada contenedor posee entre 3,7 a 3,9 kg de refrigerante HFC .

### 5.5. Sector de Reparación y Mantenimiento de unidades a flote (ASTILLEROS)

Para realizar los procesos de reparación y mantenimiento, se necesitan astilleros que brinden todas las facilidades a las unidades a flote, los cuales están estratégicamente ubicados en zonas portuarias.

Las unidades de la Armada cuentan con sus propios astilleros, ASMAR (Astilleros y Maestranzas de la Armada), los cuales están ubicados estratégicamente en Talcahuano, Valparaíso y Magallanes.

#### Talcahuano

Ubicado en la Bahía de Concepción en Talcahuano Chile, es el principal astillero de ASMAR. En sus instalaciones cuenta con personal altamente calificado, quien efectúa el mantenimiento, reparación integral, modernización y recuperación de unidades de guerra y comerciales de hasta 96.000 dwt<sup>6</sup> y, además, la construcción de buques militares y comerciales de hasta 50.000 dwt.

#### Valparaíso

Este astillero de reparaciones marítimas se encuentra ubicado en el puerto de Valparaíso, a sólo 60 minutos del puerto de San Antonio. Cuenta con diversos talleres y laboratorios apropiados para entregar los servicios de reparación integral a flote. Además, fabrica embarcaciones neumáticas y semirrígidas (RIB) marca PUMAR para diferentes aplicaciones en el ámbito militar y civil.

#### Magallanes

ASMAR Magallanes, el astillero más austral del mundo, se encuentra ubicado en el sector de Bahía Catalina en el Estrecho de Magallanes. Entre sus instalaciones posee un riel marino para varar buques de hasta 3.570 toneladas, una línea de transferencia longitudinal de 212 metros y otra paralela de 135 metros con 9 posiciones de varada, un muelle de 300 metros lineales para

<sup>6</sup> El tonelaje de peso muerto (también conocido como peso muerto ; abreviado como DWT , DWT , dwt o dwt ) o toneladas de peso muerto (TDW)

buques de calado medio de 12 metros, junto a una amplia gama de talleres, donde ofrece todo tipo de servicios de mantenimiento y reparación de unidades.

## 5.6. Sector distribuidores y prestadores de servicios

Los distribuidores y prestadores de servicios constituyen un eslabón más de la cadena del sector naviero. Por un lado proporciona los insumos necesarios para los procesos de mantención y reparación, tales como repuestos certificados por las marcas de los sistemas, y además, los gases refrigerantes correspondientes.

### Distribuidores

La cadena de distribución en este sector es muy importante para los procesos de soporte logístico, ya que se debe contar con un stock disponible para cumplir con las necesidades de los astilleros, que son directamente proporcionales a la entrada de buques en reparación, y más importante aún, cuando se producen fallas en operación, ya que estas retrasan la reparación y la vuelta de la embarcación a sus faenas de producción, lo que puede generar pérdidas económicas importantes.

En relación a la Armada de Chile, sus buques poseen personal encargado de coordinar que la cadena logística sea más expedita, ya que la gran mayoría de los repuestos se adquieren en el extranjero, por este motivo se debe realizar una coordinación previa. En lo que respecta a la adquisición de gases refrigerantes para los sistemas de refrigeración y aire acondicionado se debe recurrir a los proveedores nacionales.

Además, un punto muy importante y obligatorio es que la Armada de Chile, así como también Armadas de otros países, deben poseer una “recarga de reserva” de gas, equivalente a cada sistema. Por ejemplo, un sistema de aire acondicionado que posee una carga total 300 kg, en un pañol debidamente designado con normas de ventilación, debe poseer 300 kg de reserva. Esta norma brinda mayor seguridad y autonomía en travesías largas como por ejemplo, ejercicios y operaciones multinacionales que obligan a mantenerse lejos de puerto cercanos.

Gráfico N°1 Cadena de distribución de gases refrigerantes



Fuente: Elaboración propia

## 6. Metodología de recopilación de datos reales y actuales, aplicadas al Sector Naviero

A continuación se describe la metodología aplicada en el estudio.

Con el propósito de caracterizar el sector naviero en forma detallada, se aplicaron encuestas individualizadas. En coordinación con la contraparte, se diseñó la encuesta para recopilar

información, la que fue dirigida a los contactos registrados en una base de datos de los principales actores del sector naviero nacional, mediante correo electrónico, adjuntando una Carta de presentación del proyecto.

La base de datos inicial para este estudio contempló un total de 683 empresas y servicios técnicos, que se detallan a continuación:

**Tabla N°7 : Empresas contactadas**

Región	Contactos		
	Armada	Empresas pesqueras	Otras empresas ó Servicios Técnicos
Tarapacá	7	61	
Coquimbo		3	27
Valparaiso	86		141
Bio Bio	43	28	181
Los Ríos			28
Los Lagos	4	7	52
Magallanes	10	1	4

Este proceso contó con la colaboración de técnicos que se desempeñan en este sector, quienes tienen conocimiento directo del uso y aplicación de HFC, así como de las problemáticas asociadas a estos en el aspecto operacional y funcional.

Aún cuando se realizaron esfuerzos por aumentar la cantidad de encuestas respondidas, estas fueron mínimas. alguna de las razones por la baja tasa de respuesta es que los encargados de responder la encuesta les preocupa responder solicitudes de los ministerios, aun cuando se les indique que los datos serán tratados en forma confidencial. Por otra parte aducen que tienen otras tareas prioritarias, o que no disponen de la información. En el caso de los servicios técnicos, señalan que no llevan registro de las recargas realizadas en las mantenciones.

Es por estas razones que se diseñó una metodología alternativa de recopilación de datos, específica para cada segmento, la cual se describe a continuación:

#### 6.1.1. Metodología de recopilación de datos Armada de Chile

Los datos se basan en la información entregada por la Armada de Chile en respuesta al Oficio Ordinario N°12900 de la Armada de Chile (**Anexo N°4**). Este documento señala que la Dirección de Seguridad y Operaciones Marítimas, a través del Servicio de Inspecciones de Naves, controla un total de 27 naves, que corresponden a las naves de tráfico internacional. Estas se certifican en virtud de lo dispuesto en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (**MARPOL**), convenio internacional que trata sobre la prevención de la contaminación del medio marino por los buques a causa de factores de funcionamiento o accidentales. Este convenio señala en su Anexo VI, Regla 12, lo siguiente:

##### *Regla 12 Sustancias que agotan la capa de ozono*

*“1) A reserva de lo dispuesto en la regla 3 (emergencias), se prohíbe toda emisión deliberada de sustancias que agotan la capa de ozono. Las emisiones deliberadas incluyen las que se producen durante el mantenimiento, la revisión, la reparación o el arrumbamiento de sistemas o equipo, excepto la liberación de cantidades mínimas durante la recuperación o el reciclaje de una sustancia que agota la capa de ozono. Las emisiones debidas a fugas de una sustancia que agota la capa de ozono, independientemente de que las fugas sean o no deliberadas, podrán ser reglamentadas por las Partes en el Potocolo de 1997.*

*2) Se prohibirán en todos los buques las instalaciones nuevas que contengan sustancias que agotan la capa de ozono, salvo las instalaciones nuevas que contengan*

*hidroclorofluorocarbonos (HCFC), que se permitirán hasta el 1 de enero del año 2020. 3) Las sustancias a que se hace referencia en la presente regla y el equipo que contenga dichas sustancias se depositarán en instalaciones de recepción adecuadas cuando se retiren del buque.”*

Para complementar y robustecer la información oficial entregada por la Institución, se recurrió al análisis de información de los Astilleros de la Armada, proporcionada por técnicos que trabajan directamente en dicha entidad, lo cual permitió analizar los volúmenes reales de gases utilizados y cantidades de equipos intervenidos. Para obtener información de los astilleros, se usaron dos fuentes principales:

a) Información obtenida de historiales, certificados e informes técnicos, generados durante variados trabajos efectuados en sistemas de refrigeración y aire acondicionado en astilleros y maestranzas entre los años 2016 al 2018.

b) Entrevistas a personas con más de 20 años de experiencia en dicha labor, proveedores de refrigerantes, clientes, operadores, encargados de repuestos y apoyo a la producción. Gracias a este apoyo se logró obtener información veraz y concreta del actual alcance en lo que respecta al uso de las sustancias HFC.

#### 6.1.2. Metodología de recopilación de datos Pesca Industrial y Mercante

La recopilación de información se realizó mediante entrevistas a técnicos que operan en el rubro pesquero y mercante, y análisis de información contenida en informes anuales elaborados por DIRECTEMAR “Análisis de Estadísticas Portuarias” años 2018 y 2019. Además el personal de astilleros aportó datos numéricos para la estadísticas de este sector.

#### 6.1.3. Metodología de recopilación de datos Contenedores refrigerados

La metodología utilizada se basó en el análisis datos obtenidos de los informes elaborados por Directemar (aep 2016,2017,2018,2019), INE -Movimiento de carga portuarias (**Anexo N°5**), además del aporte de información de técnicos que cuentan con experiencia en el área de mantención y reparación de contenedores.

## 7. Estimación de carga instalada de gases refrigerantes

Con el propósito de identificar y cuantificar los gases utilizados en el sector naviero, en primer lugar se realizará un análisis de los tipos de gases que poseen los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, en cada segmento en estudio y luego una estimación de carga instalada.

### 7.1. Refrigerantes utilizados con mayor frecuencia en Astilleros sector Armada de Chile

Para conocer en detalle cuales son los principales gases refrigerantes utilizados en la Armada, se realizó un análisis de los historiales de operación del período 2016-2018 de las manteciones y reparaciones de sistemas de refrigeración y climatización realizados en astilleros de la Armada.

De acuerdo con la información obtenida se puede constatar que aún existe uso de R-22 en gran variedad de equipos. En relación con el uso de HFC, los más utilizados corresponden a R-134 a, R-404 A, y R410A.

Los principales proveedores de gases refrigerantes para la operación de los astilleros son Indura S.A. y Fhengel Ltda.

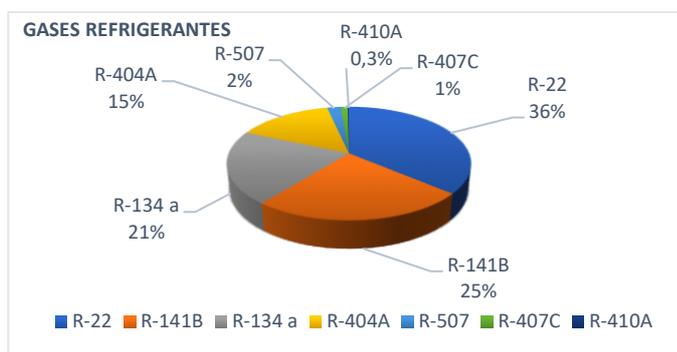
A continuación se describirá la función y cantidad de gases refrigerantes utilizados durante los años 2016 al 2018, con una breve descripción de sus aplicaciones, en base a la cantidad de equipos intervenidos en los Astilleros.

Tabla N°8 : Refrigerantes usados en Astilleros de la Armada (años 2016-2018)

Refrigerantes	Clase	Cantidad(kg)	Porcentaje%
R-22	HCFC	2.742	36,2%
R-141b	HCFC	1.848	24,4%
R-134 a	HCF	1.586	20,9%
R-404 A	HFC	1.132	14,9%
R-507C	HFC	164	2,2%
R-407C	HFC	82	1,1%
R-410A	HFC	22	0,3%

Fuente: Elaboración propia en base entregadas por historiales de operación

Gráfico N°2 : Refrigerantes usados en Astilleros de la Armada



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°8 indica que durante el período 2016 al 2018 se usó una cantidad de 1.848 kilos de HCFC-141b . Esta sustancia es la única alternativa viable por costos y propiedades solubilizanrjtes de impurezas. Su uso es en procesos de flushing posterior a un tipo de contaminación que sufran los circuitos del sistema de refrigeración o climatización.

### Plantas de agua enfriadas Chiller

Sistemas utilizados para climatizar ambientes, destinados a la dotación y equipos electrónicos de las unidades a flote, que necesitan diferentes condiciones para operar en forma óptima sin sufrir daños estructurales, ya sea por efecto de altas temperaturas o humedad. Estos equipos poseen cantidades de refrigerante que fluctúan entre 20 y 231 kilos; y potencias frigoríficas de 20 a 370 kW. Los principales refrigerantes son R-22 y R-134 a. Un número de 36 equipos fueron intervenidos entre el 2016 al 2018. En este sector todavía se observa la prevalencia del R-22, pues la tecnología utilizada corresponde a los años 2000, y de origen europeo.

Tabla N°9: Gases refrigerantes usados en mantención de plantas chillers

Refrigerantes	Clase	Cantidad (Kg)	Porcentaje
R-22	HCFC	2.472	65%
R-134 a	HFC	1.314	35%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en historiales

### Equipos de aire acondicionado expansión directa

Sistemas utilizados para climatizar ambientes destinados al confort de la dotación y de gabinetes electrónicos, estos equipos poseen cantidades de refrigerante que fluctúan entre 1,2 kg a 60 kg y potencias frigoríficas de 3,5 kW a 165 kW. Los principales refrigerantes utilizados corresponden

a R-404A y R-22. La cantidad total de los equipos intervenidos durante los años 2016 al 2018 corresponde a la cantidad 61 equipos.

**Tabla N°10 : Gases refrigerantes usados en mantención de equipos de aire acondicionado**

Refrigerante	Clase	Cantidad (KG)	Porcentaje (%)
R-404A	HFC	922	66,7%
R-22	HCFC	148	10,7%
R-507	HFC	132	9,6%
R-407C	HFC	82	5,9%
R-134A	HFC	76	5,5%
R-410A	HFC	22	1,6%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en historiales

### Cámaras frigoríficas

Este sector está orientado a la conservación y congelación de productos, tales como frutas, verduras, lácteos y carnes, necesarias para el abastecimiento del personal para cumplir con la operaciones encomendadas a las diferentes unidades que por su tamaño son directamente proporcionales a la cantidad de individuos. Con cantidades de refrigerante que fluctúan entre 2,3 kg a 27 kg, con potencias frigoríficas de 1,1 kW hasta 10 kW. El principal refrigerante utilizado en las cámaras frigoríficas corresponde a R-404A y HFC R-134 a. La cantidad de cámaras intervenidas entre los años 2016 al 2018 corresponde a 27 cámaras refrigeradas.

**Tabla N°11: Gases refrigerantes usados en mantención de cámaras frigoríficas**

Refrigerante	Clase	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
R-404A	HFC	207	40,3%
R-134A	HFC	175	34,0%
R-22	HCFC	122	23,7%
R-507	HFC	10	2,0%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en historiales

### Refrigeradores domésticos

Se utilizan para el almacenamiento de alimentos de consumo propio de las dotaciones en espacios habitables, además de mantenedores para uso en cocinas. Contienen cantidades de refrigerante que fluctúa entre 0,45 a 0,860 kilos. Las principales sustancias utilizadas son R-134 a y R-404 A. La cantidad de equipos intervenidos entre los años 2016 al 2018 son 32.

En este sector la institución se abastece en el comercio local, con la restricción de evitar al máximo los equipos que posean alternativas que surgen de los HC, en algunos casos algunas unidades poseen equipos que tienen características de gases inflamables tales como el 600 a.

**Tabla N°12: Gases refrigerantes usados en mantención de refrigeradores**

Refrigerante	Clase	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
R-134 a	HFC	21	89%
R-404 A	HFC	3	11%

Fuente: Elaboración propia basada en información de historiales de operación

## 7.2. Estimación de carga instalada en la Armada de Chile

De acuerdo a lo informado mediante oficio, la institución cuenta con 49 unidades navales y marítimas que cuentan con equipos o sistemas de aire acondicionado o refrigeración.

Las plantas de aire acondicionado y plantas refrigeradoras emplean R-22, R-404 A y R-134 a, existiendo prevalencia en general de sustancias HCFC, pero también con una gran cantidad de HFC en sus buques, esto debido a que este sector está en proyecto de renovación de algunas unidades, las cuales han migrado a HFC.

En la siguiente tabla se resume la cantidad de refrigerante utilizada por cada planta:

**Tabla Nº 13 : Tipo y cantidad de refrigerante utilizado en unidades navales (por planta)**

Refrigerante	Aire Acondicionado	Plantas refrigeradoras
R-22	132	39
R-404A	164	39
R-134 a	164	39

Fuente: Oficio Público O.T.A.I.P.A. Nº12900/97 C.S.E (Armada de Chile)

Como información complementaria, en base a conocimiento experto se puede señalar que la institución utiliza, además de los gases señalados R-410 A y R-600A.

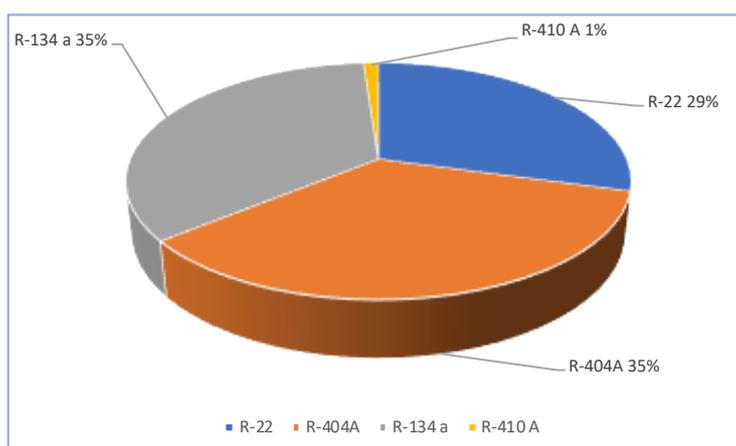
Para cuantificar los gases refrigerantes se realiza el supuesto que cada buque cuenta en promedio con 3 plantas. Es así que la cantidad total de gases puede estimarse en:

**Tabla Nº14: Carga instalada en unidades navales (kilos)**

	Aire Acondicionado (1)	Plantas refrigeradoras (2)	RESERVA (3) = (1) + (2)	TOTAL gases por cada PLANTA (1) + (2) + (3)	TOTAL REFRIGERANTES EN BUQUES
R-22	132	39	171	342	1.026
R-404A	164	39	203	406	1.218
R-134 a	164	39	203	406	1.218
R-410 A	40				40
					3.502

En el Gráfico Nº1 se muestra la distribución de los refrigerantes en uso actualmente en la Armada de Chile, en donde se puede observar un uso importante aún de refrigerante R-22 en aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado.

**Gráfico Nº3 Distribución de gases refrigerantes en uso actual Armada de Chile**



Fuente: Elaboración propia

### 7.3. Estimación de carga instalada en Pesca industrial, Marina mercante y Barcos Factoría

Para estimar la carga instalada de refrigerantes se utilizó como referencia la información contenida en el Cuarto Inventario de Gases Efecto Invernadero, de la Organización Marítima Internacional (Fourth IMO GHG Study 2020 – Final report)<sup>7</sup>, presentada en la Tabla N°15. Esta información respalda los antecedentes manejados por el consultor e información entregada por servicios técnicos, que indican que para climatización de las naves se ocupa aproximadamente 150 kilos de refrigerante, mientras que para función de conservación de víveres se menajan aproximadamente 10 kilos de refrigerante por embarcación.

**Tabla N° 15 : Estimación de refrigerante contenido, por tipo de embarcación**

Tipo de embarcación	Estimación	
	Climatización (kg)	Refrigeration (kg)
Tanque Quimiquero	150	10
Portacontenedor	150	10
Carga General	150	10
Tanque combustible	150	10
Petrolero	150	10
Tanque otros prod líquidos	150	10
Transbordador	500	20
Cruceros	6.000	400
Barcaza	500	20
Pasaje Transbordo Rodado	500	20
Embarcación Deportiva de Alta Mar	150	10
Servicio - Remolcador	150	10
Suministros	150	210
Pesquero de altamar	150	10
Lancha de apoyo práctico	150	10
Otros/ Granelero	150	10

Fuente:

Elaboración propia a partir de 190164-Fourth IMO GHG Study-July 2020, pag 104 ([www.i:\MEPC\75\MEPC 75-7-15.docx](http://www.i:\MEPC\75\MEPC 75-7-15.docx))

A continuación se presentará los cálculos realizados para la estimación de carga instalada en cada sub sector.

#### Pesca industrial

Estudios internacionales estiman que el 70% de la flota pesquera mundial todavía utiliza R-22, para todas las aplicaciones de refrigeración<sup>8</sup>. Esta opción era utilizada por la eficiencia seguridad y costo, sin embargo en las últimas dos décadas se ha reemplazado por HFC, como el R-404A, R-507 para todas las aplicaciones de refrigeración. Es importante señalar que estas cifras no se ajustan a la realidad de Chile, tal como se describirá a continuación.

De acuerdo a información manejada como técnico conocedor del sector y trabajos realizados en el área, los barcos de pesca industrial disponen de grandes bodegas para almacenar el producto de la pesca, las cuales utilizan amoníaco como refrigerante. Estos datos se confirmaron en base a información de técnicos que se desempeñan en el área de pesca de altamar tanto como operarios o mantenedores, con amplia experiencia, quienes señalan que entre los años 2016 al 2018, en los astilleros ASMAR se manipularon 10 toneladas de amoníaco, destinado a buques de pesca en altamar. Por otra parte, esta información también se confirma mediante una encuesta respondida.

En la Tabla N°16 se resume la flota pesquera de altamar, distribuida por región, en operación durante el año 2019.

<sup>7</sup> [www.i:\MEPC\75\MEPC 75-7-15.docx](http://www.i:\MEPC\75\MEPC 75-7-15.docx)

<sup>8</sup> UNEP, 20162, §-ES4

Tabla N°16 : Flota pesquera de altamar mayor de 50 TRG que operaron durante el año 2019<sup>9</sup>

Puerto	N° de embarcaciones
Arica	1
Iquique	41
Mejillones	6
Coquimbo	2
Quintero	3
San Antonio	6
Lirquén	3
San Vicente	17
Coronel	17
Lota	2
Puerto Montt	1
Chacabuco	4
Punta Arenas	2
<b>TOTAL PESQUEROS ALTAMAR</b>	<b>105</b>

Fuente: [https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20180409/asocfile/20180409155648/cuadro9\\_6.xls](https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20180409/asocfile/20180409155648/cuadro9_6.xls)

Tabla N° 17 : Estimación de carga instalada en Pesca de altamar (pesca industrial)

Refrigerante	Uso	Cantidad promedio estimada (kg)	N° de embarcaciones	Sub total
Pesca en altamar (105 embarcaciones)				
R-410A	Climatización	150	105	15.750
R-134a	Refrigeración de víveres para dotación	10		1.050
R-404A	Bodega almacenamiento pesca	5.000	20	100.000
R-22	Bodega almacenamiento pesca	6.000	15	90.000
Amoniaco	Bodega almacenamiento pesca	8.000	70	560.000

### Barcos Factoría

En la Tabla N°18 se destalla los barcos factoría en operación al año 2019. La producción total obtenida a bordo de Barcos fábrica fue de 14.449 toneladas, de las cuales el 96 % (13.817 toneladas) corresponden a la producción obtenida de capturas realizadas en aguas nacionales y el 4% (632 toneladas) a la producción de capturas en aguas internacionales<sup>10</sup>.

Tabla N° 18 : Barcos factoría que operaron por puerto, 2019

BARCOS FACTORIA POR PUERTO DE OPERACIÓN		PROPIETARIO	T.R.G.	AÑO CONST.	PRODUCTO
<b>Chacabuco</b>	Diego Ramirez	Deris S.A.	1.758	1974	Filete/tronco de Merluza congelada
	Puerto Ballena	Deris S.A.	753	1986	Bacalao Túnel de frío
	Puerto Toro	Deris S.A.	744	2004	Bacalao Túnel de frío
<b>Punta Arenas</b>	Antartic Bay	Antartic Sea Fisheries S.A.	985	1987	Bacalao Túnel de frío
	Antartic Endeavour	Deris S.A.	2.455	1987	Harina de kril
	Cisne Blanco	Pesca Cisne S.A.	537	1976	Bacalao Túnel de frío
	Globalpesca I	Globalpesca S.A.	1.197	2002	Bacalao Túnel de frío
	Globalpesca II	Globalpesca S.A.	1.197	2002	Bacalao Túnel de frío
	Globalpesca III	Globalpesca S.A.	1.100	2001	Bacalao Túnel de frío
	Unionsur	Empresa de Desarrollo Pesquera de Chile S.A.	4.991	1987	Filete/tronco de Merluza congelada
<b>Puerto Williams</b>	Unzen	Empresa de Desarrollo Pesquero de Chile S.A.	2.986	1982	Filete/tronco de Merluza congelada
	Puerto Williams	Deris S.A.	654	1972	Bacalao Túnel de frío

Fuente:Elaboración propia en base a información SERNAPESCA

<sup>9</sup> Fuente: [https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20180409/asocfile/20180409155648/cuadro9\\_6.xls](https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20180409/asocfile/20180409155648/cuadro9_6.xls)

<sup>10</sup> [http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/subsector\\_elaboracion\\_industrial\\_2018.doc](http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/subsector_elaboracion_industrial_2018.doc)

**Tabla N° 19 : Estimación de carga instalada en Barcos Factoría**

Refrigerante	Uso	Cantidad promedio estimada (kg)	Nº de embarcaciones	Sub total
Barcos Factoría (12 embarcaciones)				
R-410A	Climatización	150	6	900
R-404A - R-134a	Refrigeración de víveres para dotación	10		60
Amoniaco	Túnel/congelador de placas, bodegas, plantas de hielo, cámaras	10.000		60.000
R-410A	Climatización	150	2	300
R-404A - R-134a	Refrigeración de víveres para dotación	10		20
R-22	Túnel/congelador de placas, bodegas, plantas de hielo, cámaras	8.640		17.280
R-410A	Climatización	150	4	600
R-404A - R-134a	Refrigeración de víveres para dotación	10		40
R-404A	Túnel/congelador de placas, bodegas, plantas de hielo, cámaras	2.000		8.000
R-507A		300		1.200

## Marina Mercante

La Tabla N° 20 se muestra una descripción general de la flota mercante nacional (mayor detalle se entrega en el Anexo N°3).

**Tabla N° 20 : Naves que conforman la flota de la Marina Mercante Nacional, año 2019**

TIPO DE NAVE	Cantidad de embarcaciones
Tanque Quimiquero	6
Portacontenedor	5
Carga General y rodada	137
Granelero	8
Petrolero	12
Transbordador y barcaza	44
Pasajeros, transbordo rodado y cabotaje	32
Embarcación Deportiva Costera	7
Lancha de apoyo práctico	6
Científico	1
<b>Total</b>	<b>258</b>

Fuente: <https://www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas/boletin-estadistico-maritimo/1-marina-mercante>

La mayor cantidad de embarcaciones corresponde a “Carga General”. Esta categoría es muy diversa en cuanto a características de sus buques y cargas. Algunos ejemplos incluyen embarcaciones de carga pesada, madera, ganado y diverso tipo de contenedores.

Otras naves usadas en este sector corresponde a los remolcadores, cuya función es dar soporte logístico en variadas maniobras, tales como reaprovisionamiento de víveres y agua o en caso de una falla en la propulsión del barco de pesca y remolcarlo hacia un astillero para que se solucione la falla. Estos cuentan con maquinaria de conservación de alimentos consistente en mini cámaras de refrigeración y congelación que utilizan en su mayoría R-404A y R-134a. Para la climatización utilizan aire acondicionado doméstico, con predominio de R-410A.

Tabla Nº 21 : Estimación de carga instalada en Marina Mercante

Tipo de embarcación	Refrigerante	Uso	Cantidad promedio estimada (kg)	Nº de embarcaciones	Sub total
Marina Mercante (258 embarcaciones)					
Tanque Quimiquero	R-410A	Climatización	150	6	900
	R-404A - R-134a	Refrigeración	10		60
Portacontenedor	R-410A	Climatización	150	5	750
	R-404A - R-134a	Refrigeración	10		50
Carga General y rodada	R-410A	Climatización	150	137	20.550
	R-404A - R-134a	Refrigeración	10		1.370
Granelero	R-410A	Climatización	150	8	1.200
	R-404A - R-134a	Refrigeración	10		80
Petrolero	R-410A	Climatización	150	12	1.800
	R-404A - R-134a	Refrigeración	10		120
Transbordador y barcaza	R-410A	Climatización	500	44	22.000
	R-404A - R-134a	Refrigeración	20		880
Pasajeros, Transbordo Rodado y barcaza	R-410A	Climatización	500	32	16.000
	R-404A - R-134a	Refrigeración	20		640
Embarcaciones deportivas	R-410A	Climatización	150	7	1.050
	R-404A - R-134a	Refrigeración	210		1.470
Lancha de apoyo práctico	R-410A	Climatización	150	6	900
	R-404A - R-134a	Refrigeración	10		60
Otros/ Científico	R-410A	Climatización	150	1	150
	R-404A - R-134a	Refrigeración	10		10

#### 7.4. Estimación de recarga en Contenedores refrigerados (Reefers)

La principal dificultad para cuantificar la carga instalada en contenedores refrigerados es que este segmento se compone de una población flotante que se encuentra en permanente movimiento entre los puertos de diferentes países.

Otro aspecto que dificulta la cuantificación de los gases refrigerantes, es que los contenedores frigoríficos tienen una vida útil asignada de 10 años aproximadamente. Posterior a este periodo, se adquieren por empresas nacionales y se les procede a realizar un reacondicionamiento en la parte estructural y unidad frigorífica. Luego son comercializados localmente por empresas hacia particulares, en tareas de conservación de productos. En el proceso de reacondicionamiento, se produce un gran movimiento de gases refrigerantes, además por su facilidad de transporte, estos pueden operar fuera de las zonas portuarias, perdiendo la trazabilidad de los gases que poseen cada uno de ellos y destino final, aspecto relevante en la eliminación de los gases.

Durante el año 2018 los embarques del tipo de carga frigorizada alcanzaron a 4.483.708 toneladas, siendo los puertos de Valparaíso y San Antonio, los que muestran mayores embarques con un 40,7% y 34,6% respectivamente. Los principales productos exportados son la fruta fresca (uvas, manzanas, cerezas, mandarinas, naranjas, ciruelas, kiwis, limones, paltas, nectarines, peras, arándanos); trozo desmenuzado pechuga de pollo. Los desembarques del tipo de carga frigorizada correspondieron a 1.026.890 toneladas, siendo los puertos de San Antonio y Valparaíso, los que muestran mayores desembarques con un 73,2% y un 22,7% respectivamente.<sup>11</sup> (Anexo Nº5).

La carga descrita requirió una movilización de 220.752 contenedores frigorizados durante el año 2018 por los puertos del país, acaparando San Antonio y Valparaíso cerca del 50% del total.

La estimación del consumo de gases refrigerantes se realizará en base a los movimientos de contenedores frigorizados movilizados en puertos chilenos. De acuerdo con información de

<sup>11</sup> <https://www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/boletines.html>

profesionales del sector portuario se estima que una fracción del 5% estos contenedores entra a reparación y recarga en servicios técnicos locales, lo cual representa un consumo local de refrigerantes. Cada contenedor de 20 pies y 40 pies posee una carga de refrigerante de 3,5 a 3,7 kg aproximados, respectivamente. Los resultados de aplicar el proceso descrito, se presentan en la Tabla Nº22.

**Tabla Nº 22 : Estimación de recarga anual de Contenedores refrigerados, período 2016 -2018**

AÑO	Tonelaje movilizado por puertos nacionales (1) (toneladas)		Cantidad de contenedores refrigerados (2) (número de contenedores)			% de contenedores en mantención/recarga	TOTAL HFC(kg)
	Exportación	Importación	Exportación	Importación	Total contenedores	5%	
2018	4.483.708	1.026.890					
20 pies			2.852	1.561	4.413	221	772
40 pies			66.804	149.535	216.339	10.817	37.859
2017	3.966.922	951.264					
20 pies			944	505	1.449	72	254
40 pies			77.631	150.413	228.044	11.402	39.908
2016	3.830.537	807.421					
20 pies			1.101	381	1.482	74	259
40 pies			71.747	168.047	239.794	11.990	41.964
							121.016

(1) <https://www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/boletines.html>

(2) <https://datos.observatoriologistico.cl/dataviews/241077/contenedores-terminales-estatales-de-chile/>

Luego, la recarga de refrigerantes en reefers realizada durante el período 2016 a 2018 alcanza a 121.016 kilos de HFC.

A continuación se presenta un resumen de sustancias refrigerantes de uso en el sector naviero.

**Tabla Nº 23 : Resumen de carga instalada en Sector Naviero, año 2019**

Sub sector	R-410A	R-404A - R-134a	Amoníaco	R-22	R-404A	R-507A	R-134a
Armada	40			1.026	1.218		1.218
Pesca de altamar	15.750	1.050	560.000	90.000	100.000		
Barcos Factoría	1.800	120	60.000	17.280	8.000	1.200	
Marina Mercante	65.300	4.740					
Sub total	82.890	5.910	620.000	108.306	109.218	1.200	1.218
%	8,9%	0,6%	66,8%	11,7%	11,8%	0,1%	0,1%

## 8. Emisiones de refrigerante en buques y contenedores refrigerados

Los buques pesqueros y de pasajeros transportan mayores cantidades de refrigerantes que otros tipos de buques, para enfriar o congelar su captura o para brindar comodidad a los pasajeros y la tripulación con aire acondicionado. De acuerdo a lo señalado en el informe OMI de 2020<sup>12</sup> las emisiones fugitivas de HFC y HCFC se estiman por barco por año, variando según el tipo de barco, estimándose un rango de pérdida de refrigerante del 20-40%. Esta pérdida de refrigerante se puede atribuir a la exposición permanente de los sistemas refrigerados al movimiento continuo, que pueden causar daños y fugas en las tuberías. En el informe se señala que este rango está

<sup>12</sup> 190164-Fourth IMO GHG Study-July 2020 (www.i:\MEPC\75\MEPC 75-7-15.docx)

confirmado por un estudio recientes y, por lo tanto, se asume una pérdida de refrigerante del 30% para todos los barcos, excepto para los de pasajeros, para los cuales se estima un 20% de pérdida anual de refrigerantes, como se señala en la tabla siguiente.

**Tabla Nº 24 : Variables de entrada claves en la estimación de HCFC y HFC desde el barco**

Tipo de embarcación	Estimación		
	Climatización (kg)	Refrigeration (kg)	Fuga anual
Tanque Quimiquero	150	10	30%
Portacontenedor	150	10	30%
Carga General	150	10	30%
Tanque combustible	150	10	30%
Petrolero	150	10	30%
Tanque otros prod líquidos	150	10	30%
Transbordador	500	20	20%
Cruceros	6.000	400	20%
Barcaza	500	20	20%
Pasaje Transbordo Rodado	500	20	20%
Embarcación Deportiva de Alta Mar	150	10	30%
Servicio - Remolcador	150	10	30%
Suministros	150	210	30%
Pesquero de altamar	150	10	30%
Lancha de apoyo práctico	150	10	30%
Otros/ Granelero	150	10	30%

Fuente:Elaboración propia

A partir de 190164-Fourth IMO GHG Study-July 2020, pag 104 (www.!\MEPC\75\MEPC 75-7-15.docx)

Según el mismo estudio IMO 2020, cada contenedor refrigerado pierde un 15% de refrigerantes anualmente.

## 9. Refrigerantes alternativos identificados para el Sector Naviero

La tendencia esta marcada en la actualidad nacional por las sustancias HFC, que no dañan la capa de ozono, pero si aportan al calentamiento global, por esta razón nuestro sector en análisis busca una alternativa para migrar en forma segura hacia las sustancias que cumplan con estas dos características.

Ha aparecido en el mercado HFC con bajo potencial y hidrofluoroolefinas (HFO). Algunas de estas sustancias presentan algún grado de inflamabilidad, por lo que ASHRAE ha introducido nuevas clasificaciones para describir esta característica: A2L para los refrigerantes sintéticos y B2L en el caso del amoniaco por su toxicidad e inflamabilidad.

Refrigerantes que pertenecen a la clasificación de seguridad A2L:

R32 (HFC) PCA 675

El R32 es un HFC ligeramente inflamable. Su comportamiento y sus presiones de servicio son muy parecidos a los del R-410A, y se está empezando a utilizar en aplicaciones similares como bombas de calor, sistemas de aire acondicionado por split y enfriadores.

Su menor inflamabilidad limita el tamaño de la carga refrigerante, pero no en la misma medida que los hidrocarburos más inflamables. Los aparatos eléctricos del sistema serán «sin chispas» en caso de que una fuga pueda resultar en una concentración inflamable en el entorno del aparato eléctrico. Las presiones de servicio son más altas que las de la mayoría de los HFC, pero similares a las del R410A. En general, la presión máxima de zona de alta es 35 bar g.

HFO

Las hidrofluoroolefinas (HFO) se utilizan mucho en el sector automotriz, también algunas de sus mezclas puede ser utilizadas en la refrigeración comercial como alternativa al R-134A y otros HFC. Aunque en menor medida, estos gases refrigerantes siguen siendo gases fluorados, que contribuyen al efecto invernadero, por el momento se han elegido como una buena opción para los equipos de refrigeración.

Es un gas ligeramente inflamable, aún cuando su inflamabilidad no es una barrera para su uso en la refrigeración. Sin embargo, cuando se quema, libera sustancias peligrosas como el fluoruro de hidrógeno (HF), cuya toxicidad es elevada y es potencialmente letal para los humanos en espacios con poca ventilación.

El R-1234yf, perteneciente a este grupo de HFO, está en uso en los nuevos vehículos comercializados en Chile hace algunos años.

HIDROFLUOROLEFINAS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo potencial del calentamiento global (4)	Ligeramente inflamable A2L
Potencia de agotamiento de ozono= 0	Escaso olor ante una fuga
Grado bajo de toxicidad	Poca capacitación a nivel nacional acerca del uso y su empleo seguro

Fuente: elaboración propia

Otro refrigerante es el R-1234ze, el cual posee un potencial de calentamiento global bajo y 0 PAO. Su uso se da principalmente como agente de soplado para espumas de poliuretano y propelente, sin embargo también es aceptado, hasta ahora ampliamente por la unión Europea, como refrigerante. Debido a sus propiedades termodinámicas y su baja inflamabilidad también es utilizado como un excelente agente para la limpieza de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Actualmente varias industrias ya están trabajando en la creación de las mezclas de HFO/HFC, donde la mayor parte del compuesto mezclado (al menos 60 por ciento) será R-32, con R-1234yf o R-1234ze, donde éstos últimos se ocuparán en menor cantidad. Estos compuestos mezclados se comercializan como HFO, con su cualificación de bajo potencial de calentamiento global. Sin embargo, sobre su disolución atmosférica, estas mezclas volverán a sus componentes originales y, en consecuencia, contribuirán al calentamiento global.

A continuación se analizan algunas alternativas, que actualmente emergen en el mercado nacional e internacional como alternativas a las sustancias HFC y su reemplazo correspondiente que se usan con mayor frecuencia.

Tabla Nº25 : Sustitutos mezclas HFC/HFO

<b>R448A</b>	<b>R449A</b>	<b>R450A</b>	<b>R452A</b>	<b>R1233zd</b>	<b>R1234ze</b>	<b>R1234yf</b>
R32 125 1234yf 134a R1234ze (26/26/20/21/7%)	R134a R1234YF R125 R32 (25.7/5.3/24.7/ 24.3%)	R134a R1234ze (42/58%)	R32 125 1234yf (11/59/30%)			
25lb 100lb	25lb 100lb	25lb	25lb 100lb	10lb 100lb 1000lb	10lb 44lb 110lb	10lb
<b>ACEITE</b> Polyolester	<b>ACEITE</b> Polyolester	<b>ACEITE</b> Polyolester	<b>ACEITE</b> Polyolester	<b>ACEITE</b> Polyolester	<b>ACEITE</b> Polyolester	<b>ACEITE</b> Polyolester PAG
<b>APLICACIÓN</b> Baja y media temperatura	<b>APLICACIÓN</b> Baja y media temperatura	<b>APLICACIÓN</b> AC Chillers Media temperatura	<b>APLICACIÓN</b> Baja y media temperatura Transporte Ref.	<b>APLICACIÓN</b> Chillers	<b>APLICACIÓN</b> Chillers Stand alone equip	<b>APLICACIÓN</b> Auto AC
<b>REEMPLAZO</b> R404A R22	<b>REEMPLAZO</b> R404A R22	<b>REEMPLAZO</b> R134a	<b>REEMPLAZO</b> R404A R507	<b>REEMPLAZO</b> R123	<b>REEMPLAZO</b> R134a	<b>REEMPLAZO</b> R134a

Fuente: Torrington web market/alternative from ASHRAE

La tabla anterior recopila información sobre las alternativas de reemplazo de los HFC, utilizando HFC/HFO, señalando las aplicaciones y tipo de aceite requerido.

Para realizar el empleo seguro de los gases complementaremos se deben considerar los aspectos de seguridad, según se indica en la tabla siguiente:

Tabla N°26 : Refrigerantes mezcla HFO /HFC con calificación ASHRAE para sustitución

Refrigerante	Composición(%)	PCA	Sustituye	Clase	Aceite	Nombre químico/ de la mezcla	Grupo de seguridad
R-450A	R1234ze/R134a (42/58)	605	R134a HM	HFC/HFO	POE	SOLSTICE N-13	A-1
R-456A	R32/R1234ze/R134a (6/45/49)	687	R134a	HFC/HFO	POE		A-1
R-513A	R1234yf/R134a(56/44)	631	R134a HM	HFC/HFO	POE	XP-10/DR11	A-1
R-513B	R1234yf/R134a(58,5/41,5)	596	R134a	HFC/HFO	POE	DAIKIN D4Yb	A-1
R-448A	R32/R125/R1234yf/R134a/R1234ze (26/26/21/27)	1386	R404A ML	HFC/HFO	POE	SOLSTICE N-40	A-1
R-449A	R32/R125/R1234yf/R134a (24,3/24,7/25,3/25,7)	1397	R404A ML	HFC/HFO	POE	OPTEON XP40	A-1
R-449B	R32/R125/R1234yf/R134a	1226	R404A	HFC/HFO	POE	FORANE 449B	A-1
R-452A	R-32/R125/R-1234yf(11/59/30)	2140	R404 ML TRANSPORTE	HFC/HFO	POE	OPTEON XP-44	A-1

Fuente :Elaboración propia basada en información Danfoss slider/ Real Alternatives 4life .

## 9.1. Alternativas en reemplazo de refrigerantes HFC

### Sector Armada de Chile

En este sector se comprueba el uso de refrigerantes HFC y HCFC. Las alternativas deben cumplir con protocolos de seguridad elevados, que deben analizarse en forma particular. Puesto que se adquieren unidades de segunda mano, las tecnologías que llegan a nuestro país no cuentan aún con nuevas tecnologías. La Armada de Chile no poseen proyectos que se puedan materializar en un plazo cercano. Además, los equipos montados a bordo aún muestran eficiencia y seguridad, lo que es un factor de vital importancia.

### Sector Pesca de Altamar

Algunos barcos construidos en las últimas dos décadas están utilizando R-404A o R-507. En otros barcos recientemente construidos o remodelados, se ha propuesto utilizar cascadas de amoníaco o amoníaco/CO<sub>2</sub> , lo que posee la garantía de disminuir la carga total del sistema.

### Alternativas para elevar la eficiencia del sistema

#### Enfriadores de salmuera y agua de mar.

La mayoría de los enfriadores de las unidades a flote derivan de los enfriadores terrestres estándar, con una adecuada adaptación. La elección de los refrigerantes no es tan crítica para los enfriadores como lo es para los sistemas inundados grandes porque la carga de refrigerante es limitada y las tasas de fuga son mucho más bajas.

Para temperaturas medias de -10°C, se utilizan refrigerantes fluorados de potencia de calentamiento global bajo a medio (como R-134A) o HFO de potencial de calentamiento global más bajos que el R-513 A .

Para temperaturas inferiores a -10 ° C, los refrigerantes utilizados principalmente son R-404A o R-507. Los sustitutos adecuados para R-404 A o R-507 podrían ser R-410 A que tiene un potencial de calentamiento global comparativamente más bajo; el R-32 emerge como sustituto con un potencial de calentamiento global medio a bajo adecuado pero tiene el problema de clasificación de grupo de seguridad (A2L) que deben abordarse.

El amoníaco también es adecuado para todos los niveles de temperatura, siempre que la manipulación sea segura minimizando los factores de riesgos tales como la toxicidad e inflamabilidad del amoníaco clasificado como B2L.

### Sistemas inundados centralizados

Para satisfacer las necesidades de enfriamiento a temperatura media y baja simultáneamente con un refrigerante común de bajo PCA, el amoníaco es técnicamente una alternativa directa al R-22; Es rentable y de alta eficiencia energética, pero con limitaciones de seguridad.

Una alternativa posible es usar dos diferentes refrigerantes en cascada, con CO<sub>2</sub> para el nivel de baja temperatura. Tales sistemas son compactos y muy eficientes.

La excelente transferencia de calor de CO<sub>2</sub> a baja temperatura mejora el rendimiento de los congeladores, reduciendo su costo de inicial y mejorando su productividad. Si se usa CO<sub>2</sub> para la etapa BT, la pregunta es qué fluido usar para la etapa media. Varias opciones son posibles.

El CO<sub>2</sub> transcrítico es factible en teoría, pero no está listo para los buques de pesca de altamar. Otras soluciones requieren un refrigerante diferente para la etapa de temperatura media de la cascada el más utilizado hasta ahora es el amoníaco.

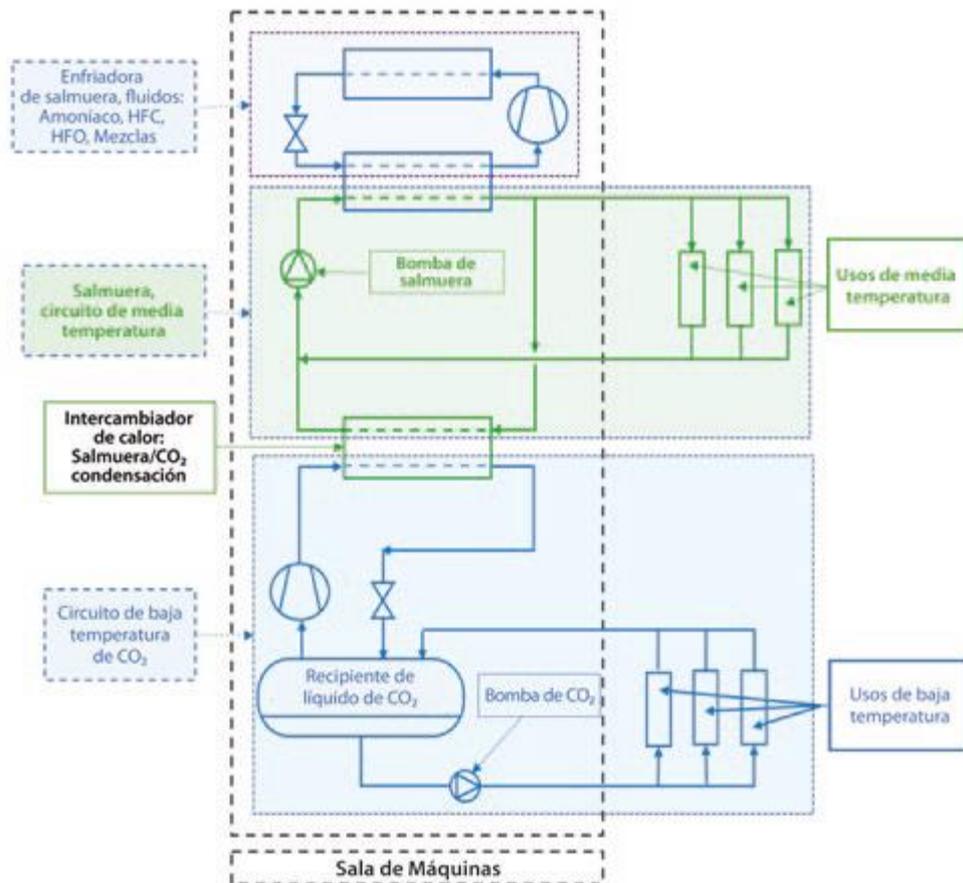
En la cascada de amoníaco / CO<sub>2</sub>, la seguridad es más fácil de manejar que con los sistemas con 100% de amoníaco, porque la carga de amoníaco es menor y puede estar contenida en la salas de máquinas.

El R-134a o una de sus alternativas de bajo GWP también se pueden utilizar para la etapa media. Otra opción es utilizar sistemas «indirectos». En este caso, un enfriador enfría la salmuera a la temperatura «media» deseada alrededor de -8°C.

Este enfriador de salmuera se usa para satisfacer las necesidades a este nivel de temperatura y también para condensar el CO<sub>2</sub> del circuito de baja temperatura como se ilustra en la imagen a continuación. Al igual que para lo expuesto en el párrafo anterior, este enfriador de salmuera puede usar una variedad de refrigerantes como amoníaco, HFC, HFO o mezclas adecuadas.

Una desventaja del CO<sub>2</sub> es que no puede alcanzar las temperaturas ultrabajas (por debajo de -50 ° C) que a veces se desean para aplicaciones específicas, como pescado congelado de primera calidad para sushi. Ninguna tecnología ha ganado amplia aceptación para estas temperaturas ultrabajas. El R-23 podría usarse en teoría, pero tiene un GWP extremadamente alto.

El etano sería técnicamente adecuado, pero es altamente inflamable. Las tecnologías que no son en especie, como los ciclos de aire, son factibles, pero bastante ineficientes y aún muy caras. Los HFC de alta presión como R-32 o R-410 A son probablemente las mejores soluciones aceptables.



Fuente: Paul De Larminat

## Retrofit

Entre las diversas limitaciones en la retroadaptación de los sistemas existentes, la capacidad debe seguir siendo similar; las presiones de operación no deberían ser notoriamente más altas que con refrigerantes de referencia, la eficiencia no debería ser menor, especialmente por la potencia de suministro es limitada a bordo.

La compatibilidad con materiales, por ej. aceites, también debe ser considerada, por seguridad, los refrigerantes inflamables no pueden usarse en sistemas diseñados inicialmente para sustancias HFC no inflamables por las características inflamables de algunas alternativas nuevas, a menudo se puede encontrar mezclas aceptables para adaptar los sistemas de expansión directa de tamaño pequeño a mediano pero se recomienda realizar pruebas en plantas piloto antes de proceder a una mayor escala.

La situación es mucho más difícil para los grandes sistemas inundados las adaptaciones de sistemas con HFC al amoníaco no son factibles por razones de compatibilidad y seguridad del material (cobre y sus aleaciones). Las pruebas previas para la adaptación no demostraron ser técnicamente satisfactorias, y de todos modos no fueron consideradas por el alto GWP de este refrigerante.

El uso de mezclas de HFC / HFO también es muy problemático porque el deslizamiento de temperatura no es deseable en grandes sistemas inundados por lo tanto, en esta etapa, no existe una solución comprobada para adaptar los grandes sistemas inundados. Por esta razón, algunos buques que aún tienen una larga vida útil se están renovando por completo con nuevos sistemas,

especialmente las cascadas de amoníaco / CO<sub>2</sub>. El costo inicial es alto, pero puede ser rentable gracias a la eficiencia energética y mayor productividad.

En conclusión en este sector la aplicaciones de CO<sub>2</sub> en cascada emergen como una alternativa sustentable, si bien el costo inicial es elevado se recupera con la eficiencia, productividad y la conciencia de cuidar y preservar nuestro medio ambiente con una alternativa que tenga cero impacto. (Fuente de elaboración: IIF/IIR-ONU MEDIO AMBIENTE/CADENA DE FRÍO EN APLICACIONES BUQUES PESQUEROS)

### Sector reefer

La alternativa para este sector es la tecnología asociada al CO<sub>2</sub>, en particular una alternativa verde que desplaza en su correspondiente evaluación a los gases sintéticos, obteniendo resultados muy positivos. Sin embargo, plantea un desafío exigente en cuanto a la implementación de esta tecnología en Chile ya que el sector no posee capacitaciones de las personas que realizan los servicios en caso de falla y mantención de este tipo de equipos.

Los técnicos tienden a preferir los gases sintéticos por la facilidad y costumbre que produce trabajar con este tipo de gases, en el mercado actual se ofrecen gases refrigerantes como alternativas al R-404A y el R-134A tales como: R-452 A el R-449 A, R-513 A. Pero tiene la limitación de poseer un elevado PCG. Es por esto que se advierte un uso creciente de R-513 A en este sector por su bajo PCG.

Una de las problemáticas que se conoció en este sector y que ha provocado ya algunos accidentes graves en este sector es la contaminación de gases con R-40, es por eso que se decidió documentar esta experiencia que a nivel nacional e internacional ya que ha provocando daños, que en algunos casos, podrían ser mortales. El uso de refrigerantes falsos y sin procedencia conocida ha dado lugar a daños irreparables en diversas empresas alrededor del mundo. Embalajes sin certificación o identificados incorrectamente pueden contener mezclas de refrigerantes que representan un riesgo para su operación disminuyendo el rendimiento de los equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Se ha detectado refrigerante R-134 a contaminado con R-40. Al aplicarse al sistema de refrigeración, la mezcla actúa de forma diferente a la esperada del producto puro y puede provocar incluso la fractura de compartimentos del sistema, tales como el compresor. Cabe señalar que el R-40 tiene un punto de ebullición muy similar al del R-134a; por lo tanto, es muy difícil identificarlo cuando se mezclan en el sistema de refrigeración.

Contratistas y técnicos pueden convertirse en víctimas de la irresponsabilidad. Un ejemplo es el caso publicado en octubre de 2011, en el que tres personas murieron debido a explosiones de contenedores refrigerados, dos casos en Vietnam y uno en Brasil.

De acuerdo con las investigaciones de los organismos competentes y fabricantes de equipos, en ambos casos, al interior del sistema, se detectó la presencia del compuesto químico R-40 (cloruro de metilo o clorometano, CH<sub>3</sub>Cl).

Qué es el R-40 o cloruro de metilo

- Es un gas incoloro, extremadamente inflamable, tóxico y con un olor ligeramente dulce
- Hoy en día la mayoría del cloruro de metilo se prepara a partir de la reacción de metanol con cloruro de hidrógeno, según la ecuación química:



- El uso más importante del cloruro de metilo es como producto químico intermedio en la producción de polímeros de silicona

## 10. Problemáticas identificadas en sector

A modo de conclusión, a continuación se señalan algunas problemáticas identificadas en el sector, que en opinión del consultor del proyecto sería interesante evaluar.

### Almacenamiento de gases retirados

ASMAR posee una gran carga de trabajo, ya que no solo mantiene los buques de la Armada, sino que también los buques de pesca de altamar y buques mercantes, tarea que lleva consigo en algunos casos retiro de gases refrigerantes de los sistemas de aire acondicionado y refrigeración, dato no menos importante, debido al tamaño de las instalaciones que algunos casos pasan los 80 kg, esta condición acumulándose por años de operación, es un gran problema, ya que en la actualidad solo están almacenados.

Esta es una problemática grande por los estándares de seguridad, ya que por ahora hay alrededor de 1 tonelada de refrigerante que se encuentra en las bodegas sin un destino final confirmado.

El personal de los Astilleros trata de trabajar en conciencia y realizando su compromiso con el medio ambiente, pero estas envases son finitos y urge una alternativa que brinde un destino para esta tonelada de HFC que se encuentra almacenadas.

### Refrigerantes para limpieza de circuitos (flushing)

La institución en el último tiempo ha estado preocupada por encontrar alternativas que cumplan con las normas mundiales y que sean amigables con el medio ambiente, en esta problemática se encuentran enfrentados ya que para realizar limpiezas y lavados de sistemas, hasta ahora solo poseen el R-141b como alternativa. La alternativa cercana en el corto plazo es el uso de los HFO, pero su elevado costo es por ahora una problemática.

### Capacitación y actualización de conocimiento del personal de mantención

En los astilleros, el personal encargado de realizar las tareas de mantención sigue las pautas obtenidas de la información recopilada de los manuales de información técnica perteneciente a los sistemas, que arroja en forma exacta según las horas de operación de la maquinaria la forma acertada de realizar la tareas correspondientes para mantener los sistemas confiables y seguros para su operación, si bien es un proceso muy efectivo en labores de mantención, la problemática se genera por la antigüedad de los diferentes sistemas que requieren de los servicios de astilleros, la mayoría utilizan tecnologías de 20 años aproximadamente, por lo cual esto, no obliga al personal de astilleros a actualizar sus conocimientos.

Por ejemplo si un sistema de refrigeración opera con R-22 y trabajó en buenas condiciones a lo largo de su operación, no surge una necesidad real del dueño del sistema por realizar un cambio del refrigerante, esto produce una necesidad nula también por parte de los astilleros de realizar una capacitación con la línea HFC de sus mantenedores.

La migración hacia las nuevas tecnologías nace por una necesidad e interés individual del personal de los astilleros, quienes buscan desempeñarse con mejores herramientas en algunos casos, sobre todos en este segmento.

Si se realiza una comparación de un mantenedor de un astillero, versus un mantenedor de sistemas domésticos, el mantenedor de sistemas domésticos está más actualizado, ya que su segmento posee una necesidad de actualizarse continuamente para realizar sus tareas diarias en forma eficiente, tomando en cuenta que los refrigerantes de este sector están ya cercanos a los HFO y HC.

En lo que respecta a la actualidad de ASMAR, desde aproximadamente el 2005, su personal está asistiendo a los Cursos de Buenas Prácticas dictados por la Unidad de Ozono del Ministerio del Medio Ambiente, obteniendo muy buenos resultados, prueba de esto, es que su personal

participó del proceso de evaluación de competencias laborales realizado en Viña de Mar, alcanzando un excelente nivel que les permitió alcanzar la certificación.

#### Confianza en la calidad de refrigerante comercializado

Esta cadena funciona basada en la confianza del proveedor, pero se han detectado casos en que los gases son de marcas no confiables, y que el producto que se está comprando, no es el que viene envasado, provocando daños y pérdidas de sistemas.

Basado en la experiencia de técnicos que ayudaron a la recopilación de información, resultaría una buena estrategia que exista una certificación nacional visible al momento de la adquisición, que entregue una seguridad adicional, ya que, por la envergadura de los sistemas, es vital para evitar seguir acopiando gases en los astilleros.

La confianza en los productos adquiridos, ha mostrado ser de vital importancia para que las flotas de pesca de altamar funcionen en forma confiable en sus faenas, así como también la Armada pueda cumplir con sus tareas encomendadas y la cadena logística siempre sea efectiva.

# ANEXOS

## Anexo N°1 : Flota pesquera operativa. Año 2019

PESQUEROS POR PUERTO DE OPERACIÓN	PROPIETARIO	T.R.G.	AÑO CONST.	LUGAR CONSTRUCCIÓN		
<b>Arica</b>	Angamos 2	Corpesca S.A.	267	1986	Perú	
	Albímer	Cia. Pesquera Camanchaca	583	1990	Iquique	
<b>Iquique</b>	Angamos 1	Corpesca S.A.	267	1986	Perú	
	Angamos 3	Corpesca S.A.	316	1978	U.S.A.	
	Angamos 4	Corpesca S.A.	265	1988	Arica	
	Angamos 9	Corpesca S.A.	290	1991	Arica	
	Atacama IV	Cia. Pesquera Camanchaca	294	1989	Iquique	
	Atacama V	Cia. Pesquera Camanchaca	440	1993	Iquique	
	Audáz	Corpesca S.A.	512	1987	Iquique	
	Aventurero	Corpesca S.A.	512	1986	Iquique	
	Barracuda IV	Corpesca S.A.	500	1989	Iquique	
	Blanquillo	Corpesca S.A.	500	1989	Iquique	
	Claudia Alejandra	Cia. Pesquera Camanchaca	491	1988	Iquique	
	Collen	Cia. Pesquera Camanchaca	316	1971	Perú	
	Corpesca 1	Corpesca S.A.	333	1998	Arica	
	Corpesca 2	Corpesca S.A.	536	2010	Arica	
	Costa Grande 1	Cia. Pesquera Camanchaca	323	1990	Valdivia	
	Don Ernesto Ayala Mafil	Corpesca S.A.	324	1986	Perú	
	Don Gino	Corpesca S.A.	332	1996	Arica	
	Emilia	Compañía Pesquera Camanchaca S.A.	563	1991	Valdivia	
	Eperva 51	Corpesca S.A.	221	1971	Perú	
	Eperva 56	Corpesca S.A.	216	1971	Perú	
	Eperva 61	Corpesca S.A.	270	1989	Arica	
	Eperva 62	Corpesca S.A.	270	1989	Arica	
	Eperva 64	Corpesca S.A.	480	1993	Arica	
	Eperva 65	Corpesca S.A.	328	1995	Arica	
	Eperva 66	Corpesca S.A.	333	1997	Arica	
	Huracán	Corpesca S.A.	463	1990	Iquique	
	Icalma	Corpesca S.A.	227	1971	Perú	
	Intrépido	Corpesca S.A.	443	1985	Iquique	
	Licantén	Cia. Pesquera Camanchaca	381	1989	Talcahuano	
	Loa 1	Cia. Pesquera Camanchaca	241	1970	Perú	
	Loa 2	Cia. Pesquera Camanchaca	241	1970	Perú	
	Loa 7	Cia. Pesquera Camanchaca	236	1969	Perú	
	Marlín	Corpesca S.A.	333	1997	Arica	
	Mero	Corpesca S.A.	500	1989	Iquique	
	Parina I	Corpesca S.A.	324	1986	Perú	
	Pucara	Corpesca S.A.	241	1970	Perú	
	Relámpago	Corpesca S.A.	512	1988	Iquique	
	Salmón	Corpesca S.A.	500	1989	Iquique	
	Tornado	Corpesca S.A.	534	1995	Iquique	
	Trueno I	Corpesca S.A.	463	1990	Iquique	
	<b>Mejillones</b>	Alerce	Corpesca S.A.	303	1971	Perú
		Banduria	Corpesca S.A.	267	1969	Perú
		Camiña	Corpesca S.A.	236	1969	Perú
		Eperva 49	Corpesca S.A.	226	1972	Perú
		Halcón	Corpesca S.A.	241	1971	Perú
		San Jorge I	Corpesca S.A.	236	1969	Perú
	<b>Coquimbo</b>	Gringo	Antartic Seafood Ltda.	82	1963	Iquique
		Isla Orcas	Pesquera Sunrise S.A.	84	1964	Iquique
	<b>Quintero</b>	Don Stefan	Pesquera Quintero S.A.	86	1997	San antonio
		Elbe	Soc. Pesquera Quintero Ltda.	54	1996	San antonio
<b>San Antonio</b>	Rauten	Pesquera Quintero S.A.	79	2001	San Antonio	
	Cocha	PEsquera Isla Damas S.A.	84	1964	Iquique	
	Foche	Bracpesca S.A.	84	1964	Iquique	
	Isla Picton	Antartic Seafood Ltda.	80	1976	Brasil	
	Lonquimay	Pesquera Isla Damas S.A.	82	1964	Iquique	
	Nisshin Maru 3	Bracpesca S.A.	98	1967	U.S.A.	
	Polux	Guillermo Patricio Donoso Tabar	71	1964	Valdivia	
<b>Lirquén</b>	Altair I	Camanchaca Pesca Sur S.A.	95	1963	Perú	
	Antares	Camanchaca Pesca Sur S.A.	114	1964	Valdivia	
	N.S. de la Tirana	Camanchaca Pesca Sur S.A.	106	1964	Valdivia	
<b>San Vicente</b>	Berta	Marcelino Segundo Gonzalez Silva	99	1978	Perú	
	Biomar IV	Pesquera Bio Bio S.A.	1.037	1977	Alemania	
	Bonn	Congelados Pacifico S.A.	945	1978	Alemania	
	Cobra	Blumar S.A.	1.315	1996	Talcahuano	
	Coral I	Soc. Pesquera Landes S.A.	781	1993	Iquique	
	Don Alfonso	Blumar S.A.	1.920	1997	Valdivia	
	Don Borís	Soc. Pesquera Landes S.A.	1.174	1996	Iquique	
	Don Edmundo	Blumar S.A.	1.446	1996	Talcahuano	
	Don Enrique	Pesquera Pacifico Sur S.A.	255	1986	Valdivia	
	Don Tito	Soc. Pesquera Landes S.A.	800	1994	Iquique	
	Guanaye 2	Comercial Conservera San Lazaro	531	1992	Talcahuano	
	Leopardo	Comercial y Conservera San Lorenzo Ltda.	554	1986	Francia	
	Polaris II	Blumar Arrastre SPA	866	1980	Portugal	
	Rapa Nui	Blumar S.A.	1.189	1995	Talcahuano	
	Sumar I	Sociedad Pesquera Landes S.A.	567	1981	Valdivia	
	Terranova	Compañía Pesquera Mediterráneo Ltda.	748	1993	Talcahuano	
	Yelcho I	Blumar S.A.	1.196	1994	Iquique	

Continuación Anexo N°1

PESQUEROS POR PUERTO DE OPERACIÓN		PROPIETARIO	T.R.G.	AÑO CONST.	LUGAR CONSTRUCCIÓN
<b>Coronel</b>	Bucanero I	Camanchaca Pesca Sur S.A.	1.533	1997	Valdivia
	Cazador	Foodcorp S.A.	1.910	1996	Valdivia
	Corsario I	Camanchaca Pesca Sur S.A.	1.533	1996	Valdivia
	Don Julio	Orizon S.A.	1.397	1994	Talcahuano
	Don Manuel	Foodcorp S.A.	1.315	1996	Talcahuano
	Duqueco	Camanchaca Pesca Sur S.A.	770	1993	Valdivia
	Javier	Pesquera Centro Sur S.A.	800	1993	Talcahuano
	Lider	Orizon S.A.	1.098	1996	Noruega
	Lonco	Orizon S.A.	1.315	1996	Talcahuano
	María José	Camanchaca Pesca Sur S.A.	1.447	1996	Valparaíso
	Pehuenco	Camanchaca Pesca Sur S.A.	1.253	1994	Valdivia
	Pelicano	Pesquera Bio Bio S.A.	1.475	1994	Noruega
	Ruth	Foodcorp Chile S.A.	1.514	2001	Noruega
	San José	Orizon S.A.	2.005	1998	Valdivia
	Ventisquero	Orizon S.A.	1.447	1995	Talcahuano
	Vesterveg	Orizon S.A.	1.451	1997	Noruega
	<b>Lota</b>	Vichuquén II	Alimentos Marinos S.A., Alimar	1.694	1997
Querelema		Alimentos Marinos S.A., Alimar	1.059	1994	Iquique
<b>Puerto Montt</b>	Santa María II	Pesquera de los Andes Ltda. (99% de los dere	839	1996	Iquique
<b>Chacabuco</b>	Pelagos II	Costa Austral Spa	1.085	1973	Dinamarca
	Diego Ramirez	Deris S.A.	1.758	1974	España
	Erika	Pesquera El Golfo S.A.	1.666	1986	Noruega
	Friosur IX	Pesquera Sur Austral S.A	930	1982	Inglaterra
	Friosur VIII	Pesquera Sur Austral S.A	882	1982	Inglaterra
	Friosur X	Pesquera Gñimar S.A.	902	1980	Japón
	Puerto Ballena	Deris S.A.	753	1986	España
<b>Punta Arenas</b>	Puerto Toro	Deris S.A.	744	2004	Iquique
	Antartic Bay	Antartic Sea Fisheries S.A.	985	1987	China
	Antartic Endeavour	Deris S.A.	2.455	1987	Francia
	Betanzos	Sociedad Naviera Dap Mares Limitada	1.438	1974	España
	Cabo de Homos	Deris S.A.	2.140	1986	España
	Cisne Blanco	Pesca Cisne S.A.	537	1976	España
	Globalpesca I	Globalpesca S.A.	1.197	2002	Taiwan
	Globalpesca II	Globalpesca S.A.	1.197	2002	Taiwan
	Globalpesca III	Globalpesca S.A.	1.100	2001	Taiwan
	Unionsur	Empresa de Desarrollo Pesquera de Chile S.A	4.991	1987	Japón
<b>Puerto Williams</b>	Unzen	Empresa de Desarrollo Pesquero de Chile S.A	2.986	1982	Japón
	Puerto Williams	Deris S.A.	654	1972	Holanda
<b>TOTAL PESQUEROS OPERATIVOS : 117</b>					

Anexo nº2 : Remolcadores

PUERTO OPERACIÓN	NOMBRE DEL ARMADOR		T.R.G.
Arica	Calafquen	Remolcadores Ultratug Ltda.	316
	Tricahue I	S.A.A.M. S.A.	338
	Pullinque	Remolcadores Ultragas Ltda.	223
Iquique	Tocopillano	Remolcadores Ultratug Ltda.	180
	Pellaifa	Remolcadores Ultragas Ltda.	223
	Choshuenco	Remolcadores Ultragas Ltda.	239
Mejillones	Cormoran I	S.A.A.M. S.A.	272
	Fuy	Remolcadores Ultratug Ltda.	375
	Petrel	S.A.A.M. S.A.	303
Antofagasta	Angol	Cpt Empresas Marítimas S.A.	328
	Cunco	Cpt Empresas Marítimas S.A.	471
	Concon	Cpt Empresas Marítimas S.A.	277
	Tayco V	Banco de Crédito e Inversiones	218
	Tagua	S.A.A.M. S.A.	258
	Caspana	Cpt Empresas Marítimas S.A.	247
Coquimbo	Manutara II (*)	S.A.A.M. S.A.	217
Quintero	Arriero	S.A.A.M. S.A.	496
	Huairavo	S.A.A.M. S.A.	496
	Yunco	S.A.A.M. S.A.	496
	Ritoque	Cpt Empresas Marítimas S.A.	463
	Makohe	S.A.A.M. S.A.	472
	Pehuen	Cpt Empresas Marítimas S.A.	463
	Enco	Remolcadores Ultratug Ltda.	375
	Tunquen	Cpt Empresas Marítimas S.A.	463
	Horcón	Remolcadores Ultratug Ltda.	376
	Loncura	Remolcadores Ultratug Ltda.	376
	Fitzroy	Remolcadores Ultratug Ltda.	375
	Bandurria II	S.A.A.M. S.A.	267
	AgUILA III	S.A.A.M. S.A.	561
	Huala	S.A.A.M. S.A.	180
Valparaíso	Tordo	S.A.A.M. S.A.	268
	Mirío	S.A.A.M. S.A.	268
	Quemchi	Cpt Empresas Marítimas S.A.	321
	Taltal	Cpt Empresas Marítimas S.A.	471
	Chercán	S.A.A.M. S.A.	493
	Antuco	Cpt Empresas Marítimas S.A.	463
	Lebu	Cpt Empresas Marítimas S.A.	281
	Pelicano II	S.A.A.M. S.A.	463
	Ranco	Remolcadores Ultratug Ltda.	435
	Elqui	Cpt Empresas Marítimas S.A.	463
	Caleu	Cpt Empresas Marítimas S.A.	463
	Caranca	S.A.A.M. S.A.	417
	Skua I	S.A.A.M. S.A.	267
	Alcatraz	S.A.A.M. S.A.	375
San Antonio	Huilo Huilo	Remolcadores Ultragas Ltda.	223
	Lauca	Cpt Empresas Marítimas S.A.	247
	Tortel	Cpt Empresas Marítimas S.A.	281
	Riñihue	Remolcadores Ultratug Ltda.	316
	Neltume	Remolcadores Ultratug Ltda.	316
	Pequen	S.A.A.M. S.A.	316
Lirquén	Caburga	Remolcadores Ultratug Ltda.	316
Talcahuano	Volpe	Cpt Empresas Marítimas S.A.	471
	Chango	Cpt Empresas Marítimas S.A.	321
	Rupanco	Remolcadores Ultratug Ltda.	269
	Quetro	S.A.A.M. S.A.	316
	Mocho	Remolcadores Ultragas Ltda.	239
	Allipen	Cpt Empresas Marítimas S.A.	158
San Vicente	Cacique	Windmarine Spa	144
	Halcón II	Cía. Nav. y Pesq. San Ambrosio e Inv. S.A.	280
Valdivia	Don Martín	Transportes Fluviales Corral S.A.	90
Puerto Montt	Vitalia	Astilleros y Maestranza Skorpis S.A.	145
	Puyehue	Remolcadores Ultratug Ltda.	259
	Chucao	S.A.A.M. S.A.	417
	Fardela	S.A.A.M. S.A.	272
	Skyring	Remolcadores Ultragas Ltda.	375
	Cortez (*)	Inversiones ByC S.A.	79
Punta Arenas	Teniente Reyes	Banco Bice	74
	Panguipulli	Remolcadores Ultratug Ltda.	316
	Cucao	Remolcadores Ultratug Ltda.	428
	Beagle	Remolcadores Ultratug Ltda.	433
	Calafate	Remolcadores Ultratug Ltda.	428
	Chungara	Remolcadores Ultratug Ltda.	236
	Otway	Remolcadores Ultratug Ltda.	428
	Kirke	Windmarine Spa	262

Anexo Nº3 : MARINA MERCANTE

NAVE	CONSTRUCCION		T O N E L A J E S			TIPO DE NAVE
	AÑO	PAIS	T.R.G.	T.R.N.	T.D.W.	
Kavala	1974	Grecia	998	299	801	Barcaza
Yamana	1972	Chile	323	99	143	Barcaza
Nautilus	2001	Chile	86	26	92	Barcaza
Cordillera	2004	China	9.611	4.260	12.798	Carga General
Agni	1963	Chile	178	64	251	Carga General
Agustin	1972	Inglaterra	579	211	485	Carga General
Anna Martin	1971	Alemania	1.083	587	1.061	Carga General
Antonio	1967	Alemania	682	336	690	Carga General
Caleta Anahuac	1984	Dinamarca	993	553	1.616	Carga General
Caleta Angelmó	1981	Alemania	1.196	653	1.053	Carga General
Capitán Carlos Miller	1970	Dinamarca	1.083	587	1.181	Carga General
Carlos III	1965	Noruega	445	154	674	Carga General
Christopher	1964	Noruega	207	101	175	Carga General
Claudio III	1966	Holanda	372	114	347	Carga General
Constantino III	1963	Japón	289	109	134	Carga General
Constantino Kochifas Cárca	1985	Holanda	1.999	1.186	3.960	Carga General
Constanza	1966	Chile	188	87	125	Carga General
Don Anestis	1979	Chile	1.314	547	1.597	Carga General
Don Luis	1977	Islandia	612	213	699	Carga General
Doña Amelia	1967	Italia	767	500	515	Carga General
Doña Mimi	1990	Países Bajos	1.999	1.203	3.015	Carga General
Franz	1967	Noruega	285	92	171	Carga General
Isidora	1967	Chile	241	70	204	Carga General
Isla Maillen	1983	Dinamarca	997	537	1.604	Carga General
Michalis	2007	Chile	140	62	150	Carga General
Mimi	1974	Chile	198	86	244	Carga General
Mimi de Los Angeles	1964	Noruega	207	101	153	Carga General
Nazareno	1981	Dinamarca	902	441	1.125	Carga General
Puerto Natales	1996	Alemania	4.110	2.042	6.471	Carga General
Stephanos	1965	Argentina	305	91	170	Carga General
Valentina	1966	Chile	201	60	183	Carga General
Virginia	1967	Holanda	614	242	543	Carga General
Aegir	1975	Noruega	913	458	1.833	Carga General
Atacama I	1971	Perú	245	124	244	Carga General
Ballena	1985	Perú	224	88	254	Carga General
Bragi	2011	Chile	332	173	380	Carga General
Idun	1978	Dinamarca	991	374	1.231	Carga General
Isla Rocuant	1985	Perú	224	88	329	Carga General
Jörd	1973	EE.UU.	650	234	993	Carga General
Ull	1993	Holanda	1.937	982	3.150	Carga General
Vor	1970	Australia	1.357	637	1.760	Carga General
Melina III	1980	Grecia	678	203	798	Carga General
Pucatué	2002	Chile	457	176	557	Carga General
Quellonina	2006	Malasia	1.668	500	2.346	Carga General
Aquamarine	1975	Dinamarca	538	344	815	Carga General
Logimar I	1984	Holanda	997	547	1.546	Carga General
Logimar II	1993	Rusia	1.596	831	2.300	Carga General
Varua Vaikava	1976	Dinamarca	569	349	820	Carga General
Cahuel	2001	Chile	150	45	201	Carga General
Canal Messier	2017	Chile	334	112	407	Carga General
Cecilia	2007	Chile	376	136	43	Carga General
Coho	2001	Chile	163	49	140	Carga General
Don Ascanio	2011	Chile	517	155	741	Carga General
Don Sebastián	2018	Chile	909	286	1.059	Carga General
María Inés	2012	Chile	517	155	741	Carga General
Minke	2012	Chile	419	128	567	Carga General
Salar	2001	Chile	163	49	229	Carga General
Victoria	2007	Chile	376	136	463	Carga General
Amatista	1973	Noruega	863	590	945	Carga General
Conquistador	1980	EE.UU.	994	419	1.445	Carga General
Doña Mariana	1982	España	283	85	224	Carga General
Eidsvaag Atlantic	1971	Noruega	564	259	659	Carga General
Isla Chelín	2004	Chile	327	98	400	Carga General
Johnson	1976	EE.UU.	650	197	692	Carga General
Laitec	2000	Chile	178	53	176	Carga General
Marchigue	1971	Perú	214	100	330	Carga General
Sirius	2012	Chile	228	68	258	Carga General
Antartic Warrior	1980	Noruega	2.664	799	4.034	Carga General
Anan	2012	Malasia	493	148	400	Carga General
Don Andrés K	1986	Holanda	997	547	1.705	Carga General
Isla Caguache	1997	Noruega	1.191	772	1.363	Carga General
Mariana C	2009	Chile	253	97	310	Carga General
Fusión	1977	Alemania	2.305	1.034	3.300	Carga General

Continuación

NAVE	CONSTRUCCION	PAIS	TONELAJES			TIPO DE NAVE
			T.R.G.	T.R.N.	T.D.W.	
Berkay N	2002	Japón	2.493	1.449	3.205	Carga General
Guamblin	1964	Japón	2.407	1.221	2.430	Carga General
Rebelde	2002	Chile	141	42	105	Carga General
Samson	1982	Dinamarca	1.510	822	2.182	Carga General
Saint Jeremy	1970	España	1.178	771	2.071	Carga General
Lago Icalma	1986	Dinamarca	997	578	1.563	Carga General
Mar de Coral	2001	Chile	145	44	132	Carga General
Saint Brandan	1976	Inglatera	1.017	485	1.394	Carga General
Danstar	1976	Dinamarca	1.440	580	1.389	Carga General
Taniri	2007	Malasia	1.067	321	1.126	Carga General
Isla Butachauques	1971	Dinamarca	1.097	421	1.126	Carga General
Ahoni	1983	Chile	294	128	332	Carga General
Centinela	1984	Chile	333	122	332	Carga General
Plá Mabel	1998	Chile	210	92	216	Carga General
Alexis	1969	Inglatera	261	96	250	Carga General
Iorana Cargo	1977	Polonia	539	285	632	Carga General
Lasçar	1963	Chile	98	47	175	Carga General
Tami's	1980	Japón	478	174	399	Carga General
Sandrine	1989	Chile	226	68	570	Carga General
Salmon King	1956	Alemania	421	202	560	Carga General
Biomar V	1977	Alemania	1.037	343	551	Carga General
Taitao	1964	Chile	124	70	121	Carga General
Canal Kirke	2016	Chile	350	105	424	Carga General
Don José	2001	Chile	142	68	95	Carga General
Poseidón II	2003	Chile	145	44	227	Carga General
Poseidón III	2004	Chile	182	55	251	Carga General
Arlema I	2002	Chile	222	67	143	Carga General
Arlema II	2007	Chile	315	95	307	Carga General
Calbuco	1963	Francia	283	106	353	Carga General
Quellón	1959	Francia	283	106	353	Carga General
Newen Vule	1980	Japón	405	122	325	Carga General
Don Julián	2001	Chile	157	49	119	Carga General
Plá José	2002	Chile	158	47	192	Carga General
Doña Antonia	2004	Chile	141	42	153	Carga General
Doña Javiera	2004	Chile	141	42	153	Carga General
Don Yuyo	2001	Chile	188	56	297	Carga General
Austral	1998	Chile	121	65	158	Carga General
Gol Gol	1980	Chile	74	41	111	Carga General
Canadelo	1963	España	239	72	250	Carga General
Narval	2013	Chile	197	68	231	Carga General
Doña Elizabetta	2007	Chile	287	86	222	Carga General
Isla Añihue	2008	Peru	176	94	217	Carga General
Doña Griselda	2001	Chile	144	43	216	Carga General
Doña Sofía	2006	Chile	190	57	216	Carga General
Don Reinaldo II	2007	Chile	200	68	208	Carga General
Río Aysen	1998	Chile	140	79	199	Carga General
Capitán Luis Alcazar	1963	Francia	283	106	197	Carga General
Don Fernando	2001	Chile	160	48	192	Carga General
Christian II	2002	Chile	154	76	186	Carga General
Río Frio	2002	Chile	156	47	177	Carga General
Ventisqueros	1965	Chile	163	49	168	Carga General
Sergio Alberto	2000	Chile	91	37	159	Carga General
Don Matías	1969	Perú	172	63	156	Carga General
Luis Daniel	2002	Chile	95	43	146	Carga General
Doña María	2001	Chile	103	31	139	Carga General
Alfonso Eduardo	2000	Chile	90	37	115	Carga General
Tamara	1963	Chile	85	39	106	Carga General
Christian	2001	Chile	93	43	97	Carga General
Don Mateo	2000	Chile	84	49	96	Carga General
Anastasia	1964	Chile	84	37	90	Carga General
Valdivia I	1963	Chile	98	41	90	Carga General
Leslie II	2001	Chile	103	48	84	Carga General
Capitán Williams	1965	Alemania	134	51	70	Carga General
Mariela	2008	Chile	72	22	68	Carga General
Samoa	1964	Chile	106	47	66	Carga General
Trinidad I	1991	Serbia	6.719	2.016	5.387	Carga Rodada
Seno Otway	2016	Chile	547	186	666	Carga Rodada
Karpuj	2015	Chile	95	28	170	Científico
Explorador	1997	Italia	86	59	49	Embarcación Deportiva Costera
Arrecife	1987	Chile	82	44	45	Embarcación Deportiva Costera
Tiffara	1968	Inglatera	170	51	44	Embarcación Deportiva Costera
Beaulieu	1963	Chile	72	30	38	Embarcación Deportiva Costera
Caor 99	2000	Chile	154	104	38	Embarcación Deportiva Costera
Discovery	2000	Holanda	153	101	37	Embarcación Deportiva Costera
Manutea (*)	1982	Nueva Zelanda	145	43	29	Embarcación Deportiva de Alta Mar
Coquimbo	2007	Japón	9.961	5.740	17.013	Granelero
Corral	2004	Japón	9.978	5.489	16.302	Granelero
Ultra Tronador	2000	Japón	19.920	36.456	36.456	Granelero

Continuación

NAVE	CONSTRUCCION		T O N E L A J E S			TIPO DE NAVE
	AÑO	PAIS	T.R.G.	T.R.N.	T.D.W.	
Elena	2004	Japón	40.042	25.259	76.741	Granelero
Loreto	2004	Japón	40.040	25.040	76.737	Granelero
Spl Atacama	2012	Corea	23.587	11.589	34.400	Granelero
Spl Tarapacá	2011	Corea del Sur	23.440	11.526	35.000	Granelero
Almendro	2003	Japón	21.185	10.546	32.662	Granelero
Skua	2006	Argentina	144	43	20	Lancha de apoyo práctico
Toucan	1958	EE.UU.	101	32	23	Lancha de apoyo práctico
Choique	2009	Chile	121	36	37	Lancha de apoyo práctico
Kaitek	2010	Chile	120	36	31	Lancha de apoyo práctico
Stella Australis	2010	Chile	4.508	1.508	782	Pasajeros
Ventus Australis	2016	Chile	4.528	1.513	668	Pasajeros
Juana Rodríguez	2017	Argentina	185	55	43	Pasajeros
LM Roca	2007	Argentina	144	43	29	Pasajeros
Campo de Hielo Sur	1997	Chile	167	51	99	Pasajeros Cabotaje
Chaitén	1994	Chile	219	67	108	Pasajeros Cabotaje
Australis	1969	Chile	140	30	149	Pasajeros Cabotaje
Skorprios	1978	Chile	491	336	120	Pasajeros Cabotaje
Canutilita	1993	Chile	144	68	1.082	Pasajeros Cabotaje
Skorprios III	1991	Chile	1.597	549	260	Pasajeros Cabotaje
Skorprios II	1988	Chile	1.523	597	286	Pasajeros Cabotaje
Forrest	1967	Inglaterra	142	43	180	Pasajeros Cabotaje
Doña Price	2010	Chile	123	39	91	Pasajeros Cabotaje
Santa María Express	1998	Chile	185	56	82	Pasajeros Cabotaje
Atmosphere	2006	Chile	695	211	140	Pasajeros Cabotaje
Río Calle Calle	1972	Chile	75	45	120	Pasajeros Cabotaje
Don Walter	1928	Chile	81	50	79	Pasajeros Cabotaje
Lagos Andinos	1992	Chile	244	100	38	Pasajeros Cabotaje
Fiordos del Sur II (*)	2012	Argentina	141	42	28	Pasajeros Cabotaje
Lago Yelcho	1977	Chile	66	23	50	Pasajeros Cabotaje
Neptuno Valdivia	1969	Chile	173	81	35	Pasajeros Cabotaje
21 de Mayo III	1999	Chile	114	34	24	Pasajeros Cabotaje
Grey III	2006	Argentina	126	38	18	Pasajeros Cabotaje
Evangelistas	1978	Japón	9.951	2.985	2.710	Pasaje Transbordo Rodado
Pionero	2014	China	839	252	443	Pasaje Transbordo Rodado
Don Juan II	2015	Chile	670	201	518	Pasaje Transbordo Rodado
Jacaf	2002	Grecia	1.120	336	796	Pasaje Transbordo Rodado
Queulat	2014	China	1.766	530	599	Pasaje Transbordo Rodado
Leptepu (*)	1997	Korea	704	211	480	Pasaje Transbordo Rodado
Hua Hum	2002	Chile	302	91	208	Pasaje Transbordo Rodado
Andalúe	2015	Chile	399	120	265	Pasaje Transbordo Rodado
Chelenco	1995	Chile	162	49	226	Pasaje Transbordo Rodado
Cabo Victoria	2015	Corea	6.188	33.561	113.032	Petrolero
Don Gonzalo I	2005	Rumania	3.248	1.273	4.982	Petrolero
Don Pancho	2005	Rumania	3.248	1.273	4.997	Petrolero
Doña Ana	2006	Bulgaria	2.865	1.081	3.400	Petrolero
Pudu	2008	Corea	30.010	13.579	51.215	Petrolero
Punta Angamos	2005	China	24.048	11.086	38.472	Petrolero
Antofagasta	2013	Corea	29.983	13.397	49.600	Petrolero
Arica	2013	Corea	29.983	13.397	49.600	Petrolero
Yartou	2013	China	498	250	1.318	Petrolero
Doña Carmela	1980	Japón	1.434	808	2.580	Petrolero
Agunsa Capella	2007	Turquía	1.543	701	2.147	Petrolero
Tamina	1979	Noruega	996	405	1.536	Petrolero
Cóndor	1998	Alemania	6.406	3.244	8.675	Portacontenedor
Copihue	2000	Alemania	6.385	3.277	8.550	Portacontenedor
Antofagasta Express	2013	China	39.106	16.794	48.038	Portacontenedor
Mapocho	1999	Corea del Sur	16.986	7.538	21.184	Portacontenedor
San Antonio Express	2013	China	39.106	16.794	48.038	Portacontenedor
Thor	2002	Chile	513	154	660	Supply Vessel
Raper	1972	Holanda	757	227	770	Supply Vessel
Alpaca	2009	Japón	20.121	9.182	33.755	Tanque Quimiquero
Guanaco	2002	España	13.425	6.515	21.081	Tanque Quimiquero
Lama	1999	China	8.848	4.527	14.581	Tanque Quimiquero
Taruca	2004	Japón	11.728	6.349	19.983	Tanque Quimiquero
Brio	2012	Corea	29.708	14.103	49.990	Tanque Quimiquero
Pioneros	2012	Corea	29.708	14.103	49.990	Tanque Quimiquero
Julieta S	2001	Chile	615	184	639	Transbordador
Alonso de Ercilla	2001	Chile	397	119	375	Transbordador
Don Juan	1997	Chile	387	116	361	Transbordador
Gobernador Figueroa	1979	Chile	221	106	194	Transbordador
Klio	1984	Grecia	997	299	859	Transbordador
Bahía Azul	1988	Chile	384	115	300	Transbordador
Crux Australis	2077	Chile	690	207	420	Transbordador
Fueguino	2011	Chile	656	197	347	Transbordador
Melinka	1963	EE.UU.	472	244	488	Transbordador
Patagonia	2007	Chile	617	185	430	Transbordador
Pathagon	2011	Grecia	1.276	383	416	Transbordador
Yaghan	2011	Chile	777	233	400	Transbordador

Continuación

NAVE	CONSTRUCCION		T O N E L A J E S			TIPO DE NAVE
	AÑO	PAIS	T.R.G.	T.R.N.	T.D.W.	
Cruz del Sur II	2006	Chile	570	171	460	Transbordador
Cruz del Sur III	2019	Chile	762	229	516	Transbordador
Don Jaime	2012	Chile	652	196	569	Transbordador
Ruende	2000	Chile	620	186	402	Transbordador
Trehuaco	2002	Chile	605	182	452	Transbordador
Kataik	2019	China	1.424	427	586	Transbordador
Tanu	2919	China	1.424	427	600	Transbordador
Trauco	1974	Chile	126	75	120	Transbordador
Capitán M. Andrade	2017	China	1.640	492	401	Transbordador
Homopirén	2017	China	1.640	492	401	Transbordador
Comau	1982	Ucrania	958	287	1.103	Transbordador
Agios	2016	Grecia	1.548	464	696	Transbordador
Don Beto	2016	Chile	709	213	304	Transbordador
Camahueto	1989	Argentina	359	108	330	Transbordador
El Trauco	2017	Chile	1.572	472	668	Transbordador
Padre Antonio Ronchi	2005	Chile	222	67	400	Transbordador
Pilchero	1973	Chile	291	112	200	Transbordador
Cai-Cai	1978	Chile	185	84	218	Transbordador
Fiura	1990	Argentina	359	108	330	Transbordador
Llacolén	1980	Chile	167	74	236	Transbordador
Cullamo	2010	Chile	357	107	181	Transbordador
La Tehuelche	2009	Chile	867	260	293	Transbordador
Mailén	1988	Chile	315	94	400	Transbordador
Tehuelche	1988	Chile	187	56	162	Transbordador
Bertina	1997	Cuba	535	161	535	Transbordador
Isla Tenglo	1978	Chile	521	238	430	Transbordador
Caleman II	2011	Chile	287	86	255	Transbordador
Aunashaka	2018	Chile	661	198	207	Transbordador
Pincoya	1978	Chile	415	125	200	Transbordador
<b>TOTAL FLOTA</b>						<b>258</b>

(\*) Valor TDW referencial

<https://www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas/boletin-estadistico-maritimo/1-marina-mercante>

ARMADA DE CHILE  
COMANDANCIA EN JEFE  
ESTADO MAYOR GENERAL

**PÚBLICO**  
O.T.A.I.P.A. ORDINARIO N° 12900/ *97* C.S.E.

OBJ.: Da respuesta a requerimiento de información que se indica.

REF.: Solicitud de Acceso a Información Pública N° AD007T0003975, del 9 de enero de 2020.

SANTIAGO, **31 ENE. 2020**

DEL JEFE DE LA OFICINA DE TRANSPARENCIA DE LA ARMADA  
AL SR. CRISTIAN SOTO ESPINOZA

- 1.- Mediante solicitud de información citada en la referencia, ingresada en el Portal de Transparencia del Estado de Chile, correspondiente a la Ley N° 20.285, cuya copia se adjunta, Ud. requirió lo siguiente:

*"1. Cantidad de buques/barcos o afines con sistemas centralizados de refrigeración que tiene su flota.  
2. Tipo y cantidad (en kg) de refrigerante que utilizan estos sistemas operativos (carga de refrigerante por sistema).  
3. Cantidad de refrigerante utilizada por año (para 2015, 2016, 2017 y 2018) en mantenciones de equipos existentes.  
4. Cantidad de refrigerante utilizada por año (para 2015, 2016, 2017 y 2018) para carga de nuevos sistemas de refrigeración centralizada presentes en buques/barcos o afines.  
5. Proyecciones de incorporación de buques/barcos o afines con aire acondicionado en los próximos años.  
6. Indicar desde cuándo utilizan refrigerantes del tipo HFC en sistemas centralizados de refrigeración de su flota.  
7. Indicar si contemplan el reemplazo de estos refrigerantes por versiones con un potencial de calentamiento atmosférico menor."*

- 2.- En respuesta a lo anteriormente solicitado informo a Ud. lo siguiente:

**a.- Cantidad de buques/barcos o afines con sistemas centralizados de refrigeración que tiene su flota.**

Entendiendo que la pregunta dice relación con un sistema que permite la recarga de refrigerante, la Dirección de Seguridad y Operaciones Marítimas, a través del Servicio de Inspecciones de Naves controla un total de 27 naves, que corresponden a las naves de tráfico internacional, las que se certifican en virtud de lo dispuesto en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación desde los Buques (MARPOL) en cuyo Anexo VI dispone el control de las sustancias que debilitan la capa de ozono, entre ellos ciertos tipos de refrigerantes.

Las Unidades navales y marítimas que cuentan con equipos o sistemas de aire acondicionado o refrigeración corresponden a un total de 49.

**b.- Tipo y cantidad (en kg) de refrigerante que utilizan estos sistemas operativos (carga de refrigerante por sistema).**

FECHA: 31 ENE. 2020

- 1) En cuanto a las plantas de aire acondicionado: cada una emplea, en términos generales, uno de los gases que a continuación se menciona, en la cantidad señalada:
  - Gas R-22: 132 kgs.
  - Gas R-404 A: 164 kgs.
  - Gas R-134 A: 164 kgs.
- 2) Respecto de las plantas refrigeradoras, cada una emplea, en términos generales, uno de los gases que a continuación se menciona, en la cantidad señalada:
  - Gas R-22: 39 kgs.
  - Gas R-404 A: 39 kgs.
  - Gas R-134 A: 39 kgs.

**c.- RESPUESTA NUMERAL 3 y 4**

**Cantidad de refrigerante utilizada por año (para 2015, 2016, 2017 y 2018) en mantenciones de equipos existentes.**

**Cantidad de refrigerante utilizada por año (para 2015, 2016, 2017 y 2018) para carga de nuevos sistemas de refrigeración centralizada presentes en buques/barcos o afines.**

	2015	2016	2017	2018
TETRAFLUROETHANE TECHNICAL R-134	55	155	110	18
REFRIGERANT GAS MIXTURE R-404	33	19	20	1
MONOCHLORODIFLUOROMETHANE TECHNICAL R-22	85	2	35	22

Con relación a las preguntas 2.-, 3.- y 4.-, se hace presente que el Convenio MARPOL hace referencia al control de tipo de refrigerantes y no sus cantidades, lo que dependerá de las capacidades instaladas en cada nave.

**d.- Proyecciones de incorporación de buques/barcos o afines con aire acondicionado en los próximos años.**

Respecto a las proyecciones de incorporación de buques o unidades afines con aire acondicionado en los próximos años, atendida la naturaleza de la información solicitada, y a lo dispuesto en el artículo 21 número 5 de la ley 20.285, en relación con lo dispuesto en el artículo 436 del Código de Justicia Militar, no es posible entregar dicha información.

La incorporación de naves a la flota mercante nacional obedece a decisiones propias de los armadores, no controlados por la Institución.

**e.- Indicar desde cuándo utilizan refrigerantes del tipo HFC en sistemas centralizados de refrigeración de su flota.**

No se cuenta con registro que permita informar con exactitud data del uso de gas R-22, del tipo HFC. Sin embargo, se puede indicar que se han ido modernizando equipos en las unidades con el objeto de migrar a gases que no dañen la capa de ozono. El reemplazo de refrigerantes por versiones con un potencial de calentamiento

FECHA:

31 ENE. 2020

atmosférico se efectúa a medida que se ejecuta la modernización de los distintos equipos y se realiza el mantenimiento correctivo tipo Overhaul, reemplazando de forma progresiva el refrigerante R-22.

Los refrigerantes HFC (hidrofluorocarbonos), que no contienen cloro en su composición y que por lo mismo son inocuos con la capa de ozono, se presentan como una alternativa para su uso como sustitutos de los HCFC, para los buques construidos a contar del 01 de enero de 2020, según disposiciones de la OMI (Organización Marítima Internacional), dependiente de la ONU. A la fecha no existen naves con HFC, por ser de fechas de construcción anteriores a 2020.

- f.- **Indicar si contemplan el reemplazo de estos refrigerantes por versiones con un potencial de calentamiento atmosférico menor."**

De acuerdo a lo dispuesto por MARPOL, los buques construidos a contar del 01 de enero de 2020, no utilizarán refrigerantes que dañen la capa de ozono (MARPOL, Anexo VI, Regla 12, 3.2.1).

Saluda a Ud.

Por Orden del Sr. C.J.A.  
(C.J.A. Res. Ex. N° 190, del 20 de junio de 2017)

  
ALBERTO MEYER PEIRANO  
CAPITÁN DE NAVÍO  
JEFE OFICINA DE TRANSPARENCIA  
ARMADA DE CHILE

**DISTRIBUCIÓN:**

- 1 - SR. C. SOTO E. ✓  
2 - ARCHIVO.

## Anexo N°5: Containers refrigerados Movilizados en Puertos nacionales

### 3.1.5.- Tonelaje movilizado en exportación carga frigorizada por mes según puerto. Año 2016

PUERTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Arica	43	197	390	347	241	160	187	243	426	473	420	192	3.318
Iquique	-	26	74	78	52	78	104	52	-	122	-	226	813
Puerto Angamos	-	-	200	201	50	125	75	501	50	-	102	-	1.304
Antofagasta	22	-	-	75	77	103	52	-	93	131	156	102	811
Caldera	22.586	14.835	82	-	-	-	-	-	-	-	-	9.551	47.055
Huasco	11.660	4.440	151	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.250
Coquimbo	6.867	6.086	21	2.835	995	-	-	-	-	-	-	5.533	22.337
Valparaíso	123.421	163.296	238.242	225.804	191.469	131.490	125.390	105.704	121.362	85.137	60.013	106.796	1.678.124
San Antonio	69.181	85.515	159.842	231.238	213.673	151.272	130.307	68.101	48.220	34.875	43.060	31.263	1.266.548
Lirquén	36.798	23.452	22.103	18.236	18.832	19.442	18.678	16.573	12.559	14.739	21.829	22.778	246.019
Talcahuano	-	-	-	3.149	1.965	2.546	-	-	-	-	-	-	7.659
San Vicente	27.415	28.373	35.110	30.326	32.289	31.021	28.835	22.452	18.030	21.555	23.850	28.529	327.786
Coronel	19.912	17.675	22.859	24.804	22.346	23.975	20.192	14.864	14.791	10.242	9.043	11.622	212.326
Punta Arenas	152	-	-	0	-	-	33	-	-	-	-	-	186
<b>TOTAL</b>	<b>318.057</b>	<b>343.895</b>	<b>479.074</b>	<b>537.094</b>	<b>481.989</b>	<b>360.213</b>	<b>323.855</b>	<b>228.491</b>	<b>215.530</b>	<b>167.273</b>	<b>158.474</b>	<b>216.593</b>	<b>3.830.537</b>

### 3.1.5.- Tonelaje movilizado en exportación carga frigorizada por mes según puerto. Año 2017

PUERTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Arica	197	96	224	347	562	519	293	106	297	345	317	241	3.541
Iquique	122	-	15	-	-	24	49	48	23	-	88	-	371
Puerto Angamos	-	-	-	50	25	645	25	-	26	26	379	72	1.248
Antofagasta	-	-	-	77	52	103	52	-	51	26	-	-	361
Caldera	23.109	444	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.098	33.651
Coquimbo	33.497	8.476	1.236	-	-	-	-	-	-	-	-	554	43.763
Valparaíso	178.110	211.177	303.003	263.409	235.346	183.434	176.629	180.998	120.733	94.127	70.061	110.434	2.127.461
San Antonio	50.420	71.893	139.445	143.028	129.115	81.284	68.197	71.831	47.341	36.558	31.086	30.489	900.686
Lirquén	36.468	25.838	21.141	18.411	25.782	21.757	24.096	25.483	17.960	27.351	26.752	18.312	289.352
San Vicente	29.144	27.141	30.342	22.365	31.968	37.561	28.142	39.768	25.814	18.005	21.551	27.022	338.822
Coronel	19.354	19.496	28.020	26.612	28.324	26.395	21.226	19.078	11.054	10.777	9.134	8.157	227.627
Puerto Montt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Punta Arenas	3	-	-	37	-	-	-	-	-	-	-	-	39
<b>TOTAL</b>	<b>370.424</b>	<b>364.561</b>	<b>523.425</b>	<b>474.335</b>	<b>451.173</b>	<b>351.722</b>	<b>318.709</b>	<b>337.312</b>	<b>223.299</b>	<b>187.215</b>	<b>159.368</b>	<b>205.378</b>	<b>3.966.922</b>

### 3.1.5.- Tonelaje movilizado en exportación carga frigorizada por mes según puerto. Año 2018

PUERTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
Arica	120	416	356	308	468	46	439	183	108	458	451	310	3.663
Iquique	-	-	-	-	25	-	-	88	-	-	-	-	113
Mejillones	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Puerto Angamos	-	-	-	-	26	134	94	45	22	81	22	21	445
Antofagasta	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	50
Caldera	23.254	12.082	141	-	-	-	-	-	-	-	-	4.238	39.714
Coquimbo	28.102	15.100	4.389	25	-	-	-	-	-	-	-	-	47.616
Valparaíso	220.358	237.271	327.648	339.256	273.512	143.924	77.594	69.976	40.919	52.148	31.824	10.362	1.824.793
San Antonio	69.786	53.107	89.374	153.265	125.739	153.268	213.098	207.099	155.418	136.840	63.792	129.626	1.550.412
Lirquén	35.634	32.703	32.153	22.647	24.166	17.573	16.255	17.414	13.967	21.933	28.768	27.634	290.848
San Vicente	48.326	37.463	43.848	42.872	44.554	37.633	36.576	33.036	26.785	23.831	21.677	24.271	420.872
Coronel	17.054	15.659	21.657	33.210	35.183	36.204	37.563	28.317	15.680	24.479	21.154	19.020	305.179
Puerto Montt	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>TOTAL</b>	<b>442.634</b>	<b>403.802</b>	<b>519.566</b>	<b>591.583</b>	<b>503.674</b>	<b>388.834</b>	<b>381.619</b>	<b>356.158</b>	<b>252.898</b>	<b>259.770</b>	<b>167.688</b>	<b>215.482</b>	<b>4.483.708</b>

### 3.2.5.- Tonelaje movilizado en importación carga frigorizada por mes según puerto. Año 2016

PUERTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Arica	528	646	606	721	676	521	755	637	507	652	773	1.066	8.088
Iquique	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	9
Puerto Angamos	119	49	60	140	19	-	95	-	-	-	-	-	482
Mejillones	-	-	-	219	-	-	-	-	-	-	-	-	219
Antofagasta	360	432	363	215	598	144	416	68	168	385	386	462	3.995
Valparaíso	11.431	14.336	16.934	16.281	15.304	16.839	17.137	21.053	22.320	14.708	15.617	18.575	200.535
San Antonio	39.205	38.740	46.622	46.741	44.034	45.799	44.695	53.884	36.136	49.928	55.713	50.856	552.354
Lirquén	220	80	82	149	280	164	139	272	3.342	120	125	288	5.262
Talcahuano	28	5	-	-	-	17	-	5	-	25	-	34	113
San Vicente	2.135	2.115	2.125	2.368	2.069	2.075	2.457	2.113	8.645	2.683	3.393	2.248	34.425
Coronel	244	137	149	277	279	158	17	69	376	146	46	26	1.920
Punta Arenas	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Otros Puertos	-	1	-	-	1	-	1	-	0	-	1	6	10
<b>TOTAL</b>	<b>54.269</b>	<b>56.541</b>	<b>66.940</b>	<b>67.118</b>	<b>63.259</b>	<b>65.717</b>	<b>65.721</b>	<b>78.102</b>	<b>71.495</b>	<b>68.645</b>	<b>76.055</b>	<b>73.559</b>	<b>807.421</b>

### 3.2.5.- Tonelaje movilizado en importación carga frigorizada por mes según puerto. Año 2017

PUERTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Arica	853	848	1.012	849	804	834	606	648	482	775	438	501	8.651
Iquique	-	-	-	-	-	-	68	-	15	95	-	-	178
Puerto Angamos	-	-	-	7	96	-	168	-	-	144	13	28	457
Antofagasta	319	482	582	434	360	457	192	557	387	288	360	384	4.801
Isla de Pascua	1	0	3	1	1	1	0	-	2	2	2	2	15
Coquimbo	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
Valparaíso	19.305	18.471	20.253	19.709	22.495	20.891	25.305	22.871	23.001	19.366	17.900	20.829	250.395
San Antonio	46.522	48.715	56.286	49.165	55.488	53.535	55.152	65.378	54.900	52.973	56.604	56.756	651.474
Lirquén	39	54	253	100	141	62	147	80	29	422	173	141	1.643
Talcahuano	29	14	5	13	-	-	-	48	28	156	-	405	697
San Vicente	3.160	2.265	2.607	2.447	2.789	2.551	2.156	2.763	1.639	2.458	1.064	1.755	27.655
Coronel	728	348	328	541	220	362	1.301	321	168	365	170	433	5.285
<b>TOTAL</b>	<b>70.956</b>	<b>71.198</b>	<b>81.342</b>	<b>73.266</b>	<b>82.395</b>	<b>78.693</b>	<b>85.097</b>	<b>92.667</b>	<b>80.650</b>	<b>77.044</b>	<b>76.724</b>	<b>81.233</b>	<b>951.264</b>

### 3.2.5.- Tonelaje movilizado en importación carga frigorizada por mes según puerto. Año 2018

PUERTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Arica	322	339	466	610	694	536	613	587	378	607	483	452	6.087
Iquique	18	-	-	-	-	-	117	19	-	-	-	-	153
Puerto Angamos	5	-	184	-	-	-	139	8	-	-	23	45	406
Antofagasta	438	325	253	446	534	330	342	422	273	490	440	460	4.753
Isla de Pascua	1	1	2	2	2	1	-	1	-	1	1	1	12
Valparaíso	23.146	23.838	24.315	19.585	20.084	16.850	17.797	24.878	21.955	18.724	6.772	15.653	233.597
San Antonio	51.162	44.217	54.794	52.873	63.480	69.719	61.146	78.753	60.768	77.582	72.035	64.837	751.365
Lirquén	100	50	851	150	226	421	329	461	169	84	126	25	2.992
Talcahuano	5	52	12	62	-	34	14	60	134	-	9	60	444
San Vicente	2.132	1.902	2.123	1.979	2.513	1.747	1.348	1.939	2.156	1.806	2.052	1.978	23.673
Coronel	207	85	146	274	521	88	542	797	301	29	316	76	3.383
Punta Arenas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	21	-	26
<b>TOTAL</b>	<b>77.536</b>	<b>70.808</b>	<b>83.146</b>	<b>75.980</b>	<b>88.053</b>	<b>89.727</b>	<b>82.388</b>	<b>107.926</b>	<b>86.134</b>	<b>99.328</b>	<b>82.279</b>	<b>83.587</b>	<b>1.026.890</b>