



# Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Escuela de Ingeniería Naval

## **ANTEPROYECTO PARA LA INSTALACIÓN DE UN ASTILLERO DE CONSTRUCCIÓN MENOR SEGÚN CIRCULAR DGTM Y MM ORDINARIO N°072/013**

Tesis para optar al Título  
de Ingeniero Naval  
en las menciones de  
Arquitectura Naval  
Transporte Marítimo.

Profesor Patrocinante  
Sr. Gonzalo Tampier Brockhaus  
Ingeniero Naval  
Doctor en Ingeniería Naval

**PABLO ADOLFO VELASQUEZ SANTANA**

**2014**

Esta Tesis ha sido sometida para su aprobación a la Comisión de Tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La Tesis aprobada, junto con la nota de examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de Ingeniero Naval, mención Transporte Marítimo.

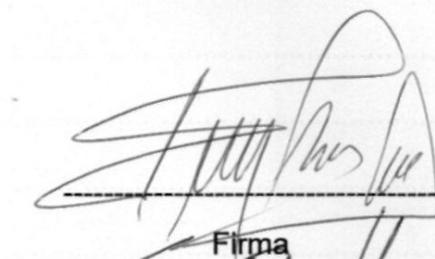
### EXAMEN DE TITULO:

Nota de Presentación (Ponderada) (1)	: 4,502
Nota de Examen (Ponderada) (2)	: 1,4
Nota Final de Titulación (1 + 2)	: 5,90

### COMISION EXAMINADORA:

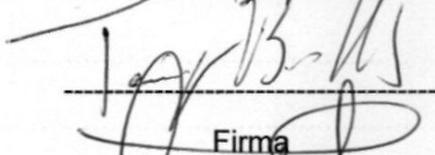
Dr. FREDY RIOS M.

Decano

  
Firma

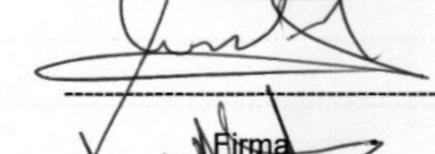
Dr. Gonzalo Tampier

Patrocinante

  
Firma

Prof. Miguel Valdeavellano

Informante

  
Firma

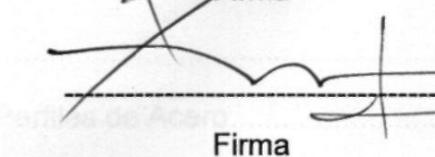
Dr. Richard Luco

Informante

  
Firma

Prof. Miquelina Vega

Secretario Académico

  
Firma

Valdivia, ..... 29-8-14 .....

Nota de Presentación =  $NC/NA * 0,6 + \text{Nota de Tesis} * 0,2$

Nota Final =  $\text{Nota de Presentación} + \text{Nota Examen} * 0,2$

NC = Sumatoria Notas de Currículo, sin Tesis

NA = Número de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida Práctica Profesional.

## INDICE

1	INTRODUCCION.....	4
2	RESUMEN.....	5
3	DESCRIPCION GENERAL ASTILLEROS.....	7
3.1	Historia.....	7
3.2	Definiciones.....	8
3.3	Clasificación de los Astilleros.....	9
3.4	Industria en Chile.....	11
3.5	Requerimientos Técnicos según DGTM y MM.....	15
4	DEFINICION DE LAS CARACTERISTICAS DEL ASTILLERO.....	17
4.1	Definición de la Capacidad del Astillero.....	17
4.2	Definición del Espacio Físico.....	18
4.3	Ubicación Geográfica.....	19
4.4	Infraestructura y Servicios Básicos.....	22
4.4.1	Galpón de Trabajo.....	23
4.4.2	Servicios Básicos.....	26
4.4.3	Guardarropías y Comedores.....	28
4.4.4	Red de Agua Potable.....	30
4.4.5	Red Eléctrica.....	32
4.4.6	Sistema Alcantarillado.....	33
4.4.7	Bodegas/Paños.....	34
4.5	Tratamiento Materiales de Construcción.....	42
4.5.1	Tratamiento Superficial Planchas y Perfiles de Acero.....	42
4.6	Lineamiento Logístico del Proceso Productivo.....	44
4.6.1	Proceso Productivo.....	47
4.6.2	Distribución en Planta o Lay-out.....	48
4.6.3	Lay-out Astillero.....	49
5	ANTECEDENTES TECNICOS PARA LA HABILITACION DE EL ASTILLERO SEGUN O-72/013 DGTM y MM.....	53
5.1	Concesión Marítima.....	53
5.1.1	Proceso para la Obtención de la Concesión Marítima.....	55

5.2	Estudio de la resistencia del Suelo .....	58
5.3	Sistema de Varada y Desvarada.....	59
5.3.1	Diseño de la Línea de Varada y Desvarada. ....	63
5.3.2	Diseño y Cálculo del Carro de Varada.....	64
5.3.3	Diseño y Cálculo de la Línea de Varada.....	81
5.3.4	Cálculo del Winche y cada una de sus Partes.....	85
5.4	Picaderos Centrales.....	91
5.4.1	Cálculo de carga de los picaderos centrales .....	95
5.4.2	Diseño de los picaderos .....	98
5.5	Sistema de Extinción de Incendios.....	103
5.5.1	Diseño Red Húmeda .....	103
5.5.2	Diseño sistema de extinción de incendios en base a Polvo Químico Seco (PQS) y Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ).....	107
5.5.3	Plano Disposición Sistema de Lucha Contra Incendios.....	112
5.6	Disposición General de todas las Instalaciones del Astillero.....	112
5.6.1	Plano Disposición General Instalaciones.....	112
5.7	Condiciones Ambientales.....	113
5.7.1	Evaluación de Impacto Ambiental.....	114
5.7.2	Declaración de Impacto Ambiental .....	115
5.7.3	Plan de Contingencia para Control de Derrame de Hidrocarburos..	116
6	CONCLUSIONES .....	121
7	BIBLIOGRAFIA.....	122
8	ANEXOS.....	124
8.1	ANEXO N°1, Plano Distribución General Instalaciones del Astillero .....	124
8.2	ANEXO N°2, Plano de Seguridad del Astillero.....	124
8.3	ANEXO N°3, Plano Arreglo General Carro de Varada .....	124
8.4	ANEXO N°4, Declaración de Impacto ambiental Astillero .....	124
8.5	ANEXO N°5, Plan de Contingencia ante el derrame de Hidrocarburos	124

# 1 INTRODUCCION

La industria de la construcción naval ha crecido enormemente en los últimos años, debido principalmente al cultivo del salmón en el sur de Chile, principalmente en las regiones X y XI transformando a la ciudad de Puerto Montt en el centro estratégico de sus operaciones.

La fracturada geografía de esta zona, impide que el abastecimiento de los centros de cultivos; que en la gran mayoría se encuentran lejos de la ciudad; pueda efectuarse por vía terrestre lo que demanda que todo el transporte de cargas hacia y desde los centros de cultivo se realicen por vía marítima, esto ha posicionado a la región en la industria naval como la que posee la mayor cantidad de astilleros del país.

La industria salmonera requiere de un variado tipo de buques para su operación, encontrándose, buques de carga general, wellboat, barcazas multipropósito, lanchas de transporte de pasajeros, artefactos naves, etc., que en su gran mayoría son naves menores (tienen menos de 50 Toneladas de Registro Grueso).

Las naves menores son más requeridas por sobre las naves mayores debido a varios factores:

- Los costos de construcción, equipamiento y tarifas de matrículas y certificados son menores.
- Las tripulaciones exigidas son de menor rango técnico, por lo cual menos costosas.
- La mayoría de los armadores son empresas que prestan servicios a las salmoneras, y no poseen capacidad económica para emprender proyectos de costos elevados.
- La capacidad de maniobra en espacios reducidos la hacen ideales para el trabajo en centros de cultivos.
- Dada la fracturada geografía del sur de Chile, la navegación se limita solamente a costera.
- Existen pocas normas que regulen la mantención y carena de estas naves, por lo cual se tiene mayor flexibilidad de tiempo entre una carena y otra, lo que conlleva a un menor costo de mantención para los armadores.

Es por ello que el siguiente trabajo de tesis está orientado al estudio y diseño de un astillero de construcción y reparación, orientado a satisfacer las necesidades de la industria salmonera y de los armadores de naves menores que prestan servicios a esta.

## **2 RESUMEN**

El presente trabajo de tesis está orientado al estudio, diseño y cálculo de un astillero menor, que posea una capacidad de operación menor de 200 toneladas de desplazamiento liviano, según los requerimientos de la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante en su Decreto Supremo (M) N° 146 y a la Circular Ordinario N° 0-72/013,

EL trabajo pretende entregar un lineamiento general de los pasos y la normativa que se debe cumplir para la obtención de los permisos municipales y la certificación como astillero por parte de la Autoridad Marítima Local, en este caso la Capitanía de Puerto de Puerto Montt.

También se enfoca en la manera más eficiente de distribuir las edificaciones y elementos que componen el astillero, de manera de seguir un lineamiento productivo fluido y eficiente, para aprovechar de la mejor manera posible los elementos geográficos propios del terreno y del equipamiento necesario a instalar.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is the study, design and calculation of a small shipyard, that has an operation capacity of less than 200 tons lightweight, as required by the General Department of Maritime Territory and Merchant Marine in his Supreme Decree (M) No. 146 and Circular No. 0-72/013.

The work seeks to give a general outline of the steps and rules that must be met to obtain municipal permits and certification as a shipyard by the local maritime authority, in this case maritime authority of Puerto Montt.

It also focuses on the most efficient way to distribute buildings and elements of the shipyard, so as to follow a smooth and efficient production guideline, to make the best possible of the geographic features of the land and the equipment needed to be installed.

### 3 DESCRIPCION GENERAL ASTILLEROS

#### 3.1 Historia

Las primeras evidencias arqueológicas del uso de barcos se remontan a 50.000 o 60.000 años atrás en Nueva Guinea. Los primeros a los que se le conocen técnicas de construcción fueron los Egipcios, que construían barcos de madera desde el 3000 A.C.

La palabra astillero proviene del latín “astellarios” derivada de astilla, la cual significaba montón o almacén de maderas<sup>1</sup>

En la actualidad existen un gran número de astilleros dedicados a la construcción de diferentes tipos de naves y artefactos naves, en varios tipos de materiales y formas según el perfil de misión a la cual sean destinadas; ya sean petroleros de enormes dimensiones, buques para cargas especiales, plataformas petrolíferas, yates de lujo, buques de guerra, etc.

Todo esta amplia gama de naves y artefactos navales requeridos por el mercado a diversificado de la misma manera a los astilleros; es por ello que podemos encontrar que se diferencian según los materiales de construcción, los tipos de naves o artefactos navales que construyen, y el tamaño de estos.

---

<sup>1</sup> García/Cervigón, Alberto.: Análisis lingüístico de la unidad léxica Astillejos en el habla andaluza, 2003

## 3.2 Definiciones

Según circular DGTM y MM. Ordinario N° 0-72/013<sup>2</sup>

Astillero: Sitio o lugar con instalaciones apropiadas y características, donde se construyen o reparan naves o embarcaciones y artefactos navales.

Varadero: Sitio o lugar, con construcciones o sin ellas, donde se varan las embarcaciones para ser reparadas o carenadas.

Nave: Es toda construcción principal destinada a navegar, cualquiera que sea su clase y dimensión.

Artefacto Naval: Es todo aquel que, no estando construido para navegar, cumple en el agua funciones de complemento o de apoyo a las actividades marítimas, fluviales o lacustres o de extracción de recursos, tales como diques, grúas, gabarras, gánguiles, chatas, pontones, plataformas fijas o flotantes, balsas u otros similares.

DGTM y MM: Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante.

---

<sup>2</sup> Ordinario N°072/013, Autor: Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante, 2004

### 3.3 Clasificación de los Astilleros

La clasificación de un astillero se puede realizar desde distintos puntos de vista, entre estos podemos considerar:

a) Según el tipo de actividad:

- Astillero de construcción
- Astillero de reparación
- Astillero mixto, que realiza tanto trabajos de construcción de embarcaciones como de reparación de estas.

Estos últimos son los más numerosos en Chile y podríamos decir que la totalidad se enmarcarían en esta categoría. La gran ventaja radica en el mejor aprovechamiento del personal y de las instalaciones, otra razón es la económica, ya que, como se sabe la industria de la construcción naval no es muy estable, en cambio la de reparación si y además normalmente es un negocio más rentable y puede mantener en funcionamiento un astillero cuando los proyectos de construcción, por diversas razones bajan.

b) Según el material de construcción del casco

- Acero
- Aluminio
- Plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
- Madera
- Ferro cemento
- Hormigón armado
- HDPE (High Density Polyethylene).

c) Según el tipo de nave o artefacto naval.

Algunos astilleros han implementado sus instalaciones para construir o reparar cierto tipo de construcciones, y se especializan en ellas, por ejemplo.

- Buques de guerra, de superficie y submarinos
- Buques de pasajeros
- Buques de transporte de gas(LPG, LNG)
- Ferries y Barcazas

- Pontones y artefactos navales.
- Lanchas rápidas.

d) Según tamaño de los buques

Esta es una de las principales, ya que, de ello depende la infraestructura necesaria que se debe poseer tanto para la construcción, como la reparación, entre algunas de las instalaciones que dependen directamente del tamaño de las embarcaciones o artefactos navales se encuentran:

- Capacidad y tamaño de los diques
- Dimensiones de las grada, carros de varada, syncrolift u otro sistema de varada y desvarada.
- Capacidad de los sistema de movimiento de materiales
- Tamaño y equipamiento de los talleres y patios de almacenamiento de equipos y materiales
- Tipo y cantidad de equipamiento y maquinaria necesaria para procesar el material.

Si bien un astillero con infraestructura para naves de gran tamaño puede atender también embarcaciones menores, no condice la inversión del equipamiento, la energía necesaria y en definitiva no es económicamente rentable.

e) Según Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante

La Autoridad Marítima certifica a los astilleros según su el tamaño de las naves y artefactos navales a construir en toneladas de desplazamiento liviano, en base a esto los divide en:

- Astilleros con capacidad máxima de operación inferior a 200 toneladas de desplazamiento liviano. Estos son certificados por las Capitanías de Puerto.
- Astilleros con capacidad de operación superior a 200 toneladas de desplazamiento liviano, los cuales la certificación es otorgada por la Dirección General

### 3.4 Industria en Chile

Chile tiene 4300 Kilómetros de costa, esto contribuye a un enorme potencial marítimo.

En el siguiente cuadro se muestra la nómina de los astilleros menores que se encuentran en funcionamiento hasta el año 2011, y que cuentan con licencia de astillero para construir y reparar embarcaciones y artefactos navales

CUADRO N°1

Nómina de Astilleros Menores. Fuente, DIRECTEMAR<sup>3</sup>

Puerto y Localidad	Nombre Astillero	Actividad	Característica Varadero		Construc. Mayor
			Tipo	Cáp. Levante	
<b>Arica</b>	Comercial e Industrial Rojas Ltda.	Construcción y Reparación	Grúa	30Ton	18 mts
<b>Mejillones</b>	Varadero Corpesca S.A (Eperva)	Reparación	Carro Cuña c/winche	20 Ton	12 mts
	Varadero Artesanal	Reparación	Carro Cuña c/winche	30 Ton	12 mts
<b>Tocopilla</b>	Serv. Int. De Transito y Transf. Ltda	Reparación	Carro Cuña c/winche	60 Ton	21 mts
<b>Caldera</b>	Varadero Artesanal de Caldera	Reparación	Grada con Rieles	35 Ton	18 mts
<b>Valparaiso</b>	Planta Industrial Asmar	Construcción y Reparación	Picadero	14 Ton	20 mts
<b>San Antonio</b>	Maesan	Construcción y Reparación	Picadero y Grada	70 Ton	29 mts
	Eduardo Villarroel	Construcción y Reparación	Picadero	70 Ton	29 mts
<b>Constitución</b>	Astilleros y Maestranzas Vulcano	Construcción y Reparación	Carro Cuña c/winche	30 Ton	18 mts
	Astilleros Gabriel Muñoz	Construcción y Reparación	Carro Cuña c/winche	50 Ton	19 mts

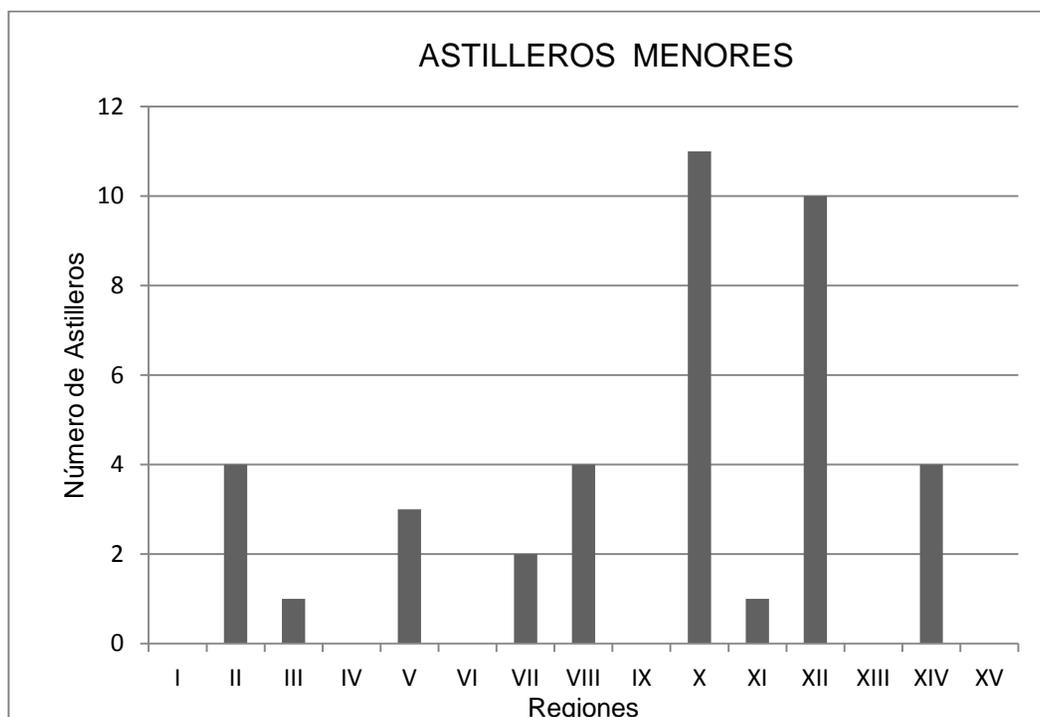
<sup>3</sup> Boletín Estadístico Marítimo. <http://www.directemar.cl> (última visita 03-12-2013)

<b>San Vicente</b>	Maestranza Hidrocamps	Hidráulico			s/límite
	Maestranza Simm	Construcción y Reparación	Picadero	20 Ton	20 mts
	Astilleros Pedro Muñoz	Construcción y Reparación	Picadero	20 Ton	22 mts
<b>Coronel</b>	Astilleros Faúndez y Cía.	Construcción	Grada con Rieles	30 Ton	18 mts
<b>Valdivia</b>	Alwoplast Ltda	Const. Y Repar. Yates	Grada con Rieles	150 Ton	40 mts
	Astilleros Haverbeck	Construcción y Reparación	Grada con Rieles	150 Ton	26 mts
	Astilleros Etchepare Ltda	Construcción	Grada con Rieles	150 Ton	28 mts
	Astillero Eladio Garces	Construcción y Reparación	Grada con Rieles		19 mts
<b>Puerto Montt</b>	Astilleros Kochifas Cárcamo	Construcción y Reparación	Varadero	150 ton.	68 mts.
	Sociedad Maestranza Naviera Tenglo	Construcción y Reparación	Picadero	150 ton.	16 mts.
	Walbusch	Construcción y Reparación	Varadero	40 ton.	18 mts.
	Construcciones Navales del Sur	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal	40 ton.	18 mts.
<b>Calbuco</b>	Astilleros Proschle	Construcción y Reparación	Polines y Marea	50 ton.	18 mts.
<b>Castro</b>	A. Arriagada	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal		18 mts.
	D. Pacheco	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal		16 mts.
	J. Pacheco	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal		18 mts.
	J.Montt	Construcción y Reparación	Galpon Cerrado	50 ton.	18 mts.
	Quinched	Construcción y	Galpon		18 mts.

		Reparación	Cerrado		
<b>Quellón</b>	Ser. Marit. Sub. H.F. Quidante Diaz	Construcción y Reparación		150 ton.	
<b>Chacabuco</b>	Varadero Aguas Muertas	Reparación	Grúa	4,54 Ton	20 mts
<b>Puerto Natales</b>	Puerto Bories Ltda.	Construcción y Reparación	Anguila arrastre c/winche	90 Ton	25 mts
<b>Punta Arenas</b>	Pesquera Real Ltda.	Reparación	Varadero Intermareal	40 Ton	16 mts.
	Varadero Ver	Reparación	Varadero Intermareal	40 Ton	18 mts
	Varadero Chiguay	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal	38 Ton	18 mts
	Varadero Capihua	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal	35 Ton	15 mts
	Varadero Hernández	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal	40 Ton	21 mts
	Varadero Maldonado	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal	40 Ton	18 mts
	Varadero Muñoz	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal	40 Ton	20 mts
	Varadero Navarro	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal	40 Ton	20 mts
	Varadero Río de los Ciervos	Construcción y Reparación	Varadero Intermareal	40 Ton	20 mts

## GRAFICO N° 1

Astilleros Menores. Fuente: DIRECTEMAR



Como se puede apreciar en el grafico la X<sup>ma</sup> Región de los Lagos cuenta con la mayor cantidad de astilleros menores a lo largo del país, esto debido principalmente a que la Región ha experimentado un enorme crecimiento en los últimos años, debido a la industria de la salmonicultura.

Esta industria desarrolla su actividad productiva casi en su totalidad en la X y la XI regiones, en lugares muy apartados a los cuales dada la geografía de las regiones es muy difícil acceder por vía terrestre.

Es en esta dificultad que nace una necesidad. La de proveer de todo tipo de suministros a los centros de cultivos que se encuentran segregados por los canales y fiordos.

Prácticamente la totalidad de los suministros y equipos que se transportan hacia y desde los centros de cultivo se hace por vía marítima en distintos tipos de embarcaciones, en su gran mayoría naves menores, entre estas encontramos principalmente barcasas multipropósito, lanchas de cabotaje, lanchas de transporte de personal, etc.

Solo en Puerto Montt, se encuentran matriculadas 74 barcasas, si a eso le sumamos el resto de la isla de Chiloé suman un total de 233<sup>4</sup> de este tipo de naves, un número nada despreciable, y aun así, la industria continua requiriendo de un mayor número de para poder operar, en un mercado que sigue creciendo.

<sup>4</sup> Boletín Estadístico Marítimo. <http://www.directemar.cl> (última visita 03-12-2013)

Aquí es donde se hace necesario poseer una industria que pueda construir, reparar y mantener operativas todo este tipo de embarcaciones y artefactos navales, con capacidad técnica para dar solución a los requerimientos cada día más exigentes de la industria nacional.

### **3.5 Requerimientos Técnicos según DGTM y MM**

La Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DGTM y MM) clasifica a los astilleros según el siguiente criterio, como ya se mencionaba anteriormente:

1.- Los que construyan embarcaciones o artefactos navales con capacidad superior a 200 toneladas de desplazamiento liviano, el certificado lo otorgará la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, y los que poseen una capacidad de operación inferior a 200 toneladas de desplazamiento liviano, en cuyo caso la certificación será otorgada por la respectiva capitanía de puerto.

2.- Para ambos se debe entregar un proyecto a la autoridad marítima, que de acuerdo al D.S. (M) N° 146, de 1987y a la circular DGTM y MM. Ordinario N° 0-72/013, debe contener los siguientes datos para su aprobación:

- a) Estudio del terreno y de las obras necesarias para mejorar la resistencia del suelo que servirá de base para recibir los picaderos.
- b) Sistema de levante, indicando capacidad de achique de las bombas en el caso de los diques secos, capacidad de tracción del o los winches. En este último caso será necesario además presentar una memoria de cálculo con la resistencia del conjunto y cada una de sus partes. (cables, rieles, carros, winches).
- c) En el caso de diques secos, además se deberá indicar el sistema de compuerta a utilizar.
- d) Sistema de extinción de incendio. Este sistema deberá considerar una red húmeda, con grifos y mangueras capaces de llegar a todos los lugares del Astillero con dos líneas con una presión adecuada. Además deberá considerar extintores de una capacidad mínima de 4,5 kgs. de Polvo Químico Seco (PQS), 3 kg. de CO<sub>2</sub> o de 9 litros de carga líquida, ubicados principalmente en las áreas sensibles de generar focos de incendio. La disposición del sistema de incendio deberá ser presentado en un plano a

escala, señalando cada uno de estos elementos, capacidades y características.

e) Dimensiones y materiales de los picaderos centrales. Se deberá acompañar una memoria de cálculo, la cual determine la máxima capacidad de naves a soportar.

f) Plano a escala, con la disposición general de las instalaciones, patios de reparación, patios de construcción, gradas de lanzamiento o diques y cualquier otra construcción y/o espacio dentro del recinto.

3. Deberá, previamente, haberse aprobado el Decreto Supremo, el cual otorgue la concesión marítima respectiva.

4. Cumplido los puntos precedentes 3, 4 y el punto B, la Autoridad Marítima respectiva, otorgará la Resolución que aprueba el funcionamiento como Astillero, fijando su capacidad y los límites máximos de operación, en base a toneladas de desplazamiento.

5. Se debe tener presente que las instalaciones que atienden naves mayores deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, conforme al Art. 10 letra f) del Reglamento del SEIA<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental, Decreto Supremo N° 95, 21 de agosto de 2001

## **4 DEFINICION DE LAS CARACTERISTICAS DEL ASTILLERO**

### **4.1 Definición de la Capacidad del Astillero**

Como se mencionaba existe un gran número de embarcaciones menores en la región, de la misma manera la industria continua requiriendo este tipo de naves, por sobre las mayores, por varias razones prácticas y económicas:

- Los requerimientos técnicos del proyecto son menores
- Las tripulaciones exigidas son de menor rango técnico, por lo cual menos costosas.
- Existen pocas normas que regulen la mantención y carena de estas naves, por lo cual se tiene mayor flexibilidad de tiempo entre una carena y otra, lo que conlleva a un menor costo de mantención para los armadores.
- La gran mayoría de los armadores son empresas que prestan servicios a las salmoneras, y no poseen capacidad económica para emprender proyectos de costos elevados.
- La capacidad de maniobra en espacios reducidos la hacen ideales para el trabajo en centros de cultivos.
- Dada la fracturada geografía del sur de Chile, la navegación se limita solamente a costera, por lo que no se necesitan embarcaciones de gran tamaño.

Otro punto importante se refiere a la aprobación del proyecto de un astillero, ya que, un astillero menor es aprobado por la Capitanía de Puerto del lugar en donde se encuentre emplazada la industria. Esto facilita su aprobación, siendo los requerimientos de menor exigencia y los tiempos de aprobación son menores.

Por lo tanto el tamaño del proyecto debe limitarse a los requerimientos de la industria, que como mencionaban en su gran mayoría son naves menores.

Es por ello que el proyecto contempla la ejecución de las obras necesarias para la instalación de un astillero menor, para construcción y reparación, con una capacidad de trabajo de naves menores de 200 toneladas de desplazamiento liviano.

Para ser una alternativa dentro de la industria, se debe contar con la infraestructura, equipamiento y capacidad técnica, profesional y de experiencia necesaria para emprender proyectos nuevos de construcción, así también reparar y hacer mantención a naves y artefactos navales.

La definición de las dimensiones y características de varaderos, carros de lanzamiento, diques y gradas se irán definiendo con el estudio específico de cada uno más adelante a medida de que se avanza en el proyecto.

## **4.2 Definición del Espacio Físico**

La elección de un sitio o terreno para el desarrollo de instalaciones nuevas de un astillero, depende de muchos aspectos físicos de las cercanías locales, así como de consideraciones socioeconómicas.

Normalmente, los buenos sitios satisfacen los siguientes criterios:

- Los aspectos físicos, incluyendo viento, marea, corrientes, clima y sedimentación, no requieren de mayor mantenimiento respecto de una vía marítima.
- Las alteraciones para el tráfico marítimo no ubican a un astillero como un lugar donde se provoca importante sedimentación, resultando en cambio una mínima o casi nula frecuencia en el mantenimiento del fondo.
- El área de la tierra en la zona ribereña es adecuada para las necesidades de procesamiento y manejo de los desechos de cualquier industria en desarrollo.
- El proyecto no compite con otros usos altamente valorados de la tierra como playas de pesca, turismo, campos agrícolas o aldeas, ni los desplaza.
- Las actividades del proyecto no afectan negativamente al valor de un recurso marino o costero existente.
- Se dispone de materiales de construcción, mano de obra calificada, industrias de apoyo, suministros de energía eléctrica, instalaciones de agua potable y eliminación de desechos, vías de acceso y transporte.
- La construcción, operación y mantenimiento del astillero no perjudica a los hábitats frágiles (por ejemplo esteros, pantanos, manglares) o especies raras, en riesgo, o en peligro de extinción.
- La ubicación del proyecto no genera o presenta efectos adversos significativos sobre la diversidad biológica del área de influencia de las instalaciones, ni sobre su capacidad de regeneración
- El acceso al astillero por camino o por mar puede establecerse fácilmente sin mayor alteración de las comunidades o instalaciones acuáticas
- Las propiedades mecánicas del suelo son aceptables para instalar galpones, gradas, varaderos, etc.

- Las condiciones de calado a diferentes mareas son suficientes para el tipo de nave que se requieren reparar y construir.
- El uso de suelos según ordenanzas municipales es apto para este tipo de industria.

### 4.3 Ubicación Geográfica

El astillero proyectado está ubicado en la ciudad de Puerto Montt, sector Panitao Bajo en la Bahía Chincui, y está emplazado en un terreno de propiedad de la empresa de aproximadamente 2600 metros cuadrados.

Cuenta también con una concesión marítima que colinda con el terreno de emplazamiento del astillero, esta concesión tiene como objetivo un sector de relleno para aumentar la superficie del terreno y sectores para varaderos diques secos y rampas de lanzamiento, tiene una superficie total de 7926 metros cuadrados aproximadamente.

FIGURA 1. Ubicación Geográfica Comunal Astillero

Fuente: Google earth

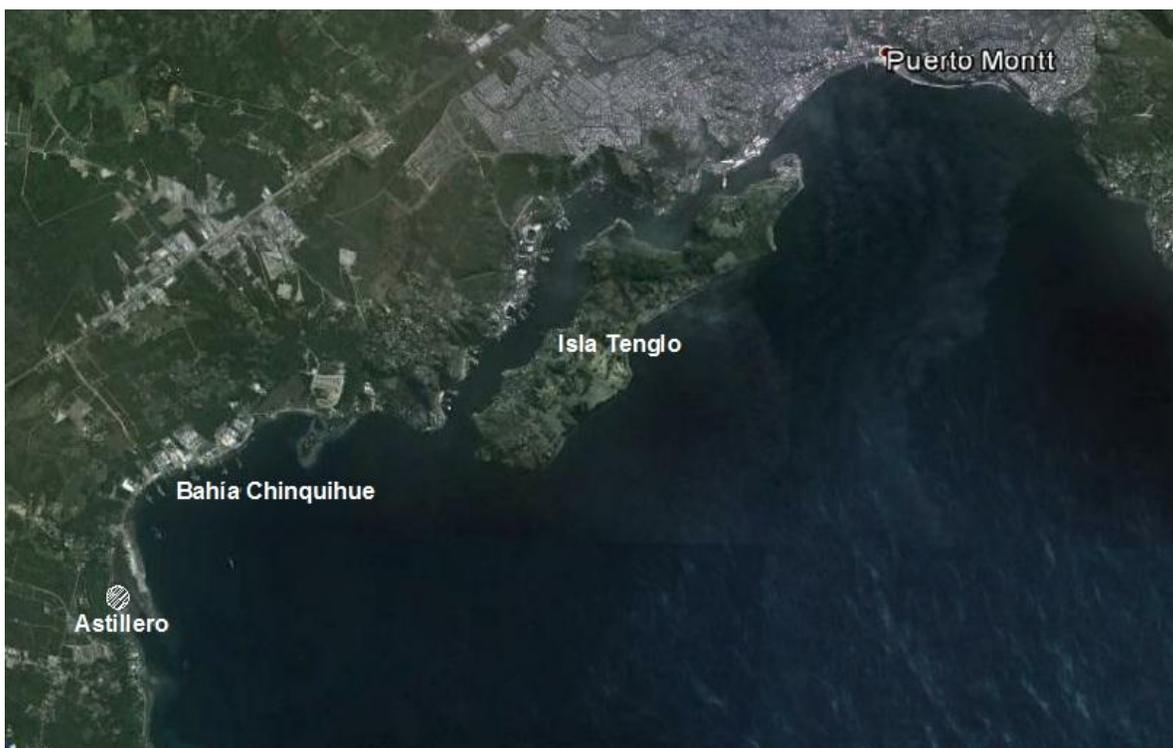
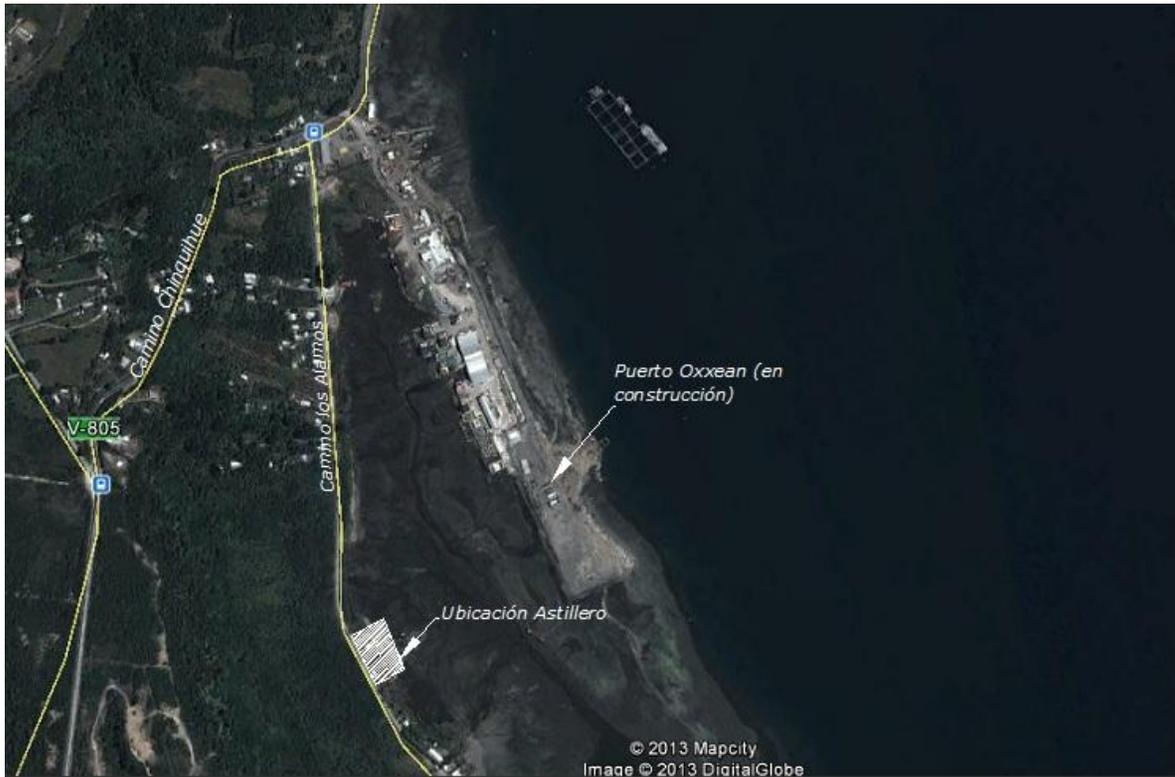


FIGURA 2.Ubicación Geográfica Sectorial Astillero

Fuente Google earth.



Para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto es relevante conocer y tomar en cuenta las características del lugar, de manera de evaluar todos los aspectos que afecten o beneficien la instalación de este tipo de industria.

Entre estos se tomaron en consideración que:

- Los aspectos relativos a la meteorología, en especial los vientos que durante la época estival predominan del SSE (Sur ,sur este), y en la invernal provienen del N(Norte), se mantienen en un rango promedio de entre 7 a 9 Nudos de velocidad<sup>6</sup>, se ven disminuidos sus efectos debidos a la condición geográfica del lugar.
- El área del terreno donde se emplaza el proyecto, limita en el costados SE con el mar de Chile y con la concesión marítima asociada al proyecto, con lo que no se interpone con otros intereses de proyectos implementados en el borde costero.
- El sector está definido Zona de Extensión Urbana Industrial donde se emplazan otras empresas como Astilleros Aquament S.A, Astilleros Ascon, Astillero Walbusch.

<sup>6</sup> Estadísticas del viento y tiempo en Puerto Montt. <http://www.es.windfinder.com> (última visita 03-12-2013)

- La corriente en el área de la concesión es exclusivamente mareal y corre paralela a la línea de playa con una intensidad baja, condición que no afecta cualquier tipo de maniobra de varada o desvarada
- La marea máxima es de alrededor de los 6 metros, según el uso y costumbre local, no constituye impedimento para emprender alguna maniobra, ya sea de carro o en la playa en cualquier circunstancia, de la misma manera esto favorece la instalación de un varadero intermareal.
- El oleaje producido por el viento del Sur, es protegido por la península de Caullahuapi, por lo que no se considera como limitante en la ejecución de maniobras en el varadero o en la playa.
- Las características de la playa, libre de roqueríos e irregularidades no representan un problema facilitan las maniobras en el varadero o en la playa.
- Acceso costero expedito, y suficiente, quedando muy cercano a Camino Chiquihue.
- Factibilidad en el suministro de energía y potencia eléctrica
- Fácil acceso a suministro de agua mediante la utilización de fuentes naturales cercanas, lo que permite desarrollar un proyecto de agua potable que pueda ser aprobado por el Servicio de Salud de Puerto Montt.
- Lugar de baja densidad de la población y escaso desarrollo económico y social.
- Franja libre de áreas donde existen recursos protegidos en forma oficial o colocada bajo protección oficial.
- La condición intermareal a la que sometida el área de la playa permite profundidades de entre 4 a 5 metros, lo que es suficiente para naves menores que en ningún caso sobrepasan estos calados.

#### 4.4 Infraestructura y Servicios Básicos

Los astilleros y varaderos deberán dar cumplimiento al reglamento sobre “Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”, D.S. N° 594 del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial con fecha 29 de Abril del 2000, teniendo especial atención en cumplir las siguientes condiciones de trabajo<sup>7</sup>:

- a) Los pisos deben ser pavimentados con revestimientos sólidos y no resbaladizos.
- b) La iluminación, tanto natural como artificial, debe ser adecuada y como mínimo 150 lux.
- c) Los niveles de ruido, no pueden ser superior a 85 db(a).
- d) La ventilación puede ser natural o artificial pero debe proporcionar condiciones ambientales confortables.

Algunas de las condiciones básicas sanitarias y ambientales a tomar en cuenta en las construcciones se encuentran las siguientes<sup>8</sup>:

a) Pisos:

- Materiales sólidos y no resbaladizos.
- Resistentes, impermeables y no porosos, en aquellos lugares donde se elabore, almacene o exista manipulación de productos tóxicos o corrosivos.
- Poseer sistemas de drenaje u otros que protejan a las personas contra la humedad cuando el piso esté expuesto a la humedad o agua.

b) Paredes interiores, cielos, puertas y ventanas:

- Estas estructuras deben ser mantenidas en buen estado de limpieza y conservación.

c) Elementos estructurales de construcción y maquinarias:

- Estos elementos ubicados en los lugares de trabajo y todas las maquinarias, así como las herramientas y equipos deben mantenerse en lugares seguros y en buen funcionamiento para evitar el posible daño a las personas.

d) Pasillos de tránsito en los lugares de trabajo:

- Los pasillos de circulación deben ser amplios para permitir un desplazamiento seguro del personal,

---

<sup>7</sup> Ordinario N°072/013, Autor: Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante, 2004

<sup>8</sup> Título I, Párrafo II, Decreto Supremo N°594, Autor: Ministerio de Salud,2000

- Los espacios entre máquinas por donde circulen personas no pueden ser inferior a 1.5 m.,
- Deben tanto los pisos como los pasillos de tránsito mantenerse libres de obstáculos.

#### **4.4.1 Galpón de Trabajo**

Puerto Montt es la segunda ciudad más lluviosa de Chile<sup>9</sup>, por lo tanto la construcción de un galpón de trabajo es muy importante para nuestro astillero, ya que otorga protección del clima. De tal manera de poder trabajar en cualquier época del año.

Las dimensiones de este galpón estarán definidas de acuerdo al tamaño de las naves o artefactos navales a construir. También se debe considerar revisar el certificado de informaciones previas entregado por la municipalidad de la comuna, el cual contiene las condiciones aplicables al predio acuerdo con las normas urbanísticas, derivadas del Instrumento de Planificación Territorial respectivo.

También todas las obras de edificación dentro del límite urbano del PRC-PMO (Plan Regulador Comunal de Puerto Montt), requerirán permiso de la Dirección de Obras Municipales, a petición del propietario, en concordancia con el art.116 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

El director de Obras concederá el permiso si los antecedentes cumplen con las normas del PRC-PMO, la L.G.U.C.(Ley General de Urbanismo y Construcciones) y O.G.U.C.(Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones) previo pago de los derechos que correspondan<sup>10</sup>.

Los Antecedentes que deberán remitirse serán los siguientes<sup>11</sup>:

1. Solicitud firmada por el propietario y el arquitecto proyectista, indicando en ella o acompañando, según corresponda, los siguientes antecedentes:

- a) Lista de todos los documentos y planos numerados que conforman el expediente, firmada por el arquitecto proyectista.
- b) Declaración simple del propietario de ser titular del dominio del predio.
- c) Las disposiciones especiales a que se acoge el proyecto, en su caso.

---

<sup>9</sup> Informe de precipitaciones. <http://www.meteochile.gov.cl> (última visita 06-12-2013)

<sup>10</sup> Plan Regulador Comunal de Puerto Montt, Municipalidad de Puerto Montt,2008

<sup>11</sup> Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Ministerio de Vivienda y Urbanismo

- d) Los profesionales competentes que intervienen en los proyectos.
- e) Si el proyecto consulta, en todo o parte, edificios de uso público.
- f) Si cuenta con informe favorable de un Revisor Independiente y la individualización de éste.
- g) Si cuenta con informe favorable de Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural y la individualización de éste.
- h) Si cuenta con anteproyecto aprobado y vigente que haya servido de base para el desarrollo del proyecto, acompañando fotocopia de la resolución de aprobación.

2. Fotocopia del Certificado de Informaciones Previas vigente o bien del que sirvió de base para desarrollar el anteproyecto vigente y de la plancheta catastral si ésta hubiere sido proporcionada.

3. Formulario único de estadísticas de edificación.

4. Informe del Revisor Independiente, cuando corresponda, o del arquitecto proyectista, bajo declaración jurada, en los casos de permisos de construcción de un proyecto referido a una sola vivienda o a una o más viviendas progresivas o infraestructuras sanitarias.

5. Informe favorable de Revisor de Proyecto de Cálculo Estructural, cuando corresponda su contratación.

6. Certificado de factibilidad de dación de servicios de agua potable y alcantarillado, emitido por la empresa de servicios sanitarios correspondiente. De no existir empresa de servicios sanitarios en el área se deberá presentar un proyecto de agua potable y alcantarillado, aprobado por la autoridad respectiva.

7. Planos de arquitectura numerados, que deberán contener:

a) Ubicación del predio, señalando su posición relativa respecto de los terrenos colindantes y espacios de uso público. Esta información gráfica podrá consultarse dentro del plano de emplazamiento.

b) Emplazamiento de el o los edificios, en que aparezca su silueta en sus partes más salientes, debidamente acotada y con indicación de sus distancias hacia los deslindes respectivos o entre edificios, si correspondiera, incluyendo los puntos de aplicación de rasantes y sus cotas con relación al nivel de suelo natural. En este plano se indicarán, además, los accesos peatonales y vehiculares desde la vía pública.

c) Planta de todos los pisos, debidamente acotadas, señalando los accesos especiales para personas con discapacidad y él o los destinos

contemplados. Las cotas deberán ser suficientes para permitir calcular la superficie edificada de cada planta.

d) Cortes y elevaciones que ilustren los puntos más salientes de la edificación, sus pisos y niveles interiores, la línea de suelo natural y la rectificadora del proyecto, las rasantes en sus puntos más críticos con indicación de sus cotas de nivel, salvo que se ilustren en plano anexo, sus distanciamientos y la altura de la edificación. En caso que haya diferencias de nivel con el terreno vecino o con el espacio público, se indicarán las cotas de éstos y el punto de aplicación de las rasantes. Si se tratare de edificación continua, se acotará la altura de ésta, sobre la cual se aplicarán las rasantes respectivas a la edificación aislada que se permita sobre ella. Los cortes incluirán las escaleras y ascensores si los hubiere, las cotas verticales principales y la altura libre bajo las vigas.

e) Planta de cubiertas.

f) Plano de cierre, cuando el proyecto lo consulte.

8. Cuadro de superficies, indicando las superficies parciales necesarias según el tipo de proyecto y cálculo de carga de ocupación de acuerdo a estas superficies y a los destinos contemplados en el proyecto.

9. Plano comparativo de sombras, en caso de acogerse al artículo 2.6.11. de la (O.G.U.C).

10. Proyecto de cálculo estructural

11. Especificaciones técnicas de las partidas contempladas en el proyecto, especialmente las que se refieran al cumplimiento de normas contra incendio o estándares previstos en la (O.G.U.C).

12. Levantamiento topográfico, debidamente acotado, con indicación de niveles, suscrito por un profesional o técnico competente y refrendado por el arquitecto proyectista, salvo que dicha información esté incorporada en las plantas de arquitectura.

13. Estudio de Ascensores, cuando corresponda.

#### 4.4.2 Servicios Básicos

El astillero considera un número de trabajadores menor a 30 personas, este número es importante a la hora de diseñar los espacios y características de los servicios higiénicos básicos.

Según el D.S N°594 en todo lugar de trabajo “deben existir servicios higiénicos básicos, de uso individual o colectivo”

Estos servicios deben cumplir con<sup>12</sup>:

- Tener un lavatorio y excusado, este último:
  - Ser individual,
  - Tener puerta y
  - Estar separado de los compartimentos anexos por divisiones permanentes.
- Si en el lugar de trabajo existen hombres y mujeres, los servicios higiénicos deben:
  - Ser independientes y
  - Estar separados por sexo.
- El empleador debe mantener la limpieza de los artefactos higiénicos y el buen estado de funcionamiento.
- Estos servicios no deben estar instalados a más de 75 metros de distancia desde el lugar de trabajo

#### CUADRO N°2

Cantidad de artefactos higiénicos. Fuente D.S. N°594

N° de personas que laboran por turno	Excusados con taza de WC	Lavatorio	Duchas
1-10	1	1	1
11-20	2	2	2
21-30	2	2	3
31-40	3	3	4
41-50	3	3	5
51-60	4	3	6
61-70	4	3	7
71-80	5	5	8
81-90	5	5	9
91-100	6	6	10

<sup>12</sup> Título I, Párrafo IV, Decreto Supremo N° 594, Ministerio de Salud, 2000

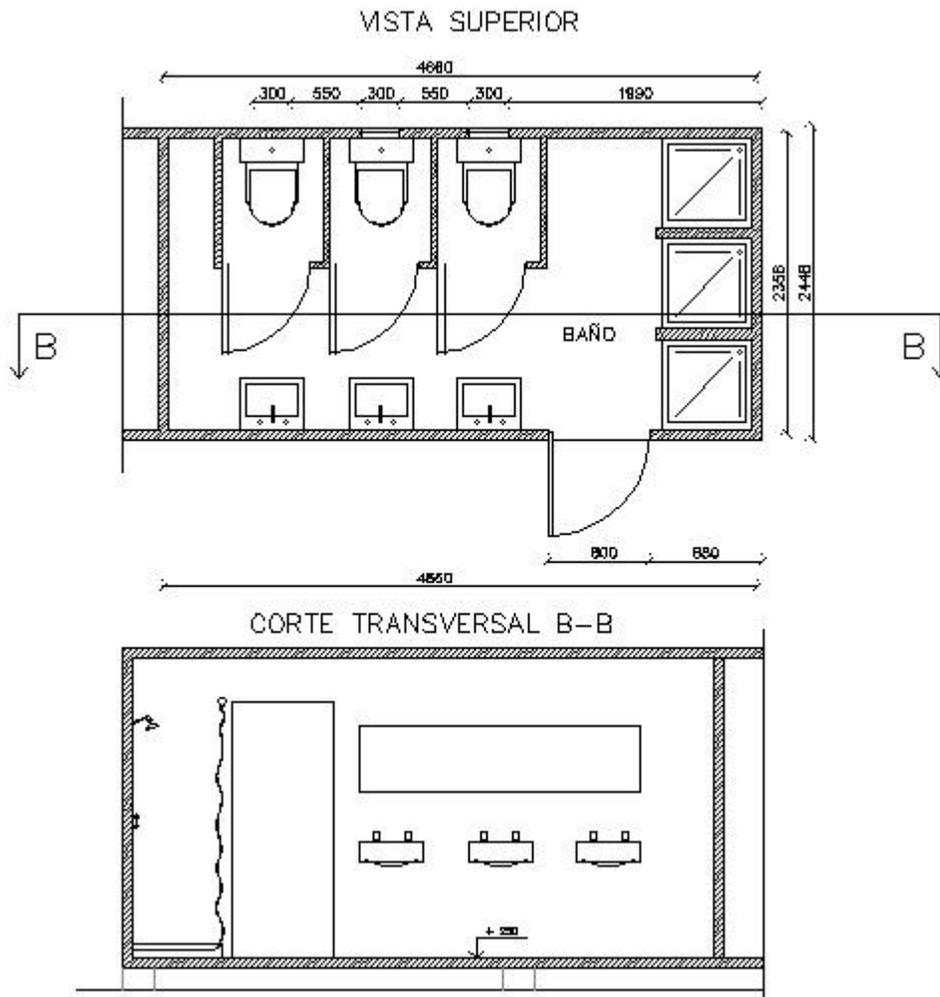
• Servicios higiénicos de hombres:

- Se puede reemplazar el 50% de los excusados por urinarios individuales o colectivos, siendo este último, 60 cm. de longitud equivalentes a un urinario.

FIGURA N°3

Plano Distribución General Servicios Higiénicos.

Fuente Elaboración Propia



Los servicios higiénicos se encuentran emplazados en un contenedor del tipo marino, acondicionado para tal efecto dando cumplimiento al Decreto Supremo N°594, tal como se muestra en la figura N°3

#### 4.4.3 Guardarropías y Comedores

El tipo de trabajo que se realiza en este tipo de industria requiere que el personal realice cambio de ropa, ya que, la principal actividad se refiere a calderería y soldadura, es por ello que se debe contar con un recinto destinado a vestidores.

También es necesario contar con un comedor con capacidad suficiente para la totalidad del personal<sup>13</sup>.

Ambos recintos deben cumplir según D.S N°594 con las siguientes características:

Vestidor:

- Este sitio debe estar limpio y protegido de las condiciones climáticas externas.
- Los vestidores de hombres y mujeres deben ser independientes y separados,
- Deben existir casilleros guardarropas dentro de los vestidores.
- Estar ventilados y
- El número de casilleros debe ser igual al número de trabajadores ocupados en el trabajo o faena

El comedor debe:

- Estar completamente aislado de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental.
- Disponer de mesas y sillas con cubierta de material lavable
- Piso de material sólido y de fácil limpieza
- Dotación de agua potable.
- Un medio de refrigeración, cocinilla y lavaplatos
- Poseer energía eléctrica para estos medios.

Tomando en consideración esta normativa el espacio habilitado para comedor y vestidores se emplaza como se muestra en la figura siguiente, el espacio físico es un contenedor del tipo marino, y cumple con todas las exigencias antes descritas.

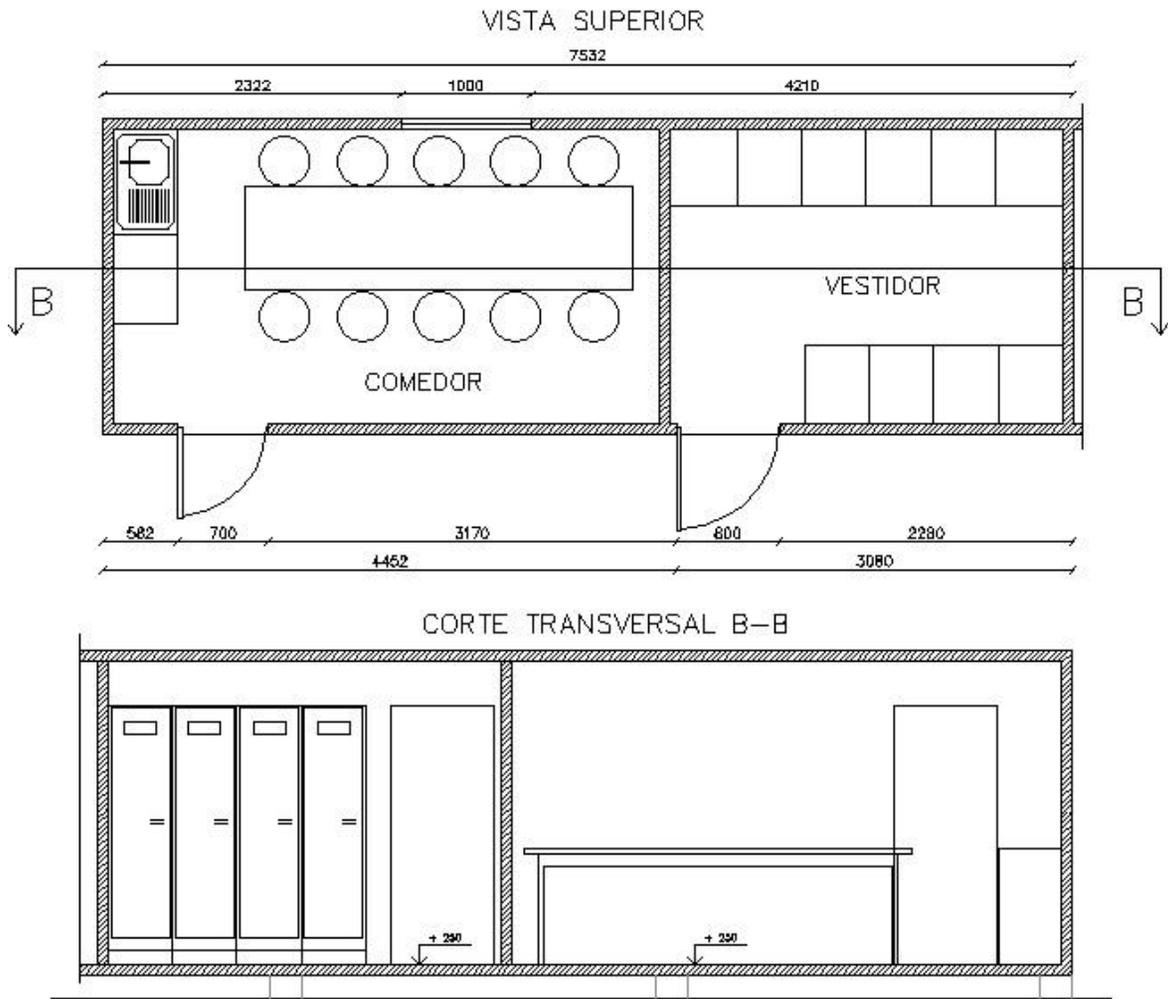
---

<sup>13</sup> Título II, Párrafo V, Decreto Supremo N°594, Ministerio de Salud, 2000

FIGURA N°4

Plano Distribución Comedores y Vestidores

Fuente: Elaboración Propia



#### 4.4.4 Red de Agua Potable

Todo lugar de trabajo deberá contar con agua potable destinada al consumo humano y necesidades básicas de higiene y aseo personal, de uso individual o colectivo. Las instalaciones, artefactos, canalizaciones y dispositivos complementarios de los servicios de agua potable deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes sobre la materia. Las redes de distribución de aguas provenientes de abastecimientos distintos de la red pública de agua potable, deberán ser totalmente independientes de esta última, sin interconexiones de ninguna especie entre ambas<sup>14</sup>

En este caso se deberá elaborar un proyecto de agua potable conforme a las normas sanitarias existentes, ya que, en el lugar de emplazamiento del astillero no se encuentra red de agua potable, por lo que se debe ubicar una fuente de agua natural y realizar un tratamiento a esta para que pueda ser apropiada para el consumo humano y utilizada en los servicios básicos.

Este proyecto debe ser aprobado por la autoridad sanitaria (Superintendencia de Servicios Sanitarios) a la cual deben remitirse los antecedentes y características del proyecto para su aprobación.

El proyecto debe cumplir con las exigencia del Decreto Supremo N°50 (Reglamento de instalaciones domiciliaria de agua potable y alcantarillado, RIDAA), así como también el Decreto Supremo N°594 en su Título II, Párrafo II.

Los proyectos y construcción de instalaciones domiciliarias, incluyendo arranques, uniones domiciliarias, conexiones y empalmes podrán ser ejecutados por ingenieros civiles, arquitectos, ingenieros de ejecución en obras sanitarias, ingenieros constructores, constructores civiles y en general, por cualquier profesional de la construcción habilitado para ello por disposiciones legales y reglamentarias vigentes<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Párrafo II, Decreto Supremo N°594, Ministerio de Salud, 2000

<sup>15</sup> Artículo 9, Decreto Supremo N°50, Ministerio de Obras Públicas,2002

En el proyecto debe cumplir con las condiciones técnicas de las siguientes normas Chilenas <sup>16</sup>

- NCh691, Agua Potable-Conducción, regulación y distribución
- NCh1104, Ingeniería sanitaria-Presentación y contenido de proyectos de sistemas de agua potable y alcantarillado.

La tramitación administrativa correspondiente al proyecto y construcción de las Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (IDAA), contempla las siguientes etapas:

- Otorgamiento de la Factibilidad de servicios.
- Presentación del proyecto.
- De la iniciación de obras.
- Autorización de Conexión y Empalme de las Instalaciones de Agua Potable y de alcantarillad de aguas servidas.
- Recepción de las instalaciones

Todas estas etapas se describen puntualmente en el Decreto supremo N°50

---

<sup>16</sup> Artículo 5, Decreto Supremo N°50, Ministerio de Obras Públicas,2002

#### 4.4.5 Red Eléctrica

Nuestro astillero como en la gran mayoría de industria, la energía requerida es la eléctrica, ya que, casi la totalidad de equipos y maquinarias funcionan con esta.

Según nuestra ubicación geográfica el concesionario de energía eléctrica es la empresa SAESA.

Primeramente se debe realizar un proyecto eléctrico conforme a las normativas vigente y realizado por un profesional del área calificado como instalador, calificado en la clase que corresponda de acuerdo al Reglamento de Instaladores Eléctricos<sup>17</sup>.

Nuestro proyecto eléctrico, corresponde a una instalación interior<sup>18</sup>, y según los requerimientos de energía será una instalación de baja tensión (entre 100 Volts y 1000 Volts)<sup>19</sup>.

Para la ejecución y presentación de este proyecto se debe cumplir una serie de normativa, entre estas encontramos principalmente:

- Decreto Supremo N°327, Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos, Ministerio de Minería, 1998
- Decreto Supremo N°158, Modifica el Decreto Supremo N°327
- NCh Elec.4/2003 Electricidad-Instalaciones de baja tensión
- NCh Elec 2/84 Elaboración y presentación de proyectos.
- NCh 10/84 Trámite para la puesta en servicio de una instalación interior
- NSEG 5 E.n. 71 Instalaciones de corrientes fuertes.
- NSEG 6 E.n. 71 Cruces y paralelismos en líneas eléctricas.
- NSEG 8 E.n. 71 Tensiones normales.
- NSEG 20 E.p. 78 Subestaciones interiores.
- NSEG 8E.n.75 Electricidad- Tensiones normales para sistemas e instalaciones
- CEI 529 Grados de protección proporcionada por cajas o carcazas.
- NCh 815 Of/95 Tubos de PVC rígido. Métodos de ensayo.
- NCh 2015 Of/86 Tubos flexibles de material plástico auto extingüibles para canalizaciones eléctricas. Especificaciones.
- NFPA70 Código Eléctrico Nacional. EEUU.
- NF F 16-101 Comportamiento frente a la acción del fuego. Selección de materiales. Francia.

---

<sup>17</sup> NCh2/84 Electricidad-Elaboración y presentación de proyectos, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

<sup>18</sup> NCh. 10/84 Trámite para la puesta en servicio de una instalación interior

<sup>19</sup> NSEG 8.75 Electricidad- Tensiones normales para sistemas e instalaciones

- NF F 16-102 Comportamiento frente a la acción del fuego. Selección de materiales. Aplicación a equipos eléctricos. Francia

El trámite para la puesta en marcha de una instalación interior, que es la que corresponde al astillero, se describe en la Norma Chilena NCh 10/84 y principalmente sigue los siguientes procesos como se indica en esta:

- El proyectista debe solicitar a la empresa eléctrica (en este caso SAESA), previo a la ejecución del proyecto, la INFORMACION TECNICA DE FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO de electricidad para nuevo proyecto
- Se debe comunicar al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción la puesta en marcha del servicio de la instalación con 5 días de anticipación, acompañado de los siguientes antecedentes.
  - Proyecto definitivo de la instalación ejecutada, la cual se ajustara a las disposiciones vigentes acerca de la presentación de proyectos en especial a la norma NCh 2/84.
  - Declaración del Instalador eléctrico o personal autorizado por el Reglamento de Instaladores eléctricos en que conste que el proyecto, la ejecución y las pruebas han sido realizadas conforme al proyecto definitivo presentado y que cumple con todas las disposiciones legales, reglamentaria y normativa vigente.
- Una vez que el Ministerio acuse la recepción de la Declaración del instalador, este podrá solicitar a la empresa eléctrica el suministro de energía.
- El ministerio se reserva el derecho de inspeccionar las instalaciones en cualquier etapa de ejecución o de la obra terminada.

#### **4.4.6 Sistema Alcantarillado**

El sistema de alcantarillado debe ser también ejecutado de manera domiciliaria, puesto que no existe red de aguas servidas en el lugar de emplazamiento del Astillero.

Este sistema debe dar cumplimiento al igual que el agua potable con el Decreto Supremo N°594 en su Título II, Párrafo IV, el Decreto Supremo N°50 y las normativas técnicas Chilenas vigentes<sup>20</sup>, estas son:

---

<sup>20</sup> Artículo 5, Decreto Supremo N°50, Ministerio de Obras Públicas,2002

- NCh 1104, Ingeniería sanitaria-Presentación y contenido de proyectos de sistemas de agua potable y alcantarillado
- NCh 1105, Ingeniería sanitaria-Alcantarillado de aguas residuales, Diseño y cálculo de redes.

De la misma manera que el proyecto de agua potable, también debe elaborarse un proyecto que cumpla con toda la normativa vigente mencionada anteriormente y presentado en la Superintendencia de Servicios Sanitarios en un proceso que contempla las mismas etapas que el proyecto de agua potable.

#### **4.4.7 Bodegas/Pañoles**

Son aquellos lugares en donde se guardan los diferentes tipos de materiales y herramientas. En nuestro caso necesitamos tener los siguientes:

- **Bodega de Materiales y Herramientas**

En esta bodega se guardaran todos los materiales necesarios para el procesamiento del acero y demás materiales que no sean combustibles o peligrosos. Se dividirá en una zona para materiales y otra para máquinas y herramientas.

Debe contar con estantes y repisas resistentes para contener máquinas y materiales de un peso considerable, ajustándose a las normas de construcción de la Ordenanza general de Urbanismo y Construcciones.

- **Bodega de gases comprimidos**

En esta actividad es imprescindible la utilización se procesos de corte y soldadura por medio de gases, estos gases peligrosos debidos a su alto poder calorífico e inflamable, requieren de especial cuidado en su manejo, uso, y almacenamiento.

La clasificación de estos es la siguiente:

Clase 2 Gases.

- 2.1 Gases Inflamables
- 2.2 Gases no Inflamables (incluidos los comburentes)
- 2.3 Gases tóxicos

- **Gas Licuado o GLP (Gas licuado de Petróleo)**

Este gas es utilizado junto con oxígeno para el proceso de corte conocido como oxicorte, muy utilizado, por sobre otros procesos de corte, principalmente por su versátil utilización en terreno.

Identificación del gas<sup>21</sup>:



1=Riesgo de salud , Ligerero

4=Riesgo de Inflamabilidad, Severo

0=Riesgos de reactividad con otros productos, Mínimo

Principales riesgos, manipulación y almacenamiento<sup>22</sup>

- Al contacto con la piel o los ojos en estado líquido provoca quemaduras por frío
- La inhalación en estado gaseoso produce sofocamiento
- La ingesta del líquido producirá quemaduras por frío
- Es inflamable en espacios abiertos como confinados liberando una gran cantidad de energía, lo que lo hace muy peligrosos en caso de inflamarse.
- Se debe en todo momento evitar fugas, evitando golpear la válvula de seguridad y el cilindro.
- Se debe almacenar en un lugar apartado, ventilado, libre de fuentes de ignición y debidamente señalizado.
- En caso de inflamación utilizar cortina de agua o PQS (Polvo Químico Seco).

<sup>21</sup> Hoja de datos de seguridad GLP, [www.lipigas.cl](http://www.lipigas.cl) (última visita 19/12/2013)

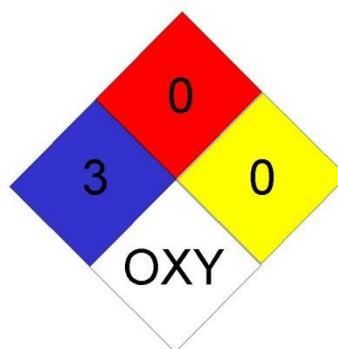
<sup>22</sup> Hoja de datos de seguridad GLP, [www.lipigas.cl](http://www.lipigas.cl) (última visita 19/12/2013)

- **Oxígeno**

El Oxígeno gaseoso, por sus propiedades comburentes, es corrientemente usado en procesos de combustión para obtener mayores temperaturas, usando Acetileno u otros gases combustibles, es utilizado en soldadura y corte oxigás.

Por sus propiedades oxidantes, es utilizado en diversas aplicaciones en siderurgia, industria papelera, electrónica y química.

Identificación



Salud : 0 “No es peligroso para la salud”

Inflamabilidad : 0 “No arde”

Reactividad : 0 “Estable”

Peligro específico : “Oxidante”

Principales precauciones en manejo y almacenamiento<sup>23</sup>

- Nunca utilizar Oxígeno a presión sin saber manipular correctamente cilindros, reguladores, etc.
- Evitar toda combustión cercana a depósitos o vías de flujo de Oxígeno.
- Evitar la presencia de combustibles, especialmente aceites o grasas, en las cercanías de Oxígeno (incluso en el suelo o en ropas).
- El contacto de la piel con Oxígeno Líquido (o depósitos no aislados) puede causar graves heridas por quemadura, debido a su baja temperatura. Debe usarse protección adecuada para manejo de líquidos criogénicos.

- **Indurmig**

Las mezclas INDURMIG, son combinaciones de Argón, Dióxido de Carbono y Oxígeno, utilizadas en soldadura MIG.

Las de uso más frecuente son<sup>24</sup>:

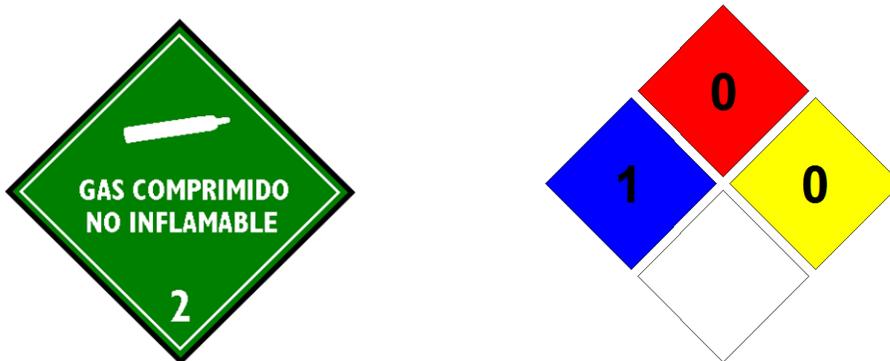
---

<sup>23</sup> Catálogo procesos y productos Indura, [www.indura.cl](http://www.indura.cl)

Indurmig 20: Es una mezcla de 20% CO<sub>2</sub> y 80% Argón, que se utiliza para soldar alambres sólidos y tubulares de baja y mediana aleación, y alambres de acero inoxidable de alto silicio.

Indurmig 0-2: Es una mezcla de 2% Oxígeno y 98% Argón, que se emplea para soldar aceros inoxidables. El Ar, que es el componente mayoritario de la mezcla, aporta la protección a la soldadura y al O<sub>2</sub> y mejora la estabilidad del arco.

#### Identificación del producto



Salud: 1

Inflamabilidad: 0

Reactividad: 0

#### Principales precauciones en manejo y almacenamiento<sup>25</sup>

- Use sólo en áreas bien ventiladas. Las tapas de protección de válvulas deben permanecer en su lugar, a menos que el contenedor esté asegurado con una salida de válvula con cañerías al punto de uso.
- No arrastre, deslice o ruede cilindros. Use una carretilla adecuada para el movimiento de cilindros.
- Use un regulador de reducción de presión al conectar un cilindro a cañerías o sistemas de baja presión (<3000 psig).
- No caliente el cilindro por ningún medio para aumentar la velocidad de descarga del producto desde el cilindro.
- Use una válvula o trampa de chequeo en la línea de descarga para impedir retroflujo peligroso en el sistema.
- Proteja los cilindros del daño físico. Almacénelos en un área fría, seca, bien ventilada, lejos de las áreas con gran tráfico y de las salidas de emergencia.

<sup>24</sup> Catálogo procesos y productos Indura, [www.indura.cl](http://www.indura.cl)

<sup>25</sup> Hoja de datos de seguridad Indurmig, [www.indura.cl](http://www.indura.cl)

- No permita que la temperatura donde se encuentren almacenados los cilindros exceda los 125 o F (52 oC).

La bodega de gases comprimidos debe cumplir las siguientes condiciones de construcción<sup>26</sup>:

- El área destinada exclusiva para cilindros, lejos de fuentes térmicas.
- El área destinada al almacenamiento debe estar provista de piso sólido, techo liviano y cierre perimetral con rejillas o muros.
- En caso de almacenamiento en bodega con muros, ésta debe contar con ventilación suficiente para evitar concentración de gases que pueden originar explosión, asfixia o envenenamiento. Para ello debe tomar en cuenta la densidad y las características de los gases.
- El almacenamiento de los cilindros debe ser en áreas separadas según su clasificación específica de gases.
- En caso de almacenamiento de comburentes e inflamables, la bodega de éstos debe tener muro divisorio tipo cortafuego de resistencia al fuego F-120 ó 5 m de distanciamiento entre ellos dependiendo de su cantidad.
- Los cilindros llenos deben estar en áreas separadas de los vacíos y con letreros indicando si son llenos o vacíos.

Condiciones de almacenamiento:

- En una bodega de gases podrán acumularse hasta<sup>27</sup>:
  - 5 cilindros de la división 2.1
  - 1000 Kg de la división 2.2
  - 100 Kg de la división 2.3
- Señalización indicando los tipos de gases almacenados, su clasificación y las medidas especiales de seguridad.
- Todos los cilindros deben ser almacenados en posición vertical y sujetos o encadenados a pared o bien una baranda que impida su volcamiento.
- El almacenamiento de gas licuado en cilindros debe regirse por lo indicado en DS.29/84 del MINECOM.

---

<sup>26</sup> Manual de almacenamiento de sustancias peligrosas, SEREMI de Salud,2004

<sup>27</sup> Manual de almacenamiento seguro de sustancias peligrosas, SEREMI de salud,2009

Condiciones de protección contra incendio<sup>28</sup>:

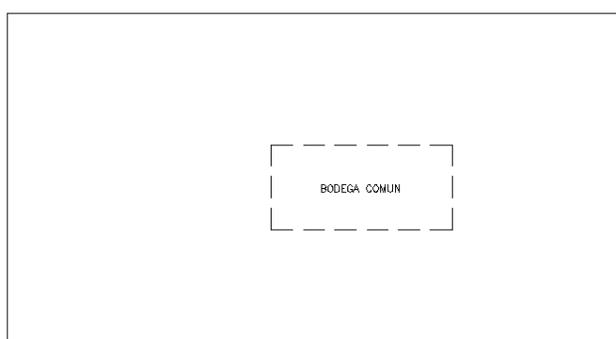
- Letreros de indicación de no fumar en las zonas de almacenamiento de estos gases.
- Los cilindros debe estar lejos de instalaciones eléctricas para evitar que estos formen un circuito eléctrico.
- En bodegas de cilindros de gases inflamables la instalación eléctrica debe ser la adecuada para ambiente inflamable.
- Protección activa de acuerdo a Tabla N° 2

Tabla N°2 Sistema de protección activa según cantidad de cilindros almacenados

Fuente, Manual de almacenamiento de sustancias peligrosas

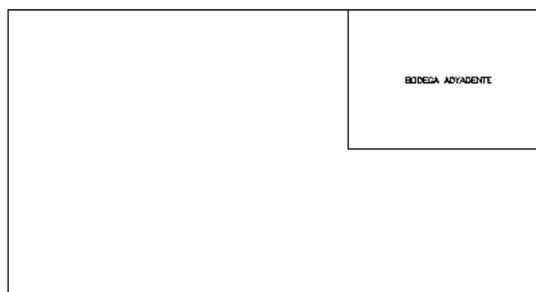
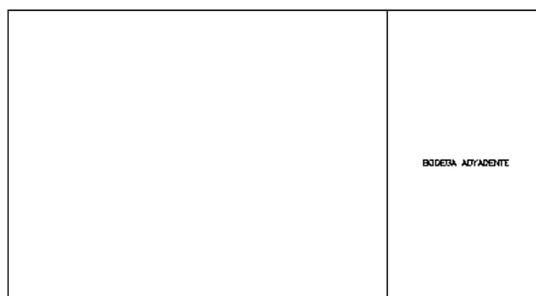
N° Cilindros Llenos	Bodega Común General	Bodega Externa (adyacente o separada)	Con sist. Automat. de detección de gases
0-5 o 20 m3	X		
>0-5 o 20 m3		X	
>15 gases inflamables		X	
>15 gases venenosos		X	X

Bodega común general: Recinto destinado al almacenamiento general de materiales no peligrosos En dicha bodega puede almacenarse sustancia peligrosa en un sector exclusivo, debidamente señalado, separados del resto de materiales sólo por distancias de seguridad.

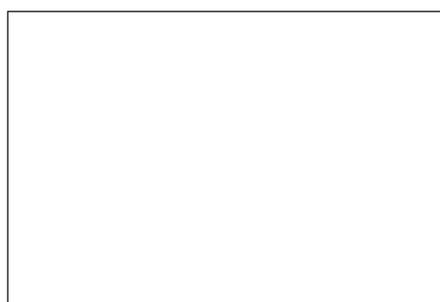


Bodega adyacente: Recinto exclusivo destinado al almacenamiento de las sustancias peligrosas, separado de otras construcciones por dos muros comunes como máximo.

<sup>28</sup> Manual de almacenamiento de sustancias peligrosas, SEREMI de Salud,2004



Bodega separada: Recinto destinado almacenamiento de las sustancias peligrosas, independiente, exclusivo y separado de otras construcciones, por distancias de seguridad de 5 ó 6 metros como mínimo, dependiendo de la cantidad almacenada.



#### - **Bodega de Pintura**

El proceso de pintura del casco e interiores de la nave es de vital importancia, pues será este el único medio de protección en contra de la corrosión por oxidación.

Es por ello que se utilizan grandes cantidades de pintura y solventes para dar los diversos esquemas a las naves.

La pintura es un líquido inflamables estos se clasifican según su punto de inflamación y si son para transporte o almacenamiento en bodegas.

Se dividen en las siguientes categorías según la NCh 382 of.98 siguiendo la clasificación de Naciones Unidas, con ensayo con crisol cerrado.

- Clase 3.1  $t_i < - 18^\circ \text{ C}$
- Clase 3.2  $18^\circ \text{ C} < t_i < 23^\circ \text{ C}$
- Clase 3.3  $23^\circ \text{ C} < t_i < 61^\circ \text{ C}$

Dependiendo del tipo de pintura el punto de inflamación varia pero se mantiene dentro de los rangos de la clase 3.3

Los diluyentes se encontraran entre los clase 3.2 y 3.3 dependiendo del tipo y el fabricante.

En nuestro caso contaremos con una bodega adyacente por lo cual debemos cumplir con lo siguiente:

### **Condiciones de Almacenamiento<sup>29</sup>**

Las cantidades máximas permitidas para almacenamiento exclusivo de líquidos inflamables en Bodega adyacente, serán las establecidas en la tabla 3 y que no cuenta con sistema automático de extinción de incendios

#### CUADRO N°4

Cantidades y alturas máximas establecidas para almacenamiento tanto en pallets como racks. Sin sistema de extinción automático de incendio

Fuente, Manual de almacenamiento de sustancias peligrosas

Clase	Máx. altura por pila (mt)	Máx. cantidad por pila (kg)	Max. Cantidad total (kg)
3.1	1.5	2500	2500
3.2	2.0	10000	10000
3.3	3.0	15500	20000

- Cuando se almacene líquidos de diferentes clases en una misma pila o estantería, se considerará todo el conjunto como la clase más restrictiva. Si el almacenamiento se realiza en pilas o estanterías separadas, la cantidad máxima almacenada estará dada por la suma de los cuocientes entre la cantidad almacenada y permitida que no superará el valor de 1.
- Los líquidos inflamables podrán almacenarse junto con sólidos inflamables. La cantidad máxima total estará dada por la suma de los cuocientes entre la cantidad almacenada y permitida que no superará el valor de 1.
- Señalización que indique su clasificación.
- Rotulación de productos según NCh 2190
- Distancias de productos a muros: 0.5 m.
- Ancho de pasillos entre pilas : 1.2 m.
- Ancho de pasillos principales : 2.4 m.

<sup>29</sup> Manual de almacenamiento de sustancias peligrosas, SEREMI de Salud,2004

## **Condiciones de construcción<sup>30</sup>**

- Puede tener dos muros comunes, cortafuego F180
- Construcción para bodega de inflamables, con entrada independiente externa con puerta F-90 mínimo.
- Muros externos: RF 120
- Muros divisorios internos de una misma bodega: RF 120 (hasta la cubierta)
- Elementos soportantes verticales: R F 120
- Elementos soportantes horizontales: R F 120
- Cubierta techo: RF < 15
- Sistema de control de derrame, siendo posible poseer elementos absorbentes que permitan retirar fácilmente el producto o bien, poseer cámara de contención exterior a la bodega.
- Bodega con un distanciamiento mínimo de 3 m, entre ella y muro medianero, en caso de almacenamiento en cantidades establecidas en tabla N°4

## **4.5 Tratamiento Materiales de Construcción.**

### **4.5.1 Tratamiento Superficial Planchas y Perfiles de Acero**

Las planchas y perfiles de acero que se compran en el comercio tienen un recubrimiento de sufrimiento para protegerlos de la corrosión producida por el contacto con el ambiente, este recubrimiento es solo para su almacenado y tiene un tiempo de duración bajo. Entre estos están:

- Una capa llamada “pasivado” o acabado en negro (llamado comúnmente Fe negro) con cromo trivalente (Cr III), exento de cromo hexavalente (Cr VI) de una excepcional resistencia a la corrosión.
- Otra forma es el acero prepintado que consiste en una delgada capa de pintura anticorrosiva del tipo epóxica.

La segunda opción nos lleva a un problema de abastecimiento, pues no siempre se encuentran en el comercio los aceros pre pintados. Otro punto es la rugosidad de la superficie, pues el pre pintado es hecho sobre la plancha lisa sin ningún tratamiento de superficial para darle rugosidad, detalle relevante a la hora de

---

<sup>30</sup> Manual de almacenamiento de sustancias peligrosas, SEREMI de Salud,2004

pintar una embarcación, pues es necesaria una buena superficie de anclaje para dar firmeza y soporte a las diferentes capas de pintura a las que será sometida.

Es por ello que se opta por adquirir del comercio el acero en negro, lo que nos da mayor versatilidad para elegir diferentes proveedores de acero.

Todo lo anterior nos lleva a que debemos disponer de un proceso para tratar la superficie del acero de tal manera que nos permita sacar la corrosión y dar rugosidad para el posterior pintado.

Uno de los procesos más usados y de mejores resultados es el ARENADO, que consiste en la proyección de partículas abrasivas a alta presión y velocidad sobre la superficie, en este proceso las partículas sufren una violenta desaceleración en el instante del impacto, transformando parte de la energía cinética en calor, parte en energía de deformación o de fractura y parte en trabajo de limpieza, restando también una parte de energía cinética que no es transformada (parte de las partículas sufren rebote).

El nombre de arenado deriva que en un principio se utilizaba arena como agente abrasivo, pero ahora también se utiliza granalla de acero o escoria de cobre (la última es la más utilizada por su menor costo). La determinación del uso de uno u otro agente abrasivo depende de varios factores, ya sean económicos, prácticos y ambientales.

En este caso se eligió la granalla de escoria de cobre por las siguientes razones:

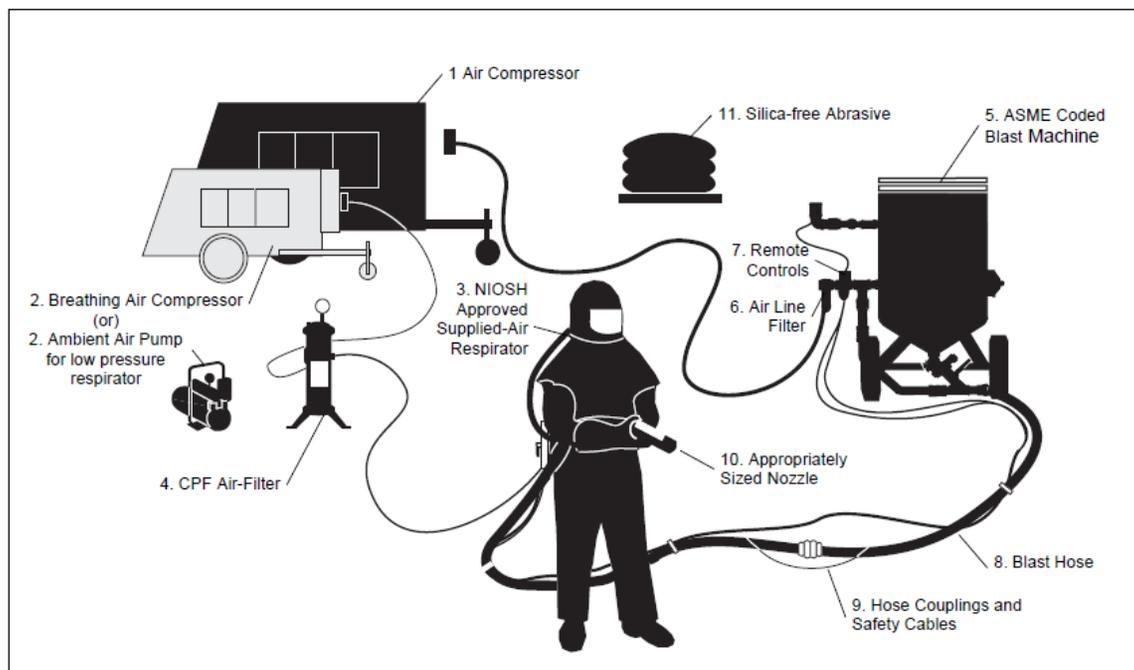
- La granalla de escoria de cobre es un abrasivo mineral, proveniente de viejos escoriales de tiempos coloniales, por lo cual están libre de contaminantes tóxicos como cianuro, arsénicos, cadmio, ácido sulfúrico y otros altamente peligrosos para la salud humana.
- Por sus características fisicoquímicas la granalla es el reemplazante ideal de las actuales arenas cuarcíferas, que se utilizan en los trabajos de "arenados" o chorreados reduciendo al mínimo los riesgos de enfermedades que produce la arena a los seres vivos y al medio ambiente alrededor de la zona de trabajo, por los bajos índices de sílice que contiene (la aspiración de polvo de arena produce una enfermedad profesional llamada silicosis)

- La granalla es un excelente abrasivo y supera notablemente a las tradicionales arenas en trabajos de chorreado (arenados), ya que rinde entre 35 a 40% más que estas y no genera el molesto polvo de los “arenados” creando una atmósfera de trabajo más grato y seguro.
- Otro punto importante es la reutilización de esta, que dependiendo de la calidad del arenado que se quiera lograr se puede utilizar 2 a 3 veces si se cuenta con los medios para la recolección de esta, lo que en definitiva puede llegar a ser más económica que la arena.

FIGURA N°4

Equipamiento para el granallado

Fuente: SIMMA



#### 4.6 Lineamiento Logístico del Proceso Productivo

Hace no muchos años los astilleros tenía un carácter casi autónomo, por la carencia de una industria auxiliar, lo que obligaba a fabricar muchos de los equipos y elementos.

Si bien esta tendencia existió, la industria ha ido evolucionando a transformarse en una industria de síntesis, donde prevalece la política de hacer solamente lo que no se puede adquirir en el mercado y es la forma de visualizar la actividad de construcción naval en el mundo.

Los modernos astilleros se han despojado de una serie de tareas que han sido sustituidos por empresas subcontratistas, entre estas podemos encontrar.

- Fundición
- Mecanizado de piezas
- Electrónica
- Carpintería
- Limpieza y pintura
- Etc.

Entre las causas que han producido y permitido esta evolución destacan.

- Comparativamente el costo de fabricación de un producto elaborado esporádicamente por un astillero será mucho mayor que si lo produce una industria especializada dedica al sector, esto debido a que el costo de producción de una unidad o de unas pocas es mayor que la fabricación en serie especializada, en donde se reduce considerablemente los costos
- Paralelamente el costo de la infraestructura necesaria para la fabricación de unos pocos elementos no se justifica.
- Otro punto se debe a la mayor flexibilidad que se consigue respecto del recurso humano, en donde se reduce el número de trabajadores y el costo que ello conlleva.
- La organización, el mantenimiento de las instalaciones y la adquisición de materiales se simplifica, ya que el campo a cubrir se hace mucho más restringido.
- Generalmente la industria auxiliar responde con rapidez y eficiencia, existiendo stock de determinados elementos, lo que reduce casi a cero los tiempos de entrega. Esto no se podría lograr en un astillero, entre otras cosas porque las fuertes inversiones que se deben hacer en infraestructura exigen una rápida amortización, lo cual no se conseguiría con la fabricación de elementos de forma aislada.

A pesar de las razones dadas es un hecho que existen astilleros que mantienen integrados a sus labores habituales, determinadas actividades que podrían ser absorbidas por industrias auxiliares, esto es posible siempre y cuando se tengan en cuenta algunas consideraciones.

- La rentabilidad de cada actividad marginal se positiva
- Que exista una autonomía administrativa para cada actividad, de tal manera que se pueda precisar la rentabilidad de esta.

Tampoco deberíamos dejar de decir que la dependencia que sufre un astillero a manos de la industria auxiliar no deja de ser una desventaja, porque en determinados momentos puede provocar un atraso en el programa de construcción como consecuencia de la no oportuna entrega de los pedidos encomendados.

La construcción naval es un proceso complicado y sumamente técnico, que exige una coordinación logística y de un claro y definido lineamiento del proceso productivo, de tal manera que la secuencia de producción sea fluida y no se generen estancamientos entre un proceso y otro.

Dado que como regla general se puede decir que para seleccionar una metodología de construcción o una tecnología específica, no hay reglas que aseguren la correcta elección, siempre es necesario tener en cuenta<sup>31</sup>:

- Que no hay dos astilleros con las mismas capacidades, no solo de instalaciones sino también técnicas y de gestión.
- Que las tecnologías constructivas a incorporar a un astillero dependerán en gran medida del coste de instalación, de la capacidad de los operarios y la posibilidad de su formación y de las ventajas producidas tanto en calidad como en coste y/o plazo
- Que no hay dos programas iguales ni casi dos barcos iguales y el tipo de barco y su complejidad puede condicionar totalmente la metodología de construcción elegida o las tecnologías a aplicar
- Que no es lo mismo construir un único barco que una serie y que el esfuerzo técnico y la inversión para desarrollar el proyecto de detalle puede ser notablemente mayor caso de tener que construirse unidades únicas.
- Que los materiales del casco pueden significar un parámetro fundamental no solo a la hora de seleccionar las tecnologías necesarias sino también a la hora de definir una estrategia constructiva
- Que los plazos de construcción establecidos para el programa son asimismo un condicionante muy a tener en cuenta.

---

<sup>31</sup> Proceso de Construcción Naval. <http://www.ingenierosnavales.com/foros/documentos>, (última visita 10-02-2013)

#### 4.6.1 Proceso Productivo

La Construcción de un buque o un artefacto naval es un proceso complicado y sumamente técnico, que requiere de gran coordinación.

Es entonces relevante tener claro las etapas del proyecto, ya que, estas definirán el lineamiento del proceso productivo.

Primeramente se debe diseñar la nave o artefacto naval requerida por el armador, basándose en la normativa vigente, tanto nacional como internacional, todo esto considerando el espiral de diseño que es una forma conocida e inequívoca de los pasos a seguir en este proceso.

FIGURA N°5 Espiral de Proyecto

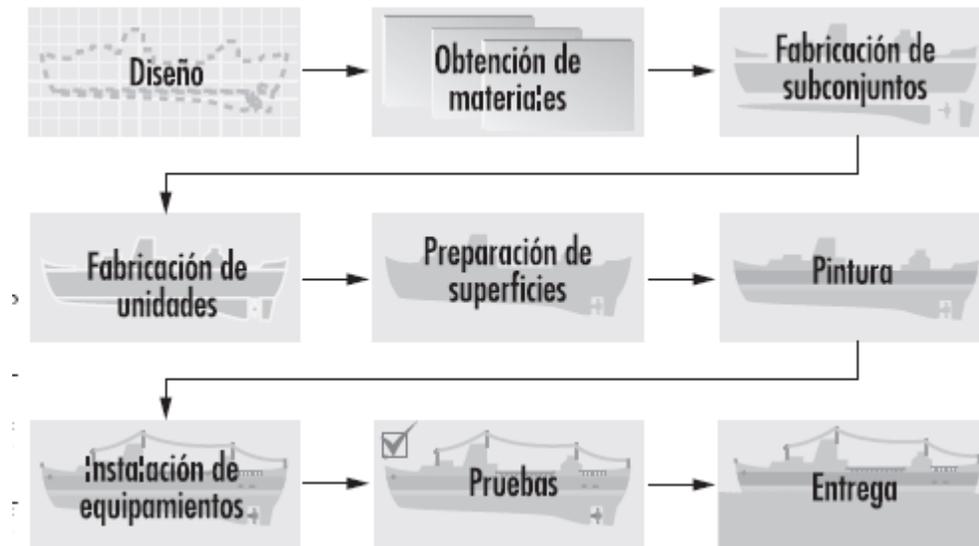
Fuente: [www.mundocruceros.com](http://www.mundocruceros.com)



Una vez definido el proyecto se puede iniciar con la construcción del mismo siguiendo los procesos como a continuación se describe.

FIGURA N° 6 Diagrama de flujo de la construcción naval

Fuente: Construcción de navíos ABS



#### 4.6.2 Distribución en Planta o Lay-out

La distribución en planta consiste en la determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible.

Los objetivos de un estudio de distribución en planta busca la máxima eficiencia en los procesos de la empresa, implantando los sistemas de fabricación de la forma más productiva posible.

La solución adoptada para la distribución en planta puede mejorar los siguientes factores<sup>32</sup>.

- Incremento en la producción
- Mayor utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios
- Disminución de los retrasos en la producción
- Reducción del tiempo fabricación
- Ahorro de espacio utilizado
- Reducción de movimientos de materiales
- Reducción de material semielaborado en proceso
- Reducción de trabajo administrativo e indirecto

<sup>32</sup> Manual 19 Distribución en planta, Centro Europeo de Empresas Innovadoras, 2008

- Mayor facilidad de supervisión de los trabajos
- Mejora del orden
- Reducción de los materiales dañados por manipulación
- Mayor satisfacción del trabajador por mejora de las condiciones ambientales
- Mejora de la seguridad en el trabajo

El método utilizado para lograrlo es la ordenación física de los elementos presentes en una industria mediante una sistemática de análisis y consideración de soluciones:

- Espacios necesarios para el movimiento del material y las personas.
- Almacenes: materia prima, terminados y semielaborados.
- Ubicación de los trabajadores directos (producción).
- Espacio necesario para las tareas de trabajadores indirectos: mantenimiento, calidad, etc.
- Maquinaria e instalaciones.

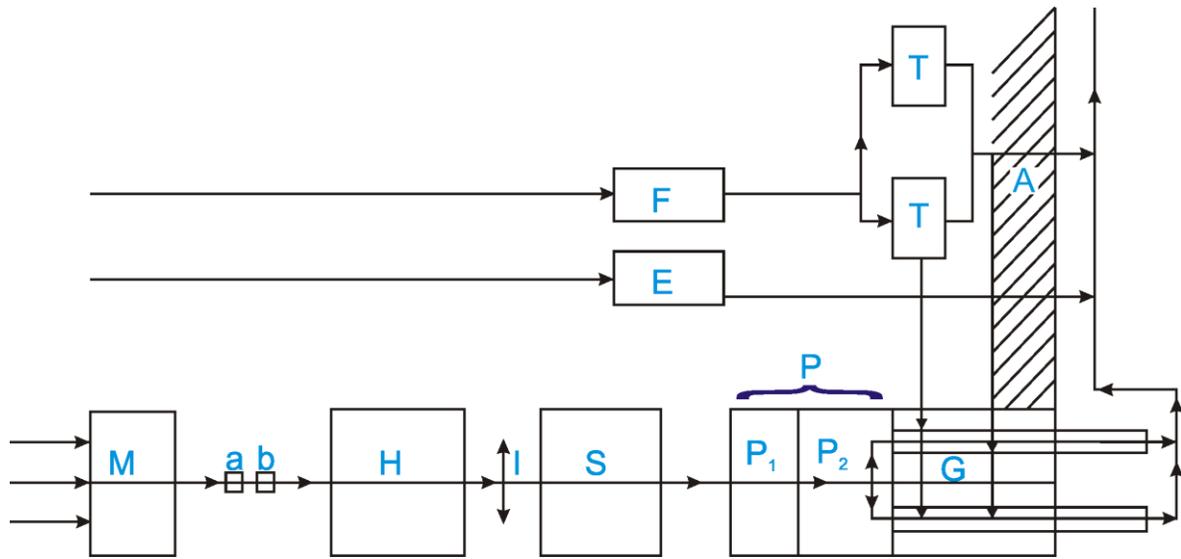
#### **4.6.3 Lay-out Astillero**

Es de vital importancia analizar la distribución en planta del astillero, para definir las zonas de flujo de materiales, acopio de materiales, talleres, bodegas, oficinas, etc. De tal manera de distribuirlos de la mejor manera posible para que conjuguen de manera homogénea y sinérgicamente para llevar a cabo la construcción de un producto final que es el barco.

Una distribución idealizada sería la siguiente, ya que, sigue el flujo del proceso productivo. En base a esta distribución, a las limitaciones del terreno y al proceso productivo debemos definir la distribución de planta de nuestro Astillero

Figura N°4 Distribucion de un astillero tipo

Fuente: Colegio de Ingenieros Navales y Oceanicos, Madrid<sup>33</sup>



M: parque de acero

a,b: aplanadoras , granalladoras e imprimadoras

H: taller de elaborado de acero

I: almacenamiento intermedio

S: taller de soldadura

P: zona de prefabricación

G: grada o dique de construcción

E: almacenes

T: talleres de armamento

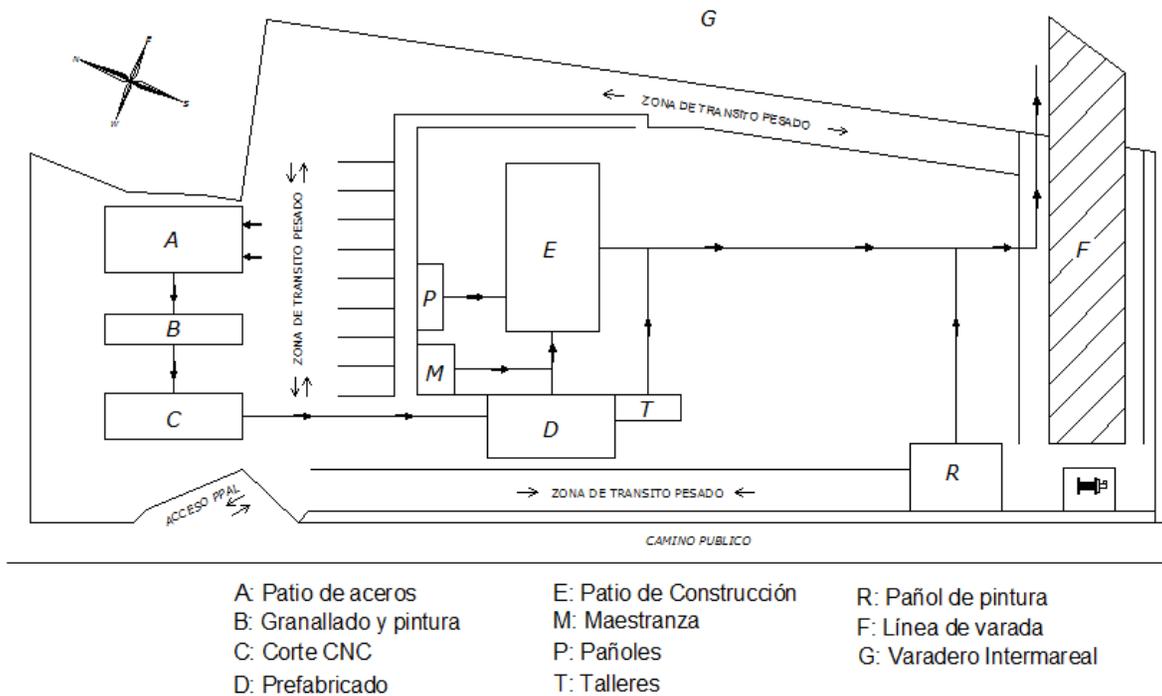
F: almacén

A: muelle de armamento

<sup>33</sup> Ingeniería Naval y Medio Ambiente, Colegio de Ingenieros Navales y Oceánicos, Madrid

Figura N°5 Lay-Out Astillero

Fuente: Elaboración propia



La distribución final es resultado de un análisis exhaustivo de la manera más idónea de llevar a cabo el proceso productivo tomando en consideración principalmente las limitaciones geográficas, los accesos vía terrestre y el mejor ordenamiento de las partes en un terreno de reducida superficie.

El acceso al astillero se encuentra por el sector norte, lo que limita a que el patio de aceros este lo más próximo a este, debido a que los camiones que los transportan son de grandes dimensiones y poca maniobrabilidad.

El sistema de varada se definió por un tema económico, y la disposición de este dentro de las instalaciones del astillero obedecen también a un principio de espacio y principalmente de operatividad, ya que como bien sabemos la desvarada o etapa de lanzamiento del buque es la última del proceso, antes de las pruebas de mar.

Se definió una carrera longitudinal pues es la que ocupa menor porción de playa, la que puede ser ocupada para otros fines como un varadero intermareal. Otro factor es que al dejarla al extremo del astillero permite realizar reparaciones en la línea de varada sin interferir en el proceso de producción, y principalmente aísla los ruidos molestos que produce el granallado.

Los demás espacios se ordenaron siguiendo el diagrama de flujo de una construcción naval típica, de manera que no haya retrocesos, evitando realizar la menor cantidad de movimiento de equipos y materiales.

Como se aprecia en el lay-out, la línea de producción es continua, y sigue las etapas naturales del proceso, de tal manera que en:

A: Se reciben los aceros necesarios para la construcción de la nave o artefacto naval, que llegan por medio de camiones desde las plantas distribuidoras, principalmente planchas y perfiles.

B: Se granallan los aceros y se pintan con una mano de pintura anticorrosiva para protegerla de la corrosión, esto contribuye que en la etapa final de pintura solo será necesario granallar los cordones de soldadura, y no toda la nave.

C: Aquí se cortaran por medio de equipos de corte por plasma los aceros a las dimensiones necesarias para los diferentes prefabricados.

D: En esta zona se unirán las piezas ya cortadas para prefabricar los diferentes elementos de la nave o artefacto naval ya sean, cuadernas, quilla, misceláneos, etc.

M: Aquí se mecanizaran piezas necesarias para la nave, ejemplos, ejes propulsores, pasadores de rampas, etc. y tiene una directa relación con el prefabricado.

E: En esta zona se construirá el buque o el artefacto naval.

T: Aquí se prefabrican la carpintería y la electricidad.

R: Aquí se guardaran los materiales necesarios para dar los diferentes esquemas de pintura a la nave antes de su lanzamiento al agua.

F: Aquí se lanzara la nave al agua, por medio de carros sobre rieles.

G: Es una zona de varadero para naves en reparaciones menores que no comprometan la integridad del casco.

## 5 ANTECEDENTES TECNICOS PARA LA HABILITACION DE EL ASTILLERO SEGUN O-72/013 DGTM y MM

### 5.1 Concesión Marítima

La concesión marítima es un requisito fundamental y restrictivo a la hora de instalar un astillero, ya que, sin el decreto que otorgue la concesión marítima de la playa aledaña al astillero no obtendremos la certificación como tal<sup>34</sup>.

Esta concesión marítima es otorgada por el Ministerio de Defensa y la Dirección de Territorio Marítimo y Marina Mercante, por medio de un Decreto Supremo<sup>35</sup>.

Las diferentes concesiones se clasifican según el Reglamento de Concesiones Marítimas como sigue:

- a) Concesión marítima mayor: aquella cuyo plazo de otorgamiento exceda de 10 años o involucre una inversión superior a las 2.500 Unidades Tributarias Mensuales (UTM), de acuerdo a la ponderación que realice el Ministerio.
- b) Concesión marítima menor: aquella que se otorga por un plazo superior a 1 año y que no excede de 10 años e involucre una inversión igual o inferior a las 2.500 Unidades Tributarias Mensuales (UTM)
- c) Permiso o autorización: aquella concesión marítima de escasa importancia y de carácter transitorio y cuyo plazo no excede de un año.
- d) Destinación: aquella concesión marítima otorgada por el Ministerio a servicios fiscales, para el cumplimiento de un objeto determinado.

En nuestro caso se solicita una concesión menor, porque, involucra valores de inversión dentro de los rangos que se indican, posteriormente esta concesión puede ser renovada.

Nuestro astillero como se mencionaba en la distribución de planta necesitara un zona habilitada como grada de lanzamiento para los buques una vez construidos y sitios de varaderos para naves que requieran reparaciones menores.

Cabe señalar que la bahía en donde se encuentra emplazado nuestro proyecto, producto de las mareas queda totalmente al descubierto en bajamar, por lo cual tenemos una gran superficie de playa para poder ser usada como varadero intermareal (entre pleamar y bajamar), esto también contribuye a tener una idea clara de las características geográficas de la playa.

---

<sup>34</sup> Circular DGTM y MM Ordinario N°072/013, Autor: Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante, 2004

<sup>35</sup> D.S N°2 Reglamento sobre concesiones marítimas, Ministerio de Defensa, 2005

La concesión costa de 5 sitios destinado a diferentes propósitos:

- Sitio 1, destinado a relleno para ampliar la superficie de trabajo del astillero.
- Sitios 2 y 4 destinados a varadero intermareal, para realizar mantenimientos que no comprometan la integridad del casco de la nave.
- Sitios 3 y 5 destinados a rampa con el propósito de instalar nuestra línea de lanzamiento según convenga.

Figura 7 Plano General Concesión

Fuente Elaboración Propia

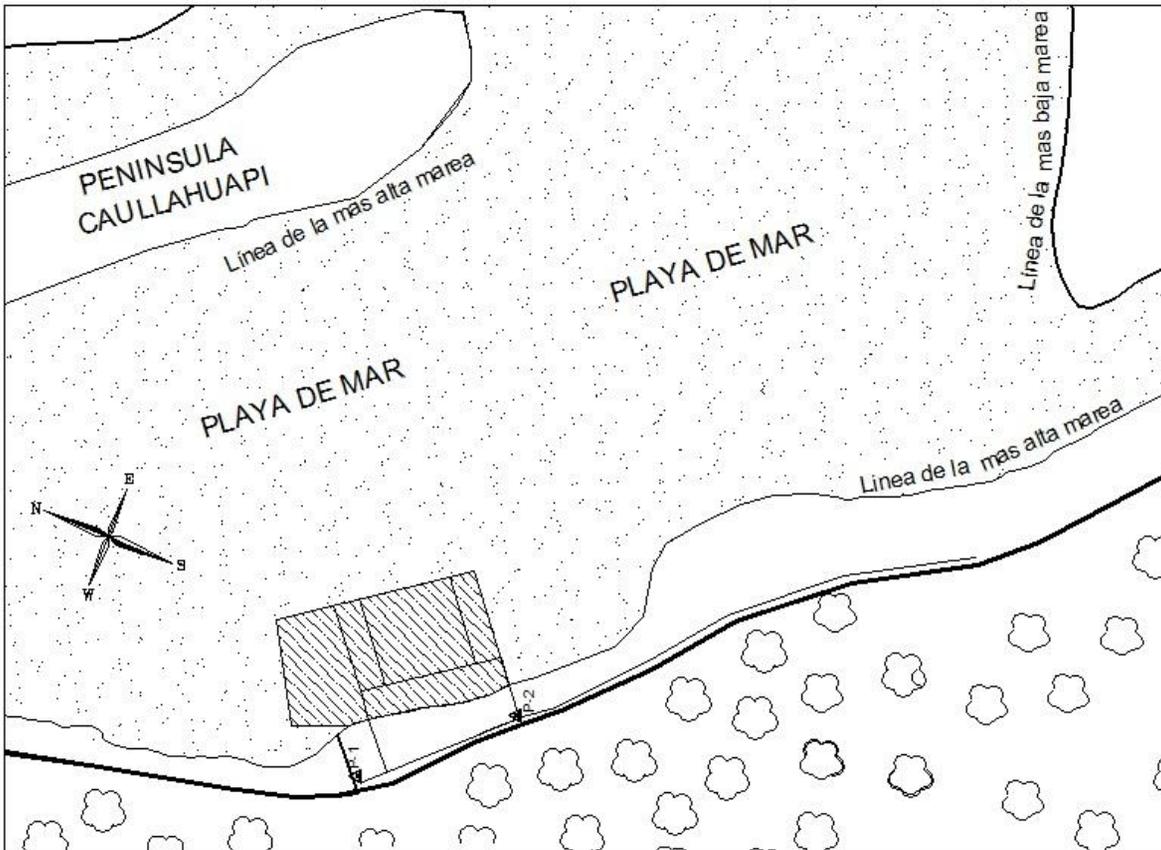
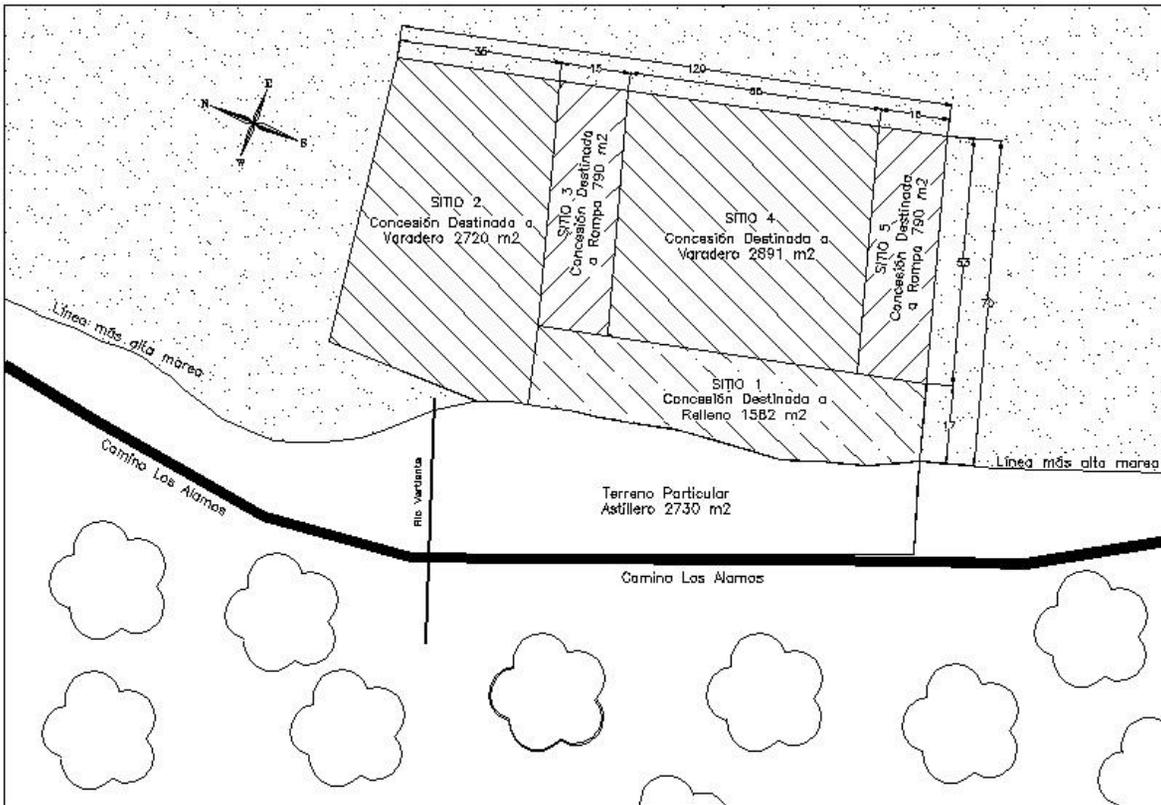


Figura N°8 Detalle Sitios Concesión marítima

Fuente Elaboración propia



### 5.1.1 Proceso para la Obtención de la Concesión Marítima

#### Solicitud y Tramitación<sup>36</sup>

La Solicitud de la concesión marítima debe ser presentada por el interesado en la Capitanía de Puerto correspondiente en un expediente que contenga, en dos ejemplares, el formulario de solicitud y planos, estos últimos debidamente respaldados para la utilización de medios electrónicos.

Una vez presentado el expediente, el Capitán de Puerto verificará, en un plazo no superior a 10 días hábiles, en coordinación con un Asesor Técnico de la Subsecretaría, que todos los antecedentes e informes reglamentarios estén completos y conformes.

Recibido el expediente conforme, el Capitán de Puerto devolverá un ejemplar al interesado, debidamente visado y fechado, adjuntando el certificado que acredita que la solicitud ha sido ingresada al S.I.A.B.C. (Sistema Integrado de Administración de Borde Costero), asimismo hará llegar un ejemplar directamente a la Subsecretaría de Marina.

<sup>36</sup> Capítulo IV D.S N°2 Reglamento sobre concesiones marítimas, Ministerio de Defensa, 2005

El expediente de solicitud de concesión marítima menor deberá contener los siguientes documentos:

- a) Solicitud dirigida al Ministro o al Director, según corresponda, de acuerdo al formato obtenido del S.I.A.B.C.
- b) Plano en papel y en formato digital de la concesión solicitada y plano de su ubicación
- c) En el caso de que se soliciten terrenos de playa, deberá acompañarse copia autorizada de la inscripción de dominio del inmueble en favor del Fisco, con certificación de vigencia.
- d) Se incluirán también los siguientes certificados:
  - Del Servicio de Impuestos Internos con el valor de la tasación fiscal del metro cuadrado del sector de terrenos de playa y de playa y el comercial de las mejoras fiscales incluidas en la solicitud.
  - de la Dirección de Obras Municipales correspondiente, si la solicitud comprende terrenos de playa urbanos
  - de la Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca, respecto de si hubiere solicitudes de concesiones de acuicultura ya otorgadas o en trámite
  - de la Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas, cuando se trate de terrenos de playa rurales, acerca de si los sectores solicitados en concesión afectan programas de vialidad y/o de obras portuarias
  - del Servicio Agrícola y Ganadero, en cuanto a si en el radio de 2 Kms. Que rodea al sector pretendido existen guaneras o es lugar de aposentamiento de aves guaníferas.
  - de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, respecto de si las obras proyectadas y el destino que se pretende dar a la concesión marítima se ajusta al uso de suelo, cuando se trate de terrenos de playa ubicados en sectores rurales.
- e) Anteproyecto de las obras que se desea ejecutar en los bienes que se solicitan, indicando los plazos y el capital que se invertirá.

### **Legalización y Entrega de la Concesión<sup>37</sup>**

Una vez aprobado el decreto que otorga la concesión marítima, la autoridad marítima notificará por medio de carta certificada al concesionario, este deberá reducir a escritura pública el decreto de concesión dentro del plazo de 30 días contados desde la fecha en que la autoridad marítima notifique.

La entrega material de la concesión se hará efectiva por el Capitán de Puerto mediante un acta, una vez cumplidas las exigencias de la legalización. Para estos efectos, la Capitanía de Puerto, mediante carta certificada, informará al interesado el día y la hora en que hará efectiva la entrega. Tratándose de terrenos de playa o playa, la autoridad marítima, al momento de la entrega de la concesión, verificará que el interesado demarque en forma visible, en el terreno, los deslindes de ésta y que incorpore un letrero indicando la calidad de concesión marítima y el número de decreto supremo que la otorgo.

### **Rentas y Tarifas<sup>38</sup>**

Todo concesionario pagará, por semestres o anualidades anticipadas, según lo determine el respectivo decreto supremo o resolución, una renta mínima equivalente al 16% anual del valor de tasación de los terrenos practicada en cada caso por la oficina del Servicio de Impuestos Internos correspondiente, sobre los terrenos concedidos.

En nuestro caso los Astilleros y Varaderos solo pagaran una tarifa establecida por esta norma que:

Astilleros y Varaderos, Pagarán por m<sup>2</sup> de superficie total concedida 0,006 UTM

Rampas, Pagarán por metro lineal de la playa correspondiente al ancho de la faja utilizada 0,10 UTM

### **Caducidad y Término de la Concesión<sup>39</sup>**

Son causales de caducidad de la concesión marítima, ya otorgada, los siguientes infracciones:

- a) El atraso en el pago de la renta y/o tarifa de la concesión, correspondiente a un período anual o a dos períodos semestrales.
- b) La infracción de cualquier disposición del D.F.L. N° 340 (Decreto con Fuerza de Ley sobre concesiones marítimas), de 1960, o del presente

---

<sup>37</sup> Capítulo V D.S N°2 Reglamento sobre concesiones marítimas, Ministerio de Defensa, 2005

<sup>38</sup> Capítulo XI D.S N°2 Reglamento sobre concesiones marítimas, Ministerio de Defensa, 2005

<sup>39</sup> Capítulo VIII-IX D.S N°2 Reglamento sobre concesiones marítimas, Ministerio de Defensa, 2005

reglamento, siempre que la Autoridad Marítima no la califique de menos grave, en cuyo caso de aplicarán las medidas contempladas en el artículo 47.

c) El incumplimiento de alguna de las obligaciones establecidas en el decreto que otorgó la concesión.

Son causales de terminación de la concesión las siguientes:

- a) La muerte del concesionario.
- b) El vencimiento del plazo.
- c) El término del objeto para el cual se otorgó.
- d) La destrucción de las mejoras fiscales entregadas en concesión.
- e) La transferencia o cesión efectuada con consentimiento del Estado.
- f) El acuerdo mutuo del Estado y del concesionario.
- g) El desahucio dado por el Estado al concesionario.
- h) La terminación de la concesión decretada por el Estado.

## 5.2 Estudio de la resistencia del Suelo

El suelo debe ser lo suficientemente resistente para soportar los picaderos en donde se construirá la nave, así también la carrera de lanzamiento y las estructuras e instalaciones.

Por lo tanto es primordial conocer las características de este para comprobar que tenga la resistencia suficiente o en caso contrario adoptar las medidas para su mejoramiento

La manera de estudiar las características del suelo es mediante un estudio de mecánica de suelos en donde se realizan diferentes evaluaciones en un laboratorio tales como<sup>40</sup>:

- Indicadores granulométricos
- Caracterización del espacio poroso
- Conductividad hidráulica
- Densidad aparente
- Resistencia al corte
- Ensayos odométricos
- Ensayo proctor
- 

---

<sup>40</sup> Mecánica de suelos en la ingeniería práctica, Autor :Terzaghi, Kart , Año 1973

También es preciso señalar que para obtener las características del suelo es necesario contar con los siguientes análisis.

Perfil estratigráfico en tres calicatas de 4 m. de profundidad cada una. De cada estrata se determinara:

- Granulometría
- Límites de Atterberg.
- Clasificación U.S.C.S.
- Ensaye C.B.R.
- Densidad natural.
- Ensaye de compresión simple.
- Determinación de cargas admisibles del terreno.
- Recomendación de fundaciones.
- Recomendaciones para el diseño de pavimentos exteriores e interiores.
- Recomendaciones de relleno granular.
- Clasificación de suelo, según norma sísmica.
- Recomendaciones sobre tratamiento de napas subterráneas.
- Ensaye de absorción del terreno en superficie a 1 m de profundidad y 2 m de profundidad.
- Croquis de ubicación.

### **5.3 Sistema de Varada y Desvarada**

El Astillero propuesto debe contar con un sistema de desvarada para las construcciones nuevas y uno de varada para las naves o artefactos navales que ingresen a reparaciones.

En la actualidad existe una amplia gama de sistema para realizar maniobras de varada y desvarada y el uso de una u otra depende de varios factores como capacidad de levante, características físicas del terreno, factibilidad económica, etc.

Entre estos podemos encontrar:

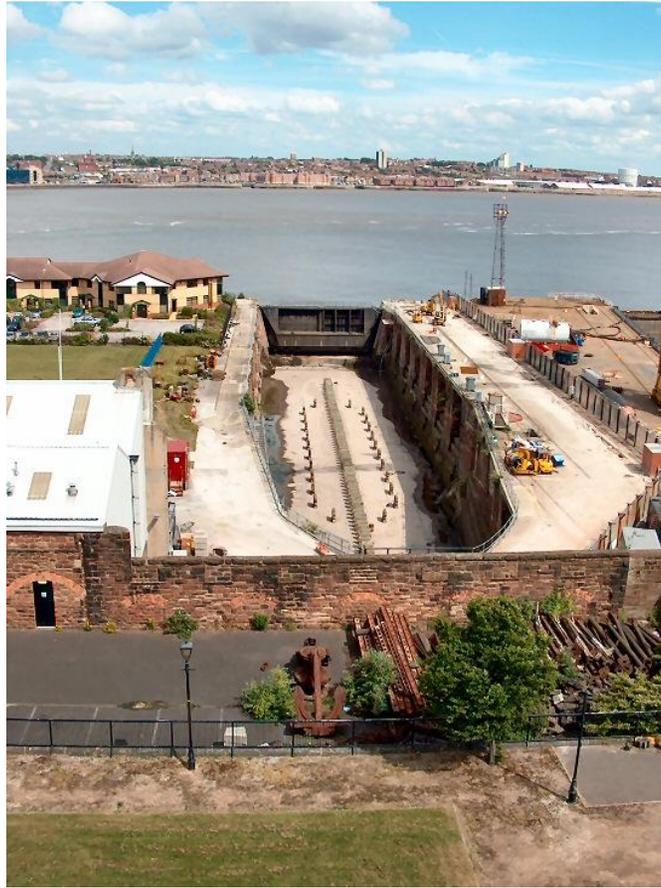
#### **a) Diques Secos**

Es una estructura diseñada para varar embarcaciones, posee una compuerta de gran resistencia que permite que ingrese el agua al dique inundándolo completamente, luego se ingresa la nave a varar dejándola ubicada sobre los picaderos diseñados para esta, posteriormente se cierra la compuerta y con un sistema de bombas se desaloja el agua para dejar la embarcación en seco sobre

los picaderos. Aquí lo más importante son las dimensiones del dique lo que determinara el tamaño de las naves que puedan ingresar.

Figura N°9 Dique seco

Fuente [www.google.com](http://www.google.com)

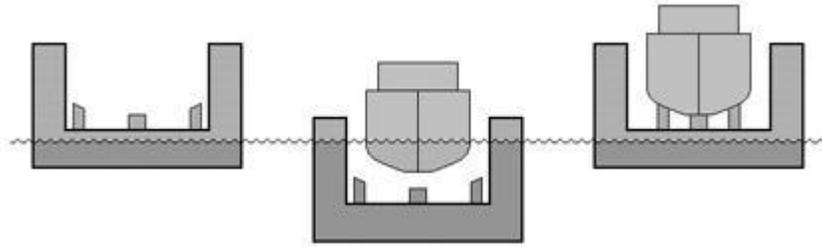


#### b) Diques Flotantes

Es un artefacto naval semi-sumergible capaz sumergirse lo suficiente para permitir la entrada de un navío o artefacto naval. Este proceso lo realiza llenando una serie de estanques de lastre que le permiten sumergirse hasta lograr el calado suficiente para ingresar la nave en cuestión, una vez que la nave se encuentra en posición sobre sus picaderos, por medio de bombas se desaloja el agua de sus estanques de lastre aumentando su flotabilidad hasta dejar su cubierta fuera del agua. Aquí lo más importante son las dimensiones del dique y su capacidad de levante en toneladas.

Figura N°10 Dique flotante

Fuente [www.vadebarcos.wordpress.com](http://www.vadebarcos.wordpress.com)

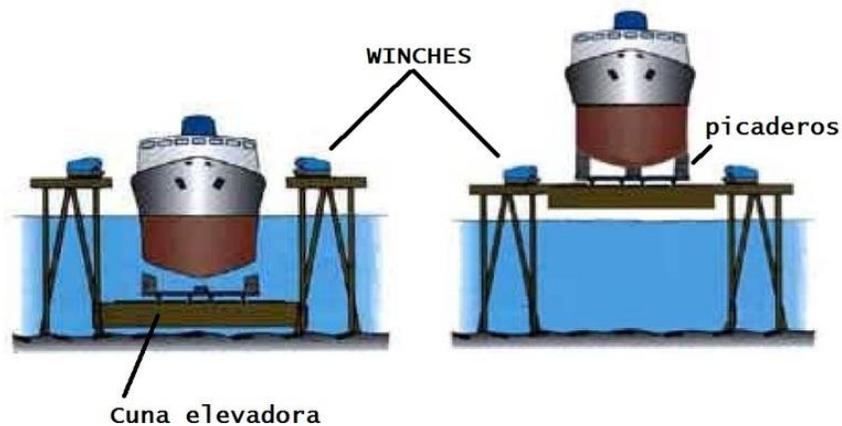


c) Syncrolift

Consiste en una plataforma capaz de ser sumergida y levantada por medio de un sistema eléctrico o hidráulico (winches o cilindros hidráulicos). El proceso consiste en dejar sumergida la plataforma hasta la profundidad que se requiera según el calado de la nave a ingresar y luego levantarla fuera del agua por medio de algunos de los sistemas ya mencionados.

Figura N°11 Syncrolift

Fuente [www. http://venemil.foroactivos.net](http://www.venemil.foroactivos.net)



d) Varadero tipo ferrocarril marino (marine railways)

Este tipo de sistema se basa en un carro que se desplaza sobre rieles tirado por un winche eléctrico o hidráulico. Es uno de los primeros sistemas utilizados y uno de los de mayor uso actualmente, ya que no requiere de gran tecnología, lo que lo hace menos costoso que los sistemas anteriores.

Figura N°12 Carro sobre rieles

Fuente [www.vadebarcos.wordpress.com](http://www.vadebarcos.wordpress.com)



e) Sistema de bolsas de aire marinas (Rubber airbag)

Consiste en desplazar la nave o artefacto naval sobre cilindros de caucho con aire a presión (rubber airbag) que se colocan a lo largo de la carrera de lanzamiento.

Figura N°13 Rubber airbag

Fuente [www.ozdemar.com](http://www.ozdemar.com)



f) Transportador móvil de barcos

Consiste en una grúa pórtico móvil capaz de desplazarse de manera autónoma sobre neumáticos, la cual mediante eslingas levanta la nave. Se usa principalmente para yates y cruceros menores.

Figura N°14 Transportador de barcos

Fuente [www.cimolaitechnology.com](http://www.cimolaitechnology.com)



### 5.3.1 Diseño de la Línea de Varada y Desvarada.

De los sistemas que hemos visto el que mejor se adapta a nuestras condiciones es el varadero del tipo ferrocarril marino, en ingles Marine Railways, esto debido a varias razones:

- El costo de construcción es menor que los demás.
- Es de rápida operación.
- La pendiente de la línea puede adaptarse en muchos casos a la pendiente natural de terreno. Esto elimina los costos de dragado y movimiento de tierra.
- El sistema nos sirve tanto para varada y desvarada.
- Permite transferir los buques dentro del astillero con relativa facilidad.

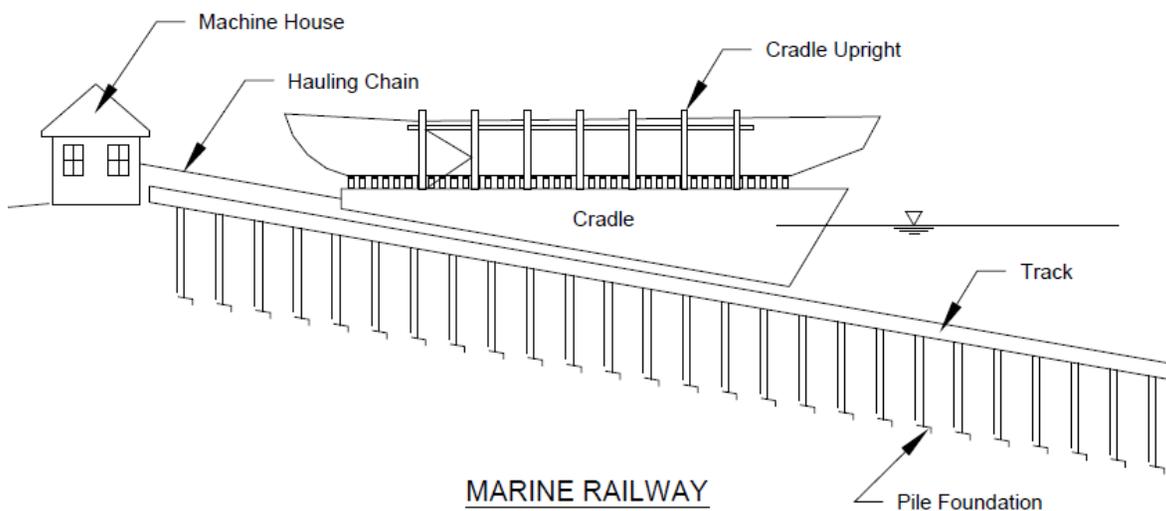
Existen varaderos de carrera longitudinal y de carrera transversal, la utilización de uno u otro dependerá de la distribución del astillero, en nuestro caso utilizaremos una carrera longitudinal.

Esta línea de varada se compone de:

- a) Carro de varada
- b) Línea inclinada en una fundación
- c) Cadena de tiro (o cable)
- d) Maquinaria de tiro

FIGURA N°15 Componentes de un sistema de varada tipo ferrocarril marino

Fuente: DOCKMASTER TRAINING MANUAL



### 5.3.2 Diseño y Cálculo del Carro de Varada

#### a) Determinación del tipo de carro

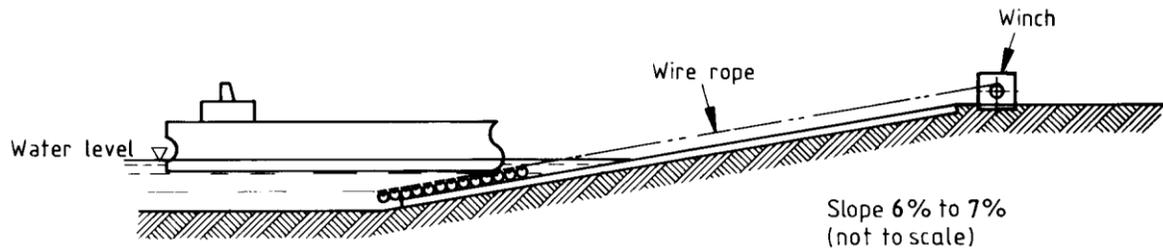
La forma del carro se diferencia principalmente en si su cubierta es inclinada o si es paralela a la superficie del mar, los primeros se conocen como carro plano y los segundos como carro con contrapendiente o cuña.

##### - Carro Plano

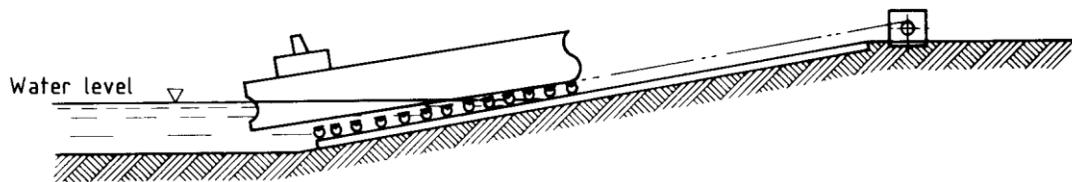
La cubierta del carro, en donde se apoya el buque tiene la misma inclinación de la grada de lanzamiento, por lo cual la nave una vez varada quedara con un trimado dependiendo de la pendiente de esta.

## FIGURA N°16 Carro plano

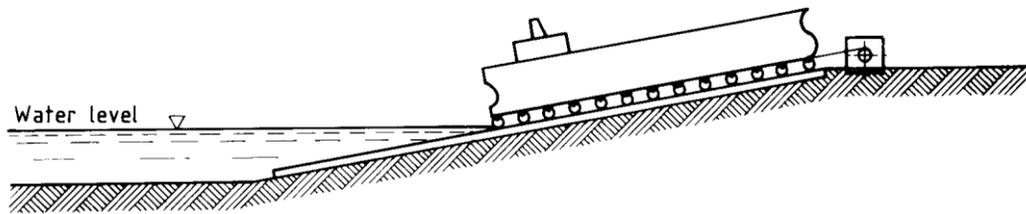
Fuente: British Standard 6349-3



(a) Slipping: stage 1



(b) Slipping: stage 2



(c) Slipping: stage 3

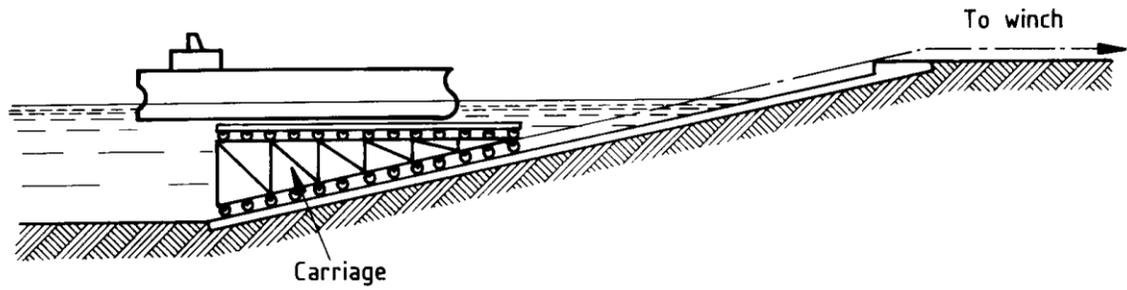
### - Carro con contrapendiente o tipo cuña

Este tipo de carro a diferencia del plano tiene su cubierta paralela al plano de flotación de la nave con lo cual:

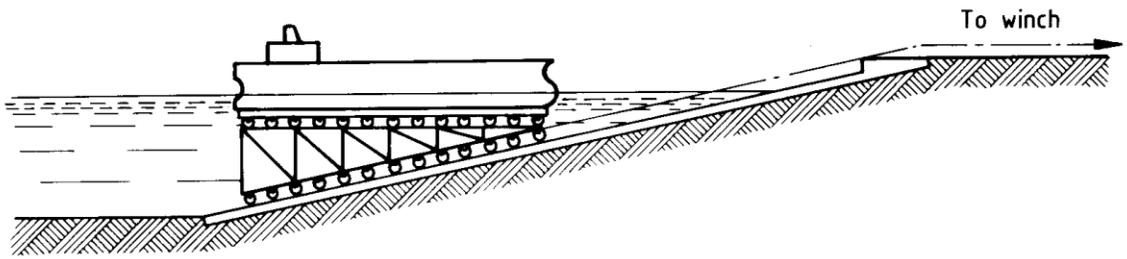
- Se evita el trimado de la nave una vez varada.
- Se evita el momento de giro de la nave lo que reduce los esfuerzos en las vigas de proa.
- Se evita construir una carrera curva necesaria en un carro plano para quedar en paralela con la línea de transferencia.
- También permite la fácil transferencia una vez varado dentro del astillero.

Analizada la forma en que se hará la transferencia de embarcaciones en tierra, la pendiente de la grada, se llegó a la conclusión que el carro tipo cuña brindara las mejores condiciones de trabajo.

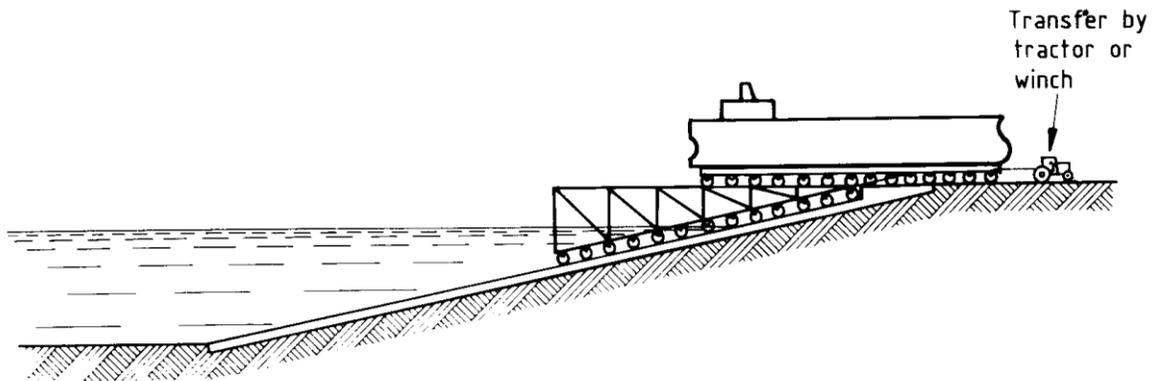
FIGURA N°17 Carro tipo cuña  
Fuente: British Standard 6349-3



(a) Docking: stage 1



(b) Docking: stage 2



(c) Docking: stage 3

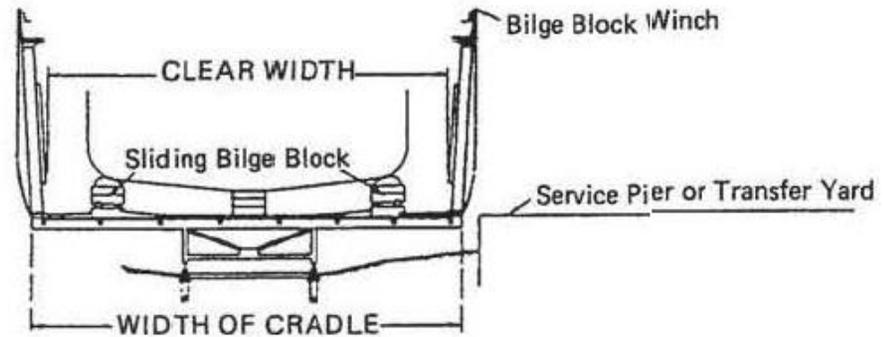
## b) Dimensiones principales

La elección de las dimensiones del carro dependerá del tamaño de las naves y artefactos navales a varar y desvarar considerando la nave más grande según el peso máximo de 200 toneladas de desplazamiento liviano. En este caso se consideró una nave que sobrepase esta carga, de tal manera de asegurar que se pueda cargar cualquier nave de peso menor.

A continuación se muestran algunas dimensiones típicas de carros de varada, aunque estas se deben adaptar a nuestros requerimientos.

FIGURA N°18 Dimensiones típicas de carros

Fuente: Design of marine facilities for the berthing, mooring, and repair of vessels



LIFTING CAPACITY in tons of 2000 lbs.	LENGTH OVER KEEL BLOCKS in feet	LENGTH OVER DECK in feet	WIDTH OF CRADLE in feet	CLEAR WIDTH in feet	DEPTH FORWARD in feet	DEPTH AFT in feet
100	78	78	30	26	6	11
200	90	90	32	26	6	11
300	102	102	34	28	7	12
400	115	115	36	30	7	12
500	128	128	38	32	8	13
600	140	150	40	33	8	13
800	160	172	42	35	9	14
1000	180	195	44	37	9	14
1200	200	215	46	39	10	15
1500	220	235	50	42	11	16
2000	240	255	54	46	12	17
2500	270	285	56	48	12	17
3000	300	320	60	52	13	18
3500	320	340	65	57	13	18
4000	340	360	70	62	14	18
4500	360	380	72	63	14	18
5000	380	400	74	65	15	19
6000	400	420	76	67	16	20
7000	420	450	77	69	17	21
8000	440	470	78	72	18	22

También se debe considerar la forma y tipo de nave a la que está orientado el astillero y las que principalmente operan en la zona.

Se recomienda también que la separación del sistema de rodado sea entre la mitad de la manga de la nave mayor, o un tercio de la manga del carro<sup>41</sup>.

Tabla N°1 Naves Características

Fuente Elaboración propia

Tipo de Nave	Eslora	Manga	Calado	Desplazamiento	Casco
	mt	mt	mt	ton	
Catamarán	23	8	1,3	60	Acero
Pesquero	36,5	7,925	2,2	260	Acero
Pontón Alimentador	22	8,96	1,1	180	Acero

<sup>41</sup> Heger Dry Dock, Dockmaster Training Manual, 2005

Las dimensiones se definieron considerando la tabla propuesta, ajustando las medidas ya que gran mayoría de nave de la zona son menores, las cuales no sobrepasan los 25 metros de eslora, por lo tanto se define un carro de:

Eslora= 19,5 metros

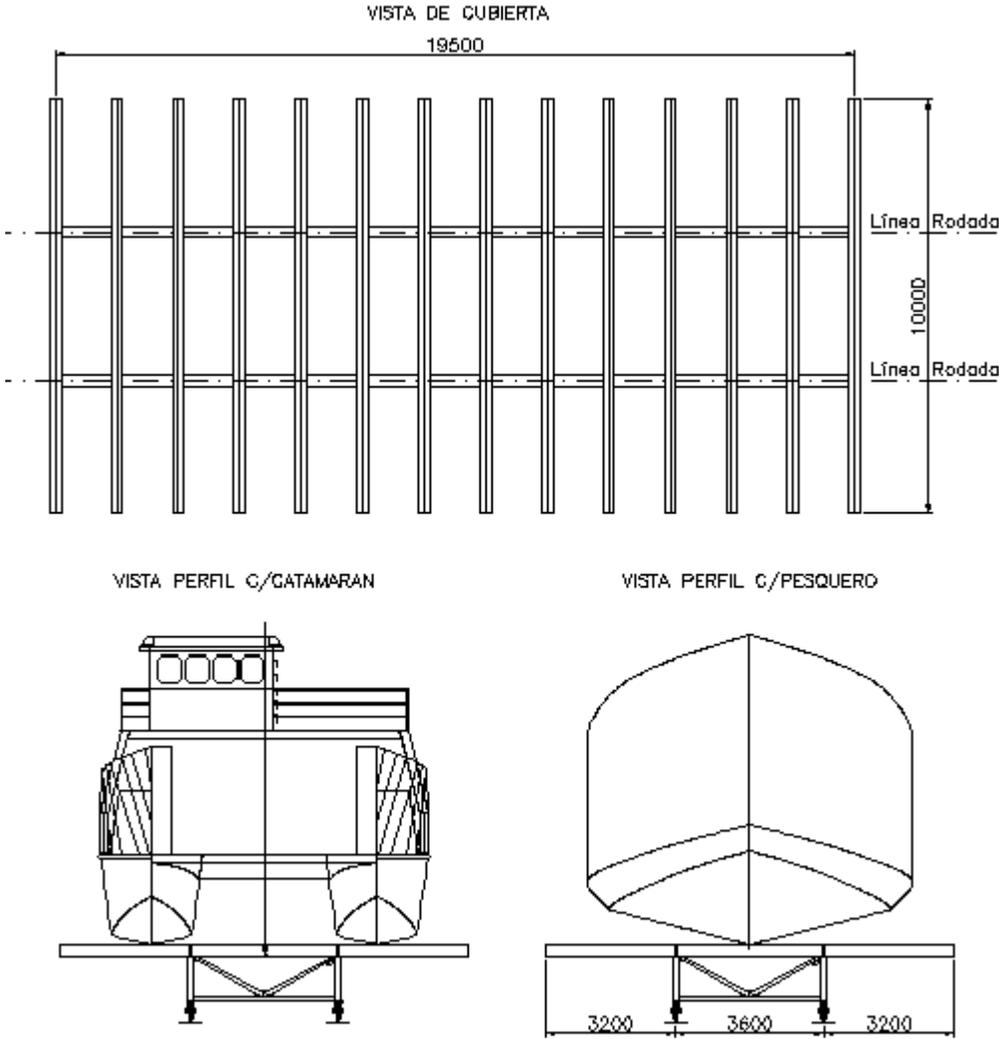
Manga= 10 metros

Separación líneas de rodado= 3,6 metros

Numero de vigas transversales=14

FIGURA N°19 Dimensiones principales del carro

Fuente: Elaboración propia



### c) Cálculo viga maestra transversal

La norma British Standard 6349-3 nos entrega algunas condiciones de carga que se deben considerar al diseñar un varadero.

- Carga durante la construcción de la nave, a medida que se arman los bloques.
- Carga transferida para el lanzamiento, una vez que se monta la nave sobre el carro
- Carga concentrada en el momento del lanzamiento (carro plano), carga en el momento que la nave gira producto del momento de empuje una vez que la nave ingresa al agua.
- Carga concentrada al inicio del deslizamiento, a medida que ingresa por la curva de la grada, en caso de líneas curvas.
- Carga a medida que la nave sale del agua y pierde flotabilidad.
- Intensidad máxima de carga sobre superficie y rieles, carga máxima sobre las ruedas debe ser entre 30 y 40 toneladas.
- Cargas dinámicas durante el lanzamiento, se debe aumentar en un 25% las cargas estáticas.

En nuestro caso no tenemos una línea curva por lo que varias de las condiciones de carga anteriores no se consideran; dicho esto las condiciones más desfavorables a las que estará sometido el carro serán:

- **Carga total de la nave sobre el eje de las vigas centrales**

Se supondrá un buque apoyado completamente sobre las vigas centrales, una vez que este sale totalmente fuera del agua:

$$P = \frac{1,25 \times \Delta}{n}$$

Dónde:

$\Delta = 200$  Toneladas

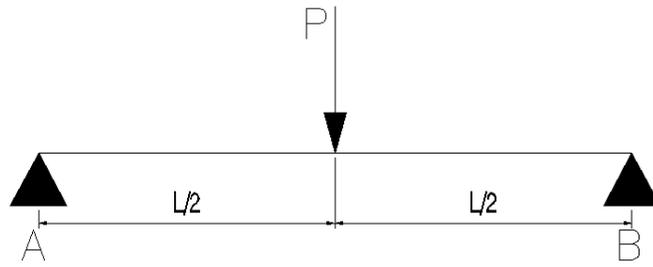
$n = 14$

1,25 = Porcentaje debido a fuerzas dinámicas<sup>42</sup>

$$P = \frac{1,25 \times 200}{14} = 17,857 \text{ toneladas}$$

---

<sup>42</sup> British Standard 6349-3,1988



Se analizara el esfuerzo máximo de flexión a la que estará sometida la viga producto de la fuerza P, este esfuerzo máximo se encuentra en el centro de la viga.

$$w = \frac{P \times L}{4 \times \sigma}$$

$$L = 360 \text{ cm}$$

$$\sigma = 250 \text{ MPa, acero A36}^{43} \text{ usando un factor de seguridad de } 2 \sigma = 1274 \text{ Kg/cm}^2$$

$w =$  módulo resistente del perfil,  $\text{cm}^3$

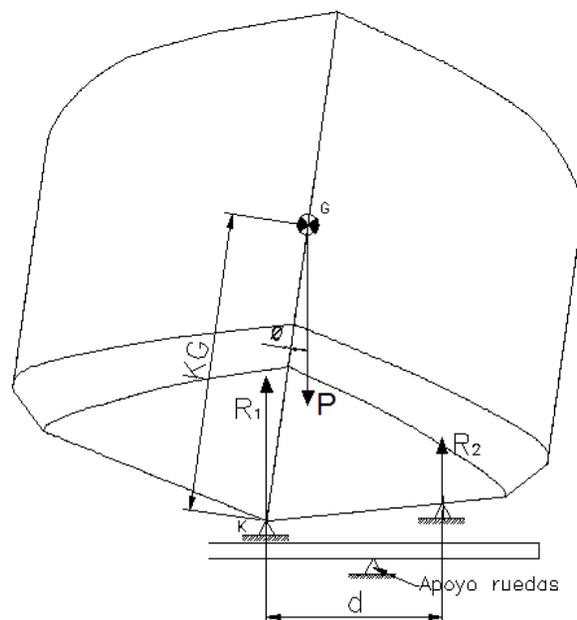
$$w = \frac{17857 \times 360}{4 \times 1274} = 1261,5 \text{ cm}^3$$

- **Nave apoyada en la quilla y almohadas de pantoque con una escora máxima de 5°**

Se considera que a lo menos la nave se apoya sobre dos almohadas de pantoque, con el fin de calcular los esfuerzos sobre la viga en voladizo.

FIGURA N°20 Esquema condición de carga

Fuente: Elaboración propia



<sup>43</sup> ASTM A36: Standard Specification for Carbon Structural Steel

De esta manera:

$$\sum M_{toK} = 0$$

$$P \times KG \times \tan \phi = R2 \times d$$

$$R2 = \frac{P \times KG \times \tan \phi}{d}$$

Si:

$$P = 250 \text{ toneladas}$$

$$KG = 3,5 \text{ mt}$$

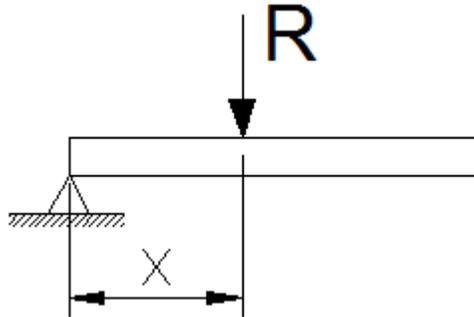
$$\phi = 5^\circ$$

$$d = 2.925 \text{ mt}$$

$$R2 = \frac{P \times KG \times \tan \phi}{d} = 23,543 \text{ toneladas}$$

Si consideramos que esta fuerza descansa a lo menos sobre 2 almohadas de pantoque, la resultante sobre cada una de ella será de:

$$R = \frac{R2}{2} = 11,771 \text{ toneladas}$$



Se analiza el esfuerzo de flexión de la viga en voladizo producto de la fuerza sobre las almohadas de pantoque.

$$w = \frac{R \times x}{\sigma}$$

$$X = 112,5 \text{ cm}$$

$$\sigma = 1274 \text{ Kg/cm}^2$$

$$w = \frac{11771 \times 112,5}{1274} = 1039,4 \text{ cm}^3$$

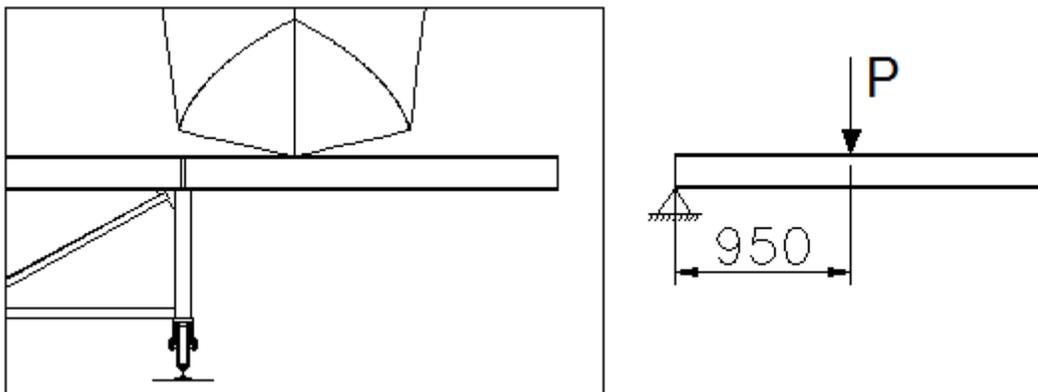
- **Comprobación catamarán apoyado sobre las vigas transversales en voladizo**

Se aplica el mismo principio de cálculo que anteriormente, solo que cambia la reacción y la distancia al apoyo. El peso del catamarán se reparte en sus dos quillas y estas a su vez transmiten este peso a las vigas transversales en las que se apoya la quilla. Con una eslora de quilla de 12.5 metros, el número de vigas en la que se apoya no será menor de 9 vigas.

Por lo tanto:

FIGURA N°21 Esquema viga voladizo/catamarán

Fuente: Elaboración propia



$$w = \frac{R \times x}{\sigma}$$

$$P = 3,33 \text{ Toneladas}$$

$$X = 95 \text{ cm}$$

$$\sigma = 1274 \text{ Kg/cm}^2$$

$$w = \frac{3333 \times 95}{1274} = 248,54 \text{ cm}^3$$

Se concluye que los esfuerzos producidos por el catamarán son muy menores con respecto a las demás condiciones de carga.

Del catálogo técnico de Cintac seleccionamos la viga que cumpla con el módulo resistente máximo requerido, según la máxima sollicitación de carga calculada anteriormente.

TABLA N° 2 Vigas laminadas HEB

Fuente: Catálogo técnico Cintac

**Serie vigas laminadas HEB**

Especificaciones Generales	
Dimensiones	UNE-36524-94
Tolerancias	UNE-EN 10034-94
Material	UNE-EN 10025 - 94

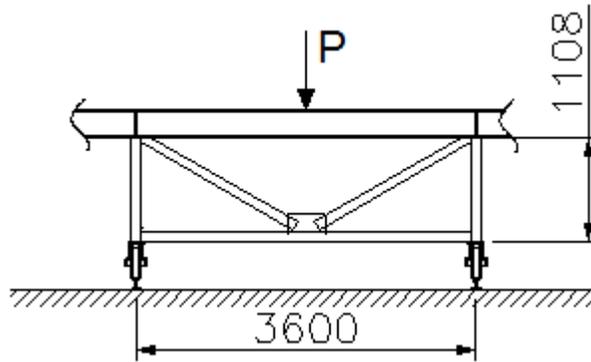
Perfil	Dimensiones					Peso P kgf/m	Área A cm <sup>2</sup>	Propiedades					
	Nominales							Eje X-X			Eje Y-Y		
	h	b	tw	tf	r1	ix (cm <sup>4</sup> )	Wx (cm <sup>3</sup> )	ix (cm)	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	Iy (cm)		
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12,0	20,40	26,00	450,0	89,9	4,16	167,00	33,50	2,53
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12,0	26,70	34,00	864,0	144,0	5,04	318,00	52,90	3,06
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12,0	33,70	43,00	1510,0	216,0	5,93	550,00	78,50	3,58
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15,0	42,60	54,30	2490,0	311,0	6,77	889,00	111,00	4,05
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15,0	51,20	65,30	3830,0	426,0	7,66	1360,00	151,00	4,56
HEB 200	200	200	9,0	15,0	18,0	61,30	78,10	5700,0	570,0	8,54	2000,00	200,00	5,06
HEB 220	220	220	9,5	16,0	18,0	71,50	91,00	8090,0	736,0	9,43	2840,00	258,00	5,59
HEB 240	240	240	10,0	17,0	21,0	83,20	106,00	11260,0	938,0	10,31	3920,00	327,00	6,08
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24,0	93,00	118,00	14920,0	1150,0	11,24	5130,00	395,00	6,59
<b>HEB 280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>10,5</b>	<b>18,0</b>	<b>24,0</b>	<b>103,00</b>	<b>131,00</b>	<b>19270,0</b>	<b>1380,0</b>	<b>12,12</b>	<b>6590,00</b>	<b>471,00</b>	<b>7,09</b>
HEB 300	300	300	11,0	19,0	27,0	117,00	149,00	25170,0	1680,0	13,00	8560,00	571,00	7,58
HEB 320	320	300	11,5	20,5	27,0	127,00	161,30	30820,0	1930,0	13,84	9239,00	616,00	7,58
HEB 340	340	300	12,0	21,5	27,0	134,00	170,90	36656,0	2160,0	14,60	9690,00	646,00	7,53
HEB 360	360	300	12,5	22,5	27,0	142,00	180,60	43193,0	2400,0	15,50	10141,00	676,00	7,49
HEB 400	400	300	13,5	24,0	27,0	155,00	197,80	57680,0	2880,0	17,10	10819,00	721,00	7,40
HEB 450	450	300	14,0	26,0	27,0	171,00	218,00	79887,0	3550,0	19,10	11721,00	781,00	7,33
HEB 500	500	300	14,5	28,0	27,0	187,0	238,60	107176,0	4290,0	21,20	12624,00	842,00	7,27

Se Selecciona la viga HEB 280 con un módulo resistente de 1380 cm<sup>3</sup>, que sobrepasa en un 8,5% el módulo resistente requerido en la condición más desfavorable de carga.

#### d) Cálculo columna de apoyo ruedas

FIGURA N°22 Vista transversal puntal ruedas

Fuente: Elaboración propia



- **Verificación al pandeo de la columna**

La reacción sobre las columnas será igual a la mitad de la carga P máxima, que corresponde al peso de la viga más la carga de la nave.

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{L^2}$$

$$E = 2,1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L = 97,6 \text{ cm}$$

$$P = 9443,5$$

La viga fallará si la fuerza que trabaja en sentido axial sobre la viga sobrepasa a la fuerza crítica de pandeo.

El resultado nos da una fuerza crítica muy por encima de la carga a la que está sometida la viga, con lo que se comprueba que el puntal no fallara por pandeo. La inercia mínima necesaria será como sigue:

$$I_{min} = \frac{L^2 \times F_{cr}}{E \times \pi^2} = 4,34 \text{ cm}^4$$

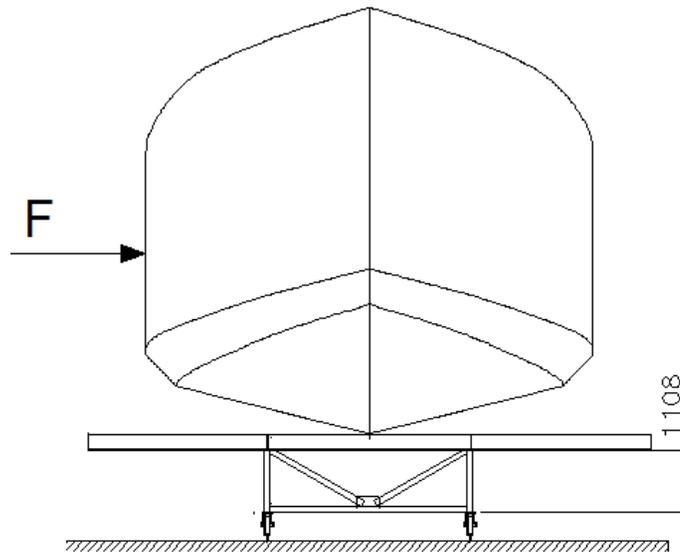
- **Verificación a flexión producto de la fuerza lateral del viento sobre el buque.**

La fuerza del viento producirá un momento de volteo y un esfuerzo de flexión sobre los puntales de este, para esto se debe estimar la fuerza producida por el viento máximo a la que se pueda ver enfrentada la estructura.

Se considera que la fuerza máxima del viento se proyectara perpendicularmente a la línea de crujía de nave, de tal manera de considerar la peor condición.

FIGURA N°23 Esquema de la acción del viento

Fuente: Elaboración propia



La fuerza de viento se puede calcular con la ecuación de Bernoulli como sigue:

$$F = \frac{\rho \times v^2 \times A}{2} = 2458 \text{ Kgf}$$

$$\rho = 1,225 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3}, \text{ densidad del aire}$$

$$v = 14,21 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \text{ velocidad maxima del viento}^{44}$$

$$A = 195 \text{ m}^2; \text{ area expuesta al viento}$$

Esta fuerza se distribuye en los 14 apoyos que tiene el carro, lo que nos da una fuerza de **175,57 Kgf**.

Se calculara el esfuerzo por flexión en el apoyo de más a popa que es donde tenemos el mayor brazo de momento.

$$\sigma = \frac{M}{w} = \frac{F \times b}{w}$$

$$F = 175,57 \text{ Kgf}$$

$$b = 110,8 \text{ cm}$$

$$\sigma = 1274 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo del módulo resistencia necesario será:

$$w = \frac{F \times b}{\sigma} = 15,27 \text{ cm}^3$$

<sup>44</sup> Análisis del viento, Bahía Chincuy Puerto Montt, SEIA

- **Verificación a flexión debido a la reacción en la rueda**

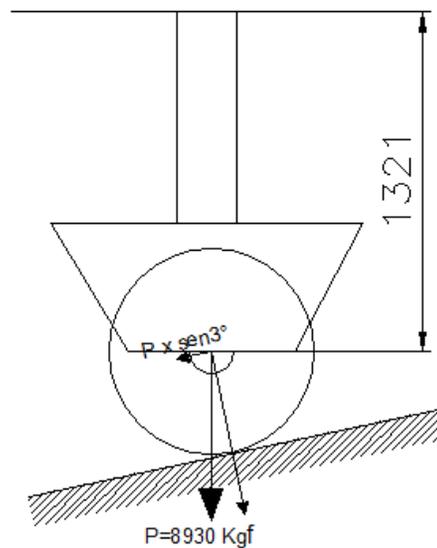
El peso sobre cada rueda genera un momento de flexión en sentido longitudinal, debido a que una componente del peso se orienta en este sentido producto de la reacción sobre el plano inclinado, esta fuerza es igual a:

$$F = \frac{P \times \sin \phi}{\cos \phi}$$

$$P = 8930 \text{ Kgf}$$

$$\phi = 3^\circ$$

$$F = 420,2 \text{ Kgf}$$



El modulo resistente necesario de la columna será:

$$\sigma = \frac{M}{w} = \frac{F \times b}{w}$$

$$F = 420,2 \text{ Kgf}$$

$$b = 132,1 \text{ cm}$$

$$\sigma = \frac{2324,87}{2} = 1162,4 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}; \text{ Acero ASTM500 Grado A}^{45}$$

$$w = \frac{F \times b}{\sigma} = 47,75 \text{ cm}^3$$

Se selecciona el **perfil cuadrado 100x100x5** mm, que cumple con las características de módulo resistente de la mayor sollicitación a la que está sometida la columna.

<sup>45</sup> ASTM A500: Cold-Formed Welded and Seamless carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shape.

TABLA N° 3 Perfil Cuadrado ASTM A500

Fuente: Catálogo técnico Cintac

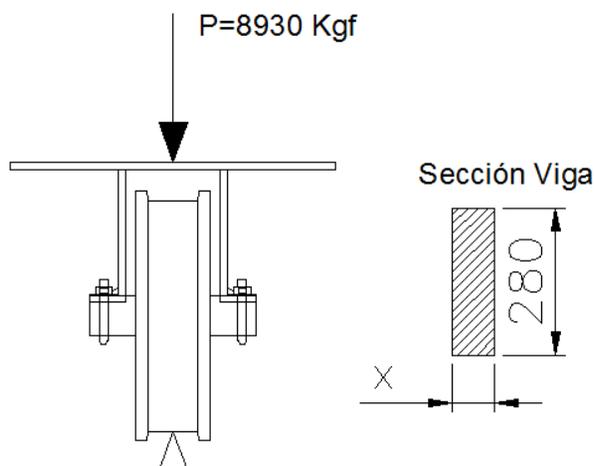
Dimensiones nominales		Peso teórico Kg/m	Área A cm <sup>2</sup>	Ejes X-X e Y-Y		
A mm	Espesor mm			I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	i cm
15	1,0	0,42	0,53	0,17	0,23	0,56
	1,5	0,59	0,75	0,22	0,29	0,54
20	1,0	0,58	0,73	0,43	0,43	0,77
	1,5	0,83	1,05	0,58	0,58	0,74
	2,0	1,05	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,0	0,73	0,93	0,88	0,71	0,97
	1,5	1,06	1,35	1,21	0,97	0,95
	2,0	1,36	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,0	0,89	1,13	1,57	1,05	1,18
	1,5	1,30	1,65	2,19	1,46	1,15
	2,0	1,68	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,0	1,20	1,53	3,85	1,93	1,59
	1,5	1,77	2,25	5,48	2,74	1,56
	2,0	2,31	2,94	6,93	3,46	1,54
	3,0	3,30	4,21	9,28	4,64	1,48
50	1,5	2,24	2,85	11,06	4,42	1,97
	2	2,93	3,74	14,13	5,65	1,94
	3	4,25	5,41	19,41	7,76	1,89
	4	5,45	9,95	23,60	9,44	1,84
	5	6,56	8,36	26,78	10,71	1,79
75	2	4,50	5,74	50,47	13,46	2,97
	3	6,60	8,41	71,54	19,08	2,92
	4	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
	5	10,48	13,36	105,92	28,25	2,82
	6	12,27	15,63	119,48	31,86	2,76
100	2	6,07	7,74	122,99	24,60	3,99
	3	8,96	11,41	176,95	35,39	3,94
	4	11,73	14,95	226,09	45,22	3,89
	5	14,41	18,36	270,57	54,11	3,84
135	4	16,98	21,63	310,55	62,11	3,79
	5	19,90	25,36	351,38	70,4,23	5,32

**e) Cálculo de la viga soporte del eje de rueda**

La viga estará sometida a la fuerza de la carga en sentido vertical (esfuerzo de compresión) y a la acción de la fuerza del viento en sentido lateral (esfuerzo de flexión). Se calcularán los esfuerzos de tal manera de determinar el espesor la plancha a utilizar en la viga.

FIGURA N°24 Esquema vigas de soporte rueda

Fuente: Elaboración propia



Viga Sometida a compresión por el peso de la nave y el carro:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{28 \times x}$$

$$\sigma = 1274 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F = \frac{8930}{2} = 4465 \text{ Kgf}$$

$$x = \frac{F}{28 \times \sigma} = 0,125 \text{ cm}$$

Viga sometida a flexión por la acción del viento sobre el área expuesta de la nave:

$$\sigma = \frac{M}{w} = \frac{F \times b}{w}$$

$$F = \frac{175,57}{2} = 87,785 \text{ Kgf}; \text{ fuerza del viento}$$

$$b = 117 \text{ cm}$$

$$w = \frac{F \times b}{\sigma} = 8,06 \text{ cm}^3$$

El espesor necesario para nuestra viga será:

$$w = \frac{b \times h^2}{12} = \frac{28 \times x^2}{12}$$

$$x = \sqrt[2]{\frac{12 w}{28}} = 1,85 \text{ cm}$$

La mayor sollicitación se da en la flexión, por lo tanto el espesor de la viga será de 20 mm en acero ASTM A-36

#### **f) Cálculo de la rueda y su eje**

El sistema de rodado del carro puede ser por medio de un perfil de rodadura (para ruedas) o una placa plana (para rodillos), en este caso las mejores ventajas se logra con los rodillos, ya que, tienen menor resistencia de fricción que las ruedas, alrededor de 2 ½ veces<sup>46</sup>, aun así, este sistema requiera mayor costo, por lo cual se define un sistema de ruedas.

El diámetro de la rueda es una variable importante, ya que, si queremos un carro con la menor altura posible de tal manera de obtener mayores calados, debemos

---

<sup>46</sup> Design of marine facilities for the berthing, mooring, and repair of vessels, John Gaythwaite

seleccionar el menor diámetro comercial que se adapte a las condiciones de carga que estará sometida.

A partir de la teoría de contactos de Hertz, y de acuerdo a las condiciones de servicio podemos calcular el diámetro de la rueda de la siguiente manera:

$$D = \frac{P_{\text{máx}}}{(b - 2r) \times K}$$

$P_{\text{máx}}$  = Reacción máxima sobre la rueda

$b - 2r$  = Ancho del carril efectivo

$K$  = Constante que relaciona las condiciones de servicio y las características mecánicas del material.

TABLA N°4 Valores admisibles del coeficiente K

Plena carga	Frecuencia de utilización	Velocidad de traslación (m/mm)	Tipo de servicio	Valores admisibles de K		
				Acero moldeado 60 kg	Acero moldeado 60 kg temple al soplete	Ruedas de bandaje
raramente	rara	inferior a 60	ligero	70	80 ÷ 90	90
raramente	rara	superior a 60	normal	60	70 ÷ 80	80
raramente	elevada	inferior a 60				
frecuente	rara	inferior a 60				
raramente	elevada	superior a 60	semipesado	50	60 ÷ 70	70
frecuente	rara	superior a 60				
frecuente	elevada	inferior a 60	pesado	40	50 ÷ 60	60
frecuente	elevada	superior a 60				

$P_{\text{máx}} = 8930$

$b - 2r = 5 \text{ cm}$

$K = 70$

$$D = \frac{P_{\text{máx}}}{(b - 2r) \times K} = 25,5 \text{ cm}$$

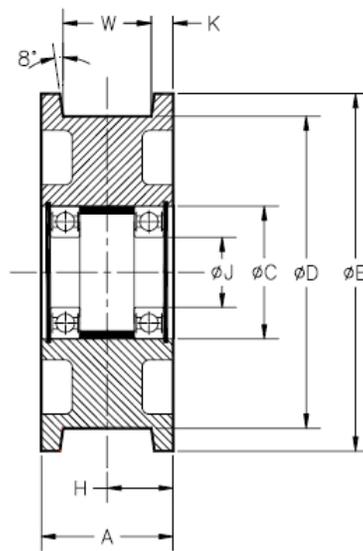
El tipo de rueda que se va a usar es de doble flange, que nos entrega seguridad de que no se va a salir del carril, se selecciona según las existentes en el mercado, la que cumpla con la condición de carga máxima de trabajo y el diámetro mínimo según el cálculo anterior.

En la tabla siguiente se muestran las ruedas del tipo de doble flange, fabricadas en acero ASTM A536-80 del fabricante Modular Crane.

FIGURA N°25 Tabla de modelos de ruedas de doble flange

Fuente: The crane builders source

Model		A	B	C	D (Tread Dia.)	F	G (Pitch Dia.)	H	J (Axle Dia.)	K	N	W	No of Teeth	Gear Module	No of Brgs.	Max Wheel Load
DF120	mm	76	147	62	120	92	156	38	30	11	162	54	52	3	2	1836 kg
	in	2.99	5.79	2.44	4.72	3.62	6.14	1.50	1.18	0.43	6.38	2.13	52	3	2	4048 lbs
DF120B	mm	76	147	62	120	92	156	38	30	11	162	54	52	3	3	2932 kg
	in	2.99	5.79	2.44	4.72	3.62	6.14	1.50	1.18	0.43	6.38	2.13	52	3	3	6465 lbs
DF200	mm	84	229	85	200	103	247	42	45	14	252	57	82	3	2	3280 kg
	in	3.31	9.02	3.35	7.87	4.06	9.72	1.65	1.77	0.55	9.92	2.24	82	3	2	7232 lbs
DF200B	mm	84	229	85	200	103	247	42	45	14	252	57	82	3	3	5767 kg
	in	3.31	9.02	3.35	7.87	4.06	9.72	1.65	1.77	0.55	9.92	2.24	82	3	3	12716 lbs
DF320	mm	103	346	120	320	135	387	52	55	17	393	70	129	3	2	6850 kg
	in	4.06	13.62	4.72	12.60	5.31	15.24	2.05	2.17	0.67	15.47	2.76	129	3	2	15104 lbs
DF320B	mm	103	346	120	320	135	387	52	55	17	393	70	129	3	3	10420 kg
	in	4.06	13.62	4.72	12.60	5.31	15.24	2.05	2.17	0.67	15.47	2.76	129	3	3	22976 lbs
DF500	mm	130	550	150	500	170	552	65	70	18	560	90	138	4	3	14822 kg
	in	5.12	21.65	5.91	19.69	6.69	21.73	2.56	2.76	0.71	22.05	3.54	138	4	3	32683 lbs



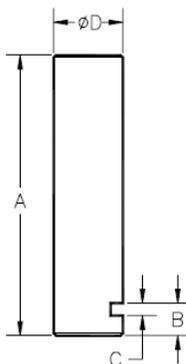
Se selecciona la rueda de doble flange, modelo DF320B, que soporta una carga máxima de 10420 Kgf, lo que es un 14% más resistente que lo requerido.

El eje de la rueda está diseñado para la misma carga, según el diámetro de eje de la rueda seleccionada.

FIGURA N°26 Modelos de ejes para rueda de doble flange

Fuente: The crane builders source

Model		A	B	C	D (Axle Dia.)
DFA30	mm	152	14	8	30
	in	5.98	0.55	0.31	1.18
DFA45	mm	181	14	8	45
	in	7.13	0.55	0.31	1.77
DFA55	mm	232	14	8	55
	in	9.13	0.55	0.31	2.17
DFA70	mm	292	17	10	70
	in	11.50	0.67	0.39	2.76



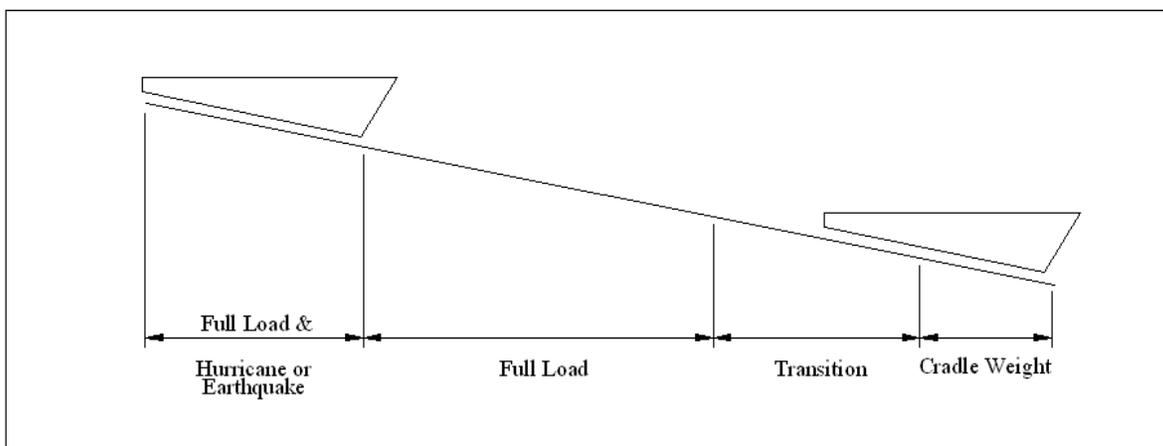
Ver plano general del carro de varada en el anexo N°3

### 5.3.3 Diseño y Cálculo de la Línea de Varada

La línea es fundamental puesto que recibirá la totalidad de la carga muerta de la nave y el carro. Puede ser de madera, acero, hormigón o combinaciones de estas, dependiendo de la carga de trabajo y la dificultad que presente el terreno para su construcción, ya que si parte de la línea estará siempre sumergida es más fácil instalar una fundación de acero o madera, a diferencia del concreto. En este caso nuestra línea no presenta este problema, ya que, en bajamar queda totalmente descubierta.

FIGURA N°27 Estados de carga típicos en una fundación

Fuente: Dockmaster Training Manual, 2005



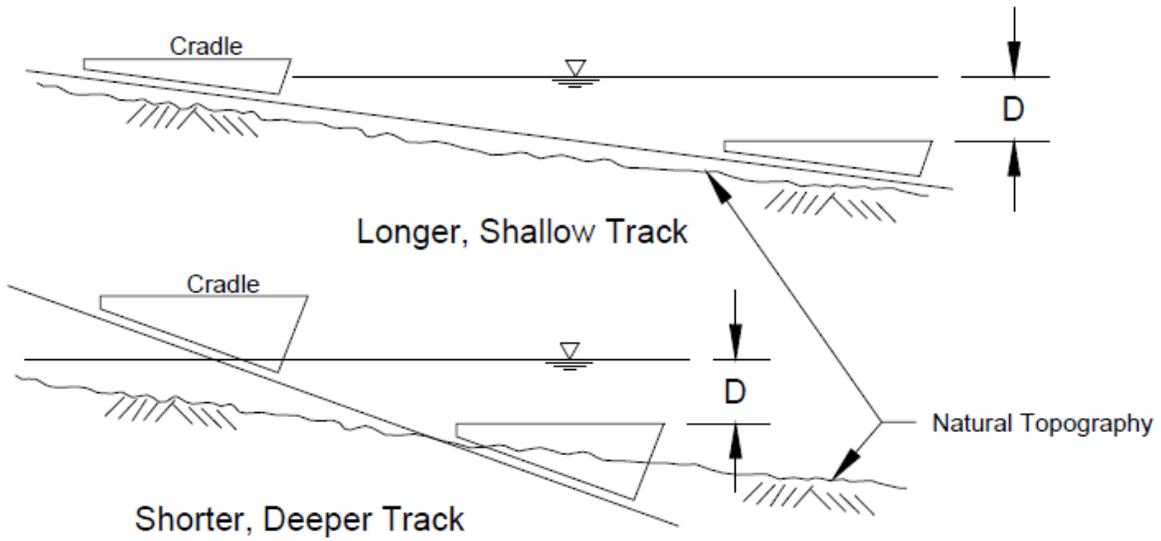
Para facilitar la construcción la fundación se hará de un solo tipo de material y considerara la carga más desfavorable, que como se aprecia en la figura N°15, es al inicio de la línea, una vez que se encuentra en la zona de transferencia.

La línea inclinada puede ser curva o recta, la primera presenta una dificultad, ya que se requiere de un gran radio de curvatura para evitar sobrecargas en los extremos del carro y para quedar en línea para la transferencia. Por ello se toma la segunda opción, que a la vez facilita la construcción.

La pendiente de la pista dependerá, de las condiciones de calado que queremos conseguir y de la topografía del lugar. Por ejemplo una pista de menor pendiente podrá adaptarse a la pendiente natural del terreno, pero puede requerir una mayor longitud para alcanzar un calado suficiente lo que requerirá mayor cantidad de material, por otro lado una pista empinada será más corta, pero requerirá dragado del terreno y requerirá inspección constante para evitar la acumulación de sedimentos.

FIGURA N°28 Línea de pista

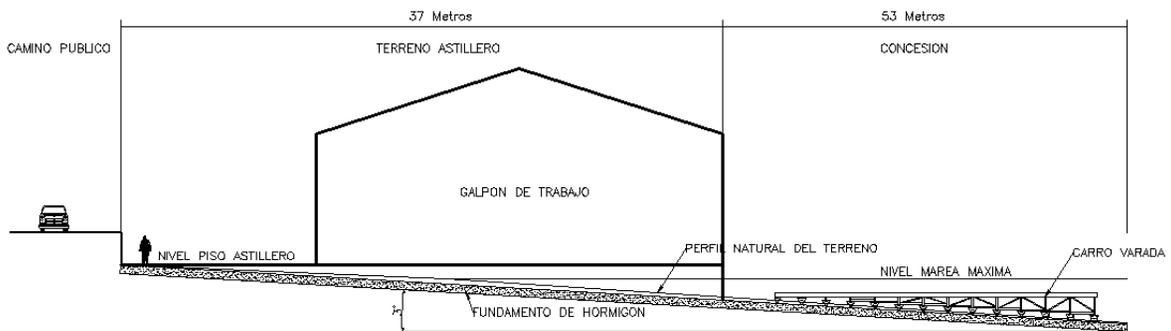
Fuente: Dockmaster Training Manual, 2005



Tomando en consideración que los calados necesarios no superan los 2,2 metros y que no necesitamos construir una pista que esté sumergida, se optara por diseñar esta, de manera que se adapte a la topografía natural del lugar.

FIGURA N°29 Vista en corte Línea de Varada

Fuente: Elaboración propia



### a) Cálculo del Carril

Una manera de determinar el riel necesario para nuestra línea es mediante su peso por unidad de longitud (Kg/mt). El peso está relacionado con la resistencia mecánica y al desgaste. Al aumentar el peso para una misma sección, aumenta su momento de inercia y por lo tanto su módulo resistente.

Utilizando diferentes fórmulas empíricas para determinar el peso del riel dependiendo del tonelaje que va a circular por él, podemos determinar el necesario según nuestras condiciones de carga<sup>47</sup>.

- Congreso AICCF del Cairo (1968)

$$P = 2,5 \times Q ; \quad Q = \text{Ton/eje}$$

$$Q = 275 \frac{\text{ton}}{14} = 19,64 \text{ toneladas}$$

$$P = 2,5 \times 19,64 = 49,1 \text{ Kg/mt}$$

- Zimmermann

$$P = 2,25 \times Q + 3 = 47,19 \text{ Kg/mt}$$

Este cálculo corresponde a una vía sobre traviesas, por lo que, considerando que nuestra vía se descansa sobre una losa de hormigón continua, el cálculo es más que suficiente. Nuestro caso corresponde al análisis de una viga apoyada completamente sobre una superficie elástica.

Existen muchos estudios respecto de este tema, entre los principales se encuentran los de Zimmermann y Timoshenko, este último nos entregan una manera de estimar el esfuerzo máximo sobre un riel de la siguiente manera, comprobaremos un riel que se encuentra cercano a los pesos requeridos en los cálculos anteriores:

$$\sigma = \frac{P}{4w} \times \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}}$$

$P = \text{Peso total por rueda, } 9821 \text{ Kg}$

$w = \text{Módulo resistente riel } 181,57 \text{ cm}^3, \text{ riel liviano americano ASCE85}$

$K = \text{coeficiente de balasto que depende de las características del suelo y que puede variar entre } 200 - 2000 \text{ Kg/cm}^2$ <sup>48</sup>

$E = \text{Módulo de elasticidad acero } 2,1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

$I = \text{Inercia del riel } 1251,61 \text{ cm}^4, \text{ riel liviano americano ASCE85}$ <sup>49</sup>

<sup>47</sup> Ferrocarriles: Ingeniería e infraestructura de los transportes, Álvarez y Luque, 2003

<sup>48</sup> Talbot, 1918

<sup>49</sup> Excedindus rieles, [www.riel.cl](http://www.riel.cl)

- Comprobación con  $K=200 \text{ Kg/cm}^2$

$$\sigma = \frac{P}{4w} \times \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}} = 1151,4 \text{ Kg/cm}^2$$

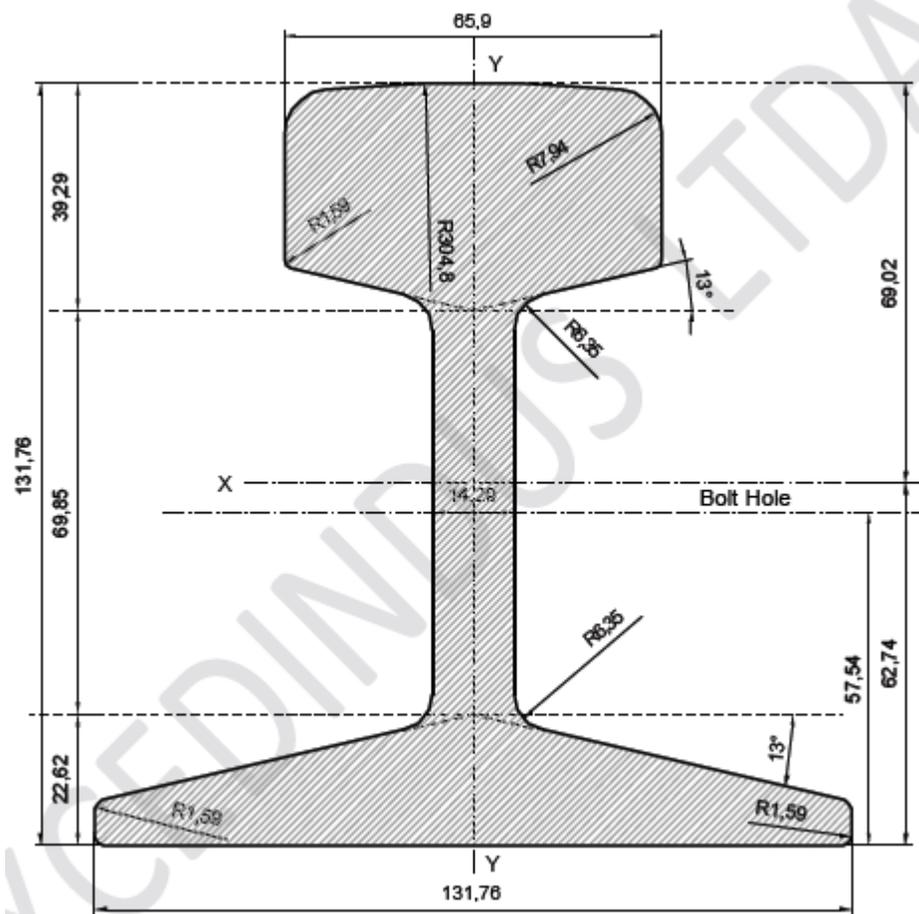
- Comprobación con  $K=2000 \text{ Kg/cm}^2$

$$\sigma = \frac{P}{4w} \times \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}} = 647,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Se comprueba que el riel liviano tipo americano ASCE85, resiste a las condiciones de carga que se ve sometido.

FIGURA N°30 Riel liviano ASCE85

Fuente: [www.riel.cl](http://www.riel.cl)



Peso Téorico	42.17 kg./m
Sección (A)	53.74 cm <sup>2</sup> .
Momento de inercia (I <sub>x</sub> ):	1251.61 cm <sup>4</sup> .
Módulo de Resistencia (w) Cabeza:	181.57 cm <sup>3</sup> .
Módulo de Resistencia (w) Base:	199.43 cm <sup>3</sup> .

### 5.3.4 Cálculo del Winche y cada una de sus Partes.

La máquina de tiro necesaria para sacar del agua el carro más el buque y subirlo por la pendiente de la grada se llama winche, este puede ser eléctrico o hidráulico, este último requiere de una central hidráulica e instalaciones de mayor costo que el eléctrico. El winche eléctrico consta de un motor eléctrico que acciona un reductor de velocidad y este transmite esta potencia a un rolete o rueda de cadenas, dependiendo si se usa cable de acero o cadenas como elemento de tiro.

#### a) Cálculo carga sobre la cadena del winche (fuerza de tiro)

La carga sobre la cadena o cable de tiro es una función de los pesos del buque más el carro, las cadenas, la pendiente de la grada y la fricción del sistema.

$$R = (P_{total\ sistema}) \times \sin \phi + (P_{total\ sistema} \times Cf)$$

$$P_{total\ sistema} = \text{Peso Buque} + \text{Peso carro} + \text{Peso cable} = 275 \text{ toneladas}$$

$$\phi = 3^\circ, \text{ pendiente de la grada}$$

$$Cf = 0,05 \text{ coeficiente de fricción ruedas}^{50}$$

$$R = 275 \times \sin 3^\circ + 275 \times 0,05 = 26,7 \text{ toneladas}$$

#### b) Diseño del aparejo de izado

El diseño del sistema de izaje debe ser simple robusto y con la capacidad suficiente para hacer frente a condiciones inesperadas durante las operaciones de varada y desvarada.

El sistema más simple consta de un solo winche situado en la cabecera de la grada y tirado por un cable que se conecta directamente al carro o a través de una polea y vuelve a su anclaje de manera de tener una ventaja mecánica.

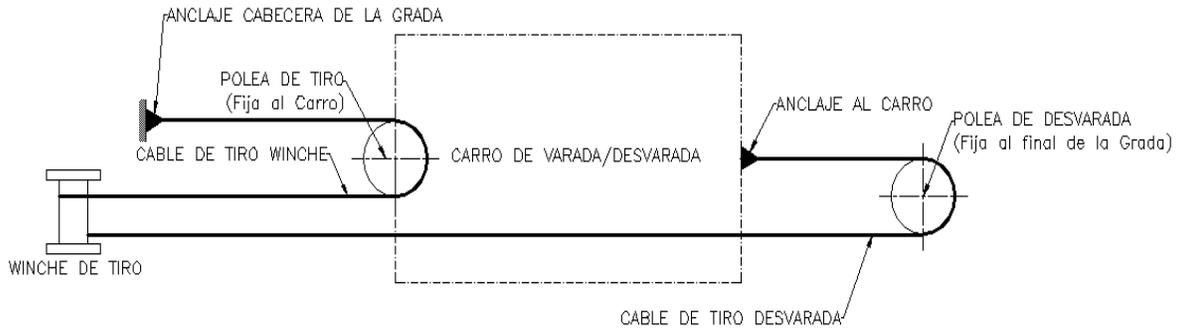
En este caso utilizaremos una polea conectada al carro, de tal manera de disminuir la potencia necesaria de tiro del winche, aprovechando la relación mecánica de la polea móvil. También se conectara el winche al carro de manera que pueda tirar de el en la desvarada, ya que, por la poca pendiente o defecto en la vía, puede suceder que la gravedad no sea suficiente para lograr el lanzamiento de este.

---

<sup>50</sup> Dockmaster Training Manual, Heger Dry Dock Inc, 2005

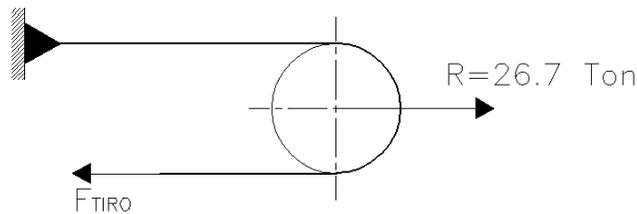
FIGURA N°31 Esquema del aparejo de izado

Fuente: Elaboración propia



**c) Cálculo del cable de tiro**

La utilización de una polea móvil en el carro disminuirá la potencia necesaria de tiro en la mitad, por lo cual la fuerza de tiro en el cable será:



$$F = \frac{R}{2} = 13,35 \text{ toneladas}$$

Se recomienda usar un factor de seguridad de 3:1<sup>51</sup> para la selección de la carga de rotura del cable, por lo tanto:

$$R = 13,35 \times 3 = 40,05 \text{ toneladas}$$

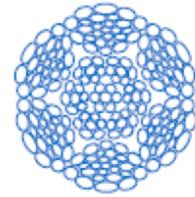
Se selecciona el cable de acero Súper Swaged de 20,6 mm de diámetro, que sobrepasa la carga de rotura solicitada por el cálculo.

<sup>51</sup> British Standard 6349-3,1988

FIGURA N°32 Cable de tiro

Fuente: Catálogo aceros Otero, 2011

**Cable Super Swaged 6x26 W.S.  
Alma de Acero, Engrasado.**



- Const. Cable: 6x26 (10/5+5/5/1)
- Const. Torones: Warrington Seale

Diámetro Nominal		Peso Aprox.	Resistencia a la Ruptura
mm	plg	kg x mt	ton
9,50	3/8"	0,53	9,20
13,00	1/2"	0,96	15,80
14,50	9/16"	1,23	19,70
16,00	5/8"	1,42	24,40
19,00	3/4"	2,04	34,80
20,60	13/16"	2,42	40,80
22,00	7/8"	2,82	47,20

**Características**

Bajo espinamiento, reduce el aplastamiento en los tambores, bajo desgaste, alta resistencia, facilita el movimiento del carro de maderero.

**Aplicaciones**

Torres de maderero (mainline), skidder, estrobos forestales.

**d) Cálculo de la velocidad de izada**

La velocidad de izada ideal depende de la pendiente, se recomienda por ejemplo que:

Para una pendiente de 1:22 la velocidad de izada sea 22 pies por minutos<sup>52</sup>

Siguiendo este principio si nuestra pendiente es 1:21,2 la velocidad ideal de izada de nuestro carro será 21,2 pies por minutos, que es igual a **6,46 metros por minutos**.

**e) Cálculo de la potencia del winche**

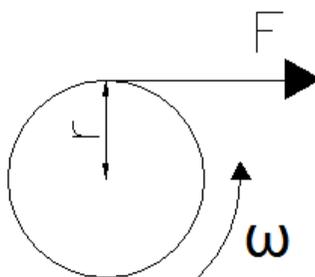
La potencia necesaria en el winche dependerá de la velocidad de izada del carro y la fuera de tiro en el cable.

La potencia en el rolete será:

$$P = M \times \omega$$

$M = \text{Torque}$

$\omega = \text{Velocidad angular del rolete}$



<sup>52</sup> Dockmaster Training Manual, Heger Dry Dock Inc, 2005

Si:

$$M = F \times r$$

$$\omega = \frac{v}{r}$$

Entonces:

$$P = \frac{F \times r \times v}{r} = F \times v$$

$F =$  Fuerza de tiro necesaria, 13,35 toneladas

$v =$  velocidad de izada  $6,46 \frac{m}{min} = 0,10766 \text{ m/seg}$

$$P = F \times v = 1437,261 \frac{Kgf * m}{s}$$

Como, 1 Kgf=9,81 N, y  $W = \frac{N*m}{s}$ , por lo tanto la potencia en Kwatts será:

$$P = \frac{P \times 9,81}{1000} = 14,1 \text{ Kilowatts}$$

Para calcular la potencia necesaria del motor que accionara el rolete de tiro, se debe considerar la pérdida de potencia que se produce en el reductor que va conectado entre estos y que cumple la función de transmitir la potencia del motor eléctrico y disminuir las revoluciones a la calculada para la velocidad de izada.

El rendimiento del reductor indica el factor de perdida de potencia, estos de manera general no sobrepasan el 5% de perdida<sup>53</sup>.

El rendimiento de un reductor es como sigue:

$$\eta = \frac{P_s}{P_e}$$

$\eta =$  Rendimiento reductor 0,95

$P_s =$  Potencia de salida(ya calculada) = 14,1Kw

$$P_e = \frac{P_s}{\eta} = 14,84 \text{ Kw}$$

La potencia de entrada en el reductor nos indica la potencia mínima necesaria que debe tener el motor eléctrico, **14,84 Kilowatts**.

Cabe destacar que esta potencia es suficiente pues se calculó bajo la base de un buque 25% más pesado (250 toneladas de desplazamiento liviano), de manera de tener un coeficiente de seguridad aceptable en todos los cálculos de los elementos

---

<sup>53</sup> Tecnologías de fabricación y tecnologías de máquinas, Barcelona 2008

y equipos, lo que asegura que el sistema no fallara debido a deformaciones u obstáculos en la vía (barro, piedras pequeñas, etc)

#### f) Cálculo del diámetro del rolete (o tambor del winche)

El diámetro del rolete y el diámetro de las poleas dependerán del diámetro nominal del cable, que en este caso es 20,6 mm.

La norma Europea British Standard 6348-3, indica que, los diámetros para las poleas y el tambor del winche de tiro, no debiesen ser menores que 24 veces el diámetro nominal del cable de acero seleccionado.

Por lo tanto, el diámetro de las poleas y el rolete (tambor del winche) sera:

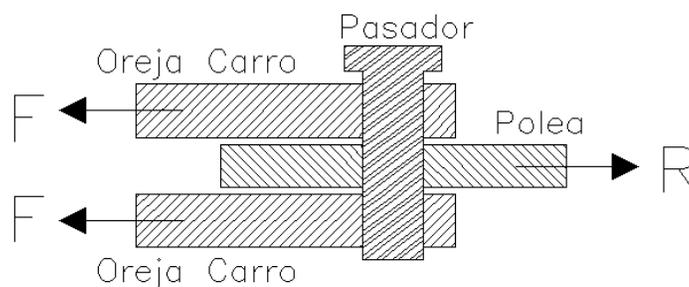
$$D = 24 \times \text{diámetro nominal del cable}$$

$$D = 24 \times 20,6 = 494,4 \text{ mm}$$

#### g) Cálculo del pasador de polea y orejas de soporte

FIGURA N°33 Esquema de fuerzas en el pasador y orejas

Fuente: Elaboración propia



El pasador se unión entre la polea de tiro y las orejas de soporte en el carro estará sometido a esfuerzo de corte, producto de la fuerza F. Se construirá en acero AISI SAE 1045, que es un acero ocupado comúnmente para elemento de máquina.

Este acero tiene un límite de fluencia de 310 Mpa, o sea 3161 Kgf/cm<sup>2</sup>

$$\sigma_t = \frac{\sigma}{2} = 1580 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\tau = \frac{\sigma_t}{2} = 790 \text{ Kgf/cm}^2$$

El esfuerzo al corte que estará sometido el pasador será como sigue:

$$\tau = \frac{4 \times Q}{3 \times A}$$

$Q = \text{Carga de corte, } 13350 \text{ Kgf}$

$A = \text{Area de corte } \pi \times r^2, r = \text{radio del pasador}$

El radio necesario para el pasador será:

$$r = \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{3 \times \tau \times \pi}} = 2,68 \text{ cm}$$

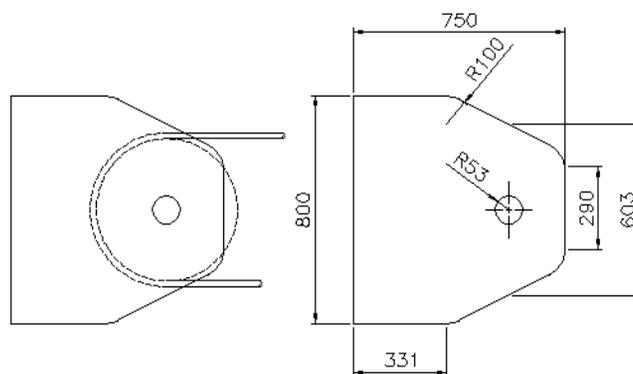
El diámetro mínimo para el pasador será de **D=53,6 mm**

Se decide usar un pasador de 100 mm de diámetro de manera de asegurar cualquier exceso de cargas que este pueda sufrir, evitando concentraciones de esfuerzos en la orejas que obliguen a un gran espesor de estas.

Las orejas estarán sometidas a la misma carga, pero a esfuerzo de tracción y de aplastamiento. La orejas se diseñaron de acuerdo al diámetro de la roldana y el pasador, por lo que debemos calcular es espesor necesario de estas. El acero utilizado en su construcción será ASTM A-36

FIGURA N°34 Orejas carro

Fuente: Elaboración propia



El cálculo de las orejas de soporte a tracción será:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$F =$  Fuerza de tracción, 13350 Kgf

$A =$  Area sometida a traccion

$$\sigma = \frac{F}{(60,3 - 10,6) \times t}$$

Entonces el espesor necesario será:

$$t = \frac{F}{49,7 \times \sigma}$$

$\sigma = 250 \text{ MPa}$ , acero A36<sup>54</sup> usando un factor de seguridad de 2  $\sigma = 1274 \text{ Kg/cm}^2$

$$t = \frac{F}{49,7 \times \sigma} = 0,21 \text{ cm}$$

<sup>54</sup> ASTM A36: Standard Specification for Carbon Structural Steel

El cálculo de las orejas de soporte a aplastamiento será:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$F$  = Fuerza de tracción, 13350 Kgf

$A$  = Area sometida a aplastamiento

$\sigma$  = 1274 Kg/cm<sup>2</sup>

$$\sigma = \frac{F}{D \times t}$$

$D$  = Diámetro del pasador

$t$  = Espesor de la oreja de soporte

El espesor mínimo requerido será:

$$e = \frac{F}{D \times \sigma} = 1,05 \text{ cm}$$

Se ve que el mayor esfuerzo a la que se encuentra solicitada la pieza es el aplastamiento, por lo tanto, el espesor de las orejas será de **12 mm**, que es el espesor comercial inmediatamente superior al requerido por el cálculo.

#### **5.4 Picaderos Centrales.**

Los picaderos son las bases (bloques) en la cuales descansa todo el peso de la nave, estas pueden ser de hormigón, acero, madera o una combinación de estas.

Es muy importante conocer cómo se comporta un bloque sometido al peso de la nave, para saber la cantidad de carga que es adoptada por este. Todos los bloques se comportan como un resorte y se comprimen una cierta distancia dependiendo de la carga a la que está sometido y a su módulo de elasticidad (grado de compresibilidad). De esta manera dos bloques construidos del mismo material se comprimirán la misma cantidad sometidos a la misma carga, caso contrario dos bloques construido de diferentes materiales se comprimirán de manera diferente con lo que adoptaran distintas cargas.

Muchos factores pueden afectar la carga sobre un picadero, entre estas están:

- Altura inicial de un picadero respecto a los demás
- Área de quilla soportada por el picadero
- Tipos de material del picadero
- Posición de los picaderos bajo la nave
- Peso y LCG (Centro Longitudinal de Gravedad) de la nave

### a) Altura inicial de un picadero respecto a los demás

Idealmente todos los picaderos de quilla deberían tener la misma altura, así también los picaderos laterales (o de pantoque), de manera todos los bloques tomaran la misma carga, dependiendo de su posición bajo la quilla, su rigidez y su tamaño.

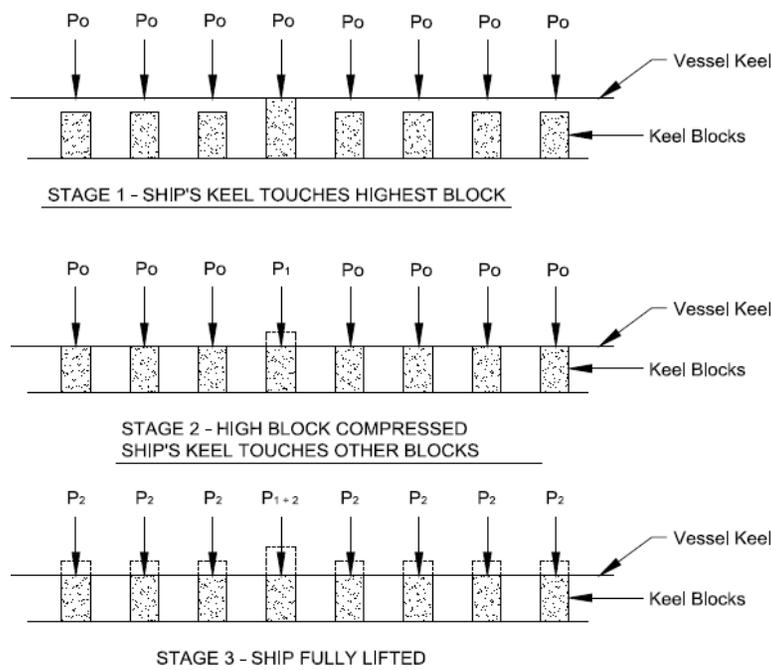
Algunos factores que afectan la altura de un picadero son:

- Las tolerancias requeridas en la construcción y colocación de los picaderos
- Las irregularidades en la forma del casco
- Los errores en la colocación de la nave sobre los picaderos

En la figura siguiente se pueden ver la etapas, de como se comportan los picaderos, al existir diferencia en sus alturas. Como se ve esto lleva a que el bloque de mayor altura se comprima primero y adopte una mayor carga que los demás, lo que puede hacer que este falle.

FIGURA N°35 Diferencias de alturas en picaderos de quilla

Fuente: Dockmaster Training Manual, 2005



### b) Área de quilla soportada por el picadero

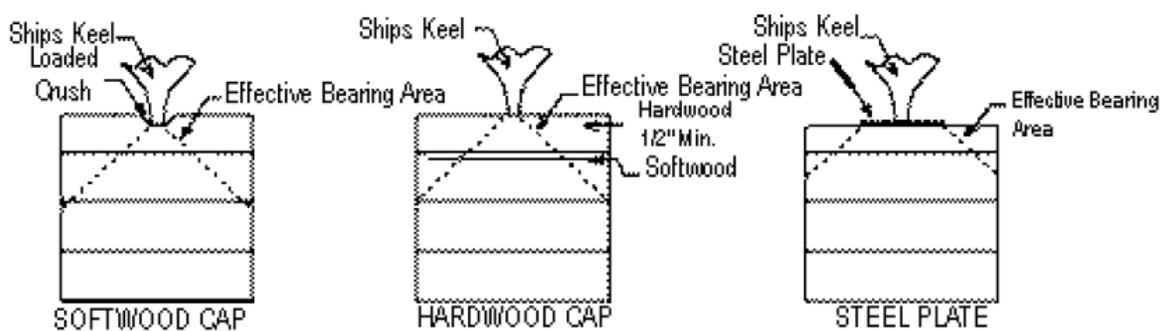
La carga adoptada por un picadero dependerá también del área de contacto con la quilla (ancho de la quilla y largo del bloque de apoyo). Por lo tanto un bloque con un área de contacto más pequeña, adoptara menor carga que un bloque de mayor área. Esto es importante de considerar, ya que, como la presión sobre un bloque depende del área de contacto, en una nave con quilla de barra, esta área será

muy pequeña y alcanzara una presión muy grande, que puede hacer que se triture el material de apoyo (generalmente madera)

Una manera de evitar que esto suceda es colocar una plancha de acero sobre la madera, para aumentar así el área de contacto de la quilla. También es importante que la madera dura sea de a lo menos ½" de espesor para evitar su rotura y transmita una mayor área sobre la madera blanda<sup>55</sup>.

FIGURA N°36 Formas para distribuir la presión sobre un picadero

Fuente: Dockmaster Training Manual, 2005



### c) Tipos de material del picadero

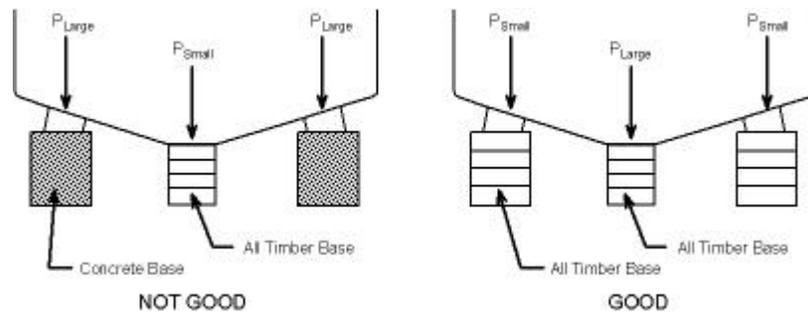
La rigidez relativa de los materiales con los que construirá un picadero, puede tener un efecto sobre la carga que este adoptara. Así, se necesita una mayor carga para comprimir un bloque de mayor rigidez (como el hormigón) a diferencia que uno de madera, con un módulo de elasticidad más pequeño.

Es por esto que se recomienda fabricar los picaderos del mismo material, para evitar sobrecarga sobre los picaderos de material más rígido. Este mismo principio se debe adoptar en los bloques laterales, estos, idealmente se deben construir de menor rigidez que los de quilla para evitar que adopten cargas excesivas a medida que la nave aumenta su peso.

<sup>55</sup> Dockmaster Training Manual, Heger Dry Dock Inc, 2005

## GURA N°37 Materiales de los picaderos

Fuente: Dockmaster Training Manual, 2005



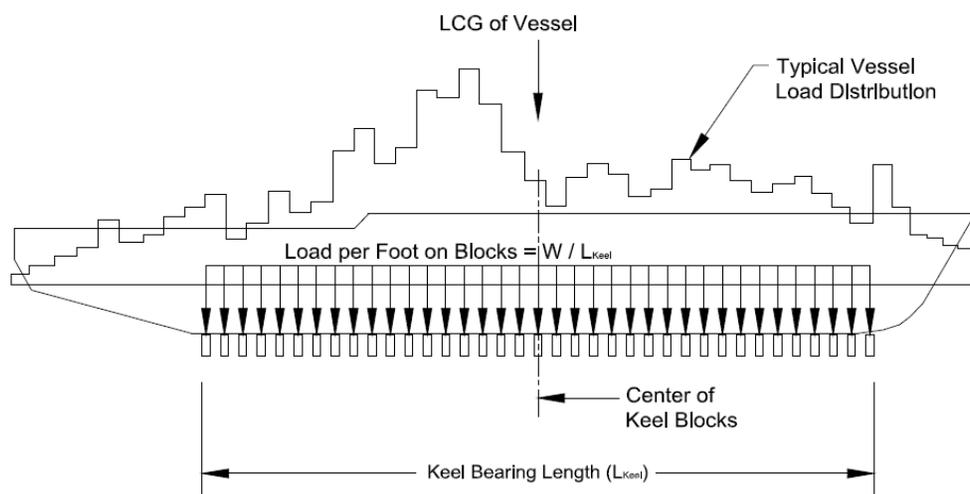
### d) Posición de los picaderos bajo la nave, su peso y LCG

La distribución de pesos en una nave nos indica cómo están distribuidos los pesos a lo largo de su eslora, de esto depende la posición de los picaderos. Sin embargo la nave transmite estos pesos a través de la quilla, que es una estructura lo suficientemente rígida, que no se puede desviar tan fácilmente. Así podemos suponer que los picaderos que se encuentran contiguos tendrá la misma cantidad de carga, debido a la rigidez de la nave.

Un punto importante es el centro de gravedad de la nave, ya que, si este se encuentra justo en la mitad de la quilla, la distribución de pesos será aproximadamente igual en todos los picaderos situados a lo largo de esta.

FIGURA N°38 Distribución de carga homogénea

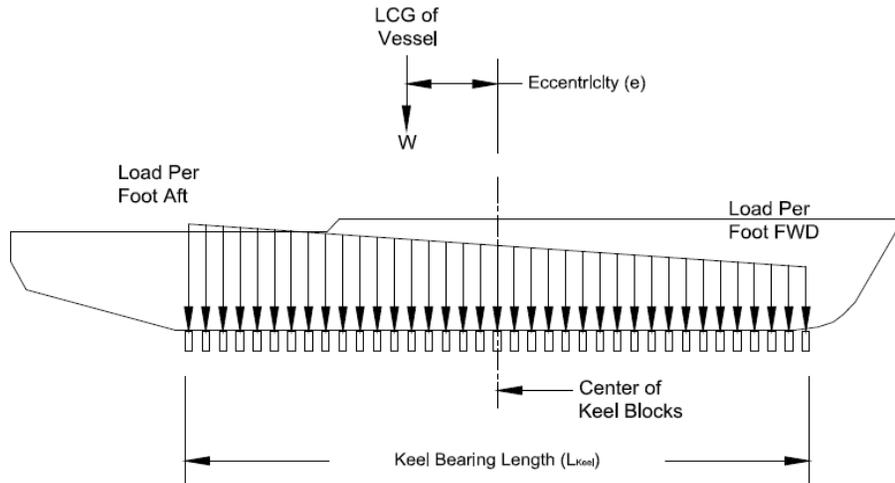
Fuente: Dockmaster Training Manual, 2005



En cambio cuando el LCG se encuentra a proa o a popa del centro de la quilla de apoyo, la distribución de pesos no es uniforme, pero será mayor en un extremo y menor en otro. Esto se conoce como distribución de carga trapezoidal.

FIGURA N°39 Distribución de carga homogénea

Fuente: Dockmaster Training Manual, 2005



#### 5.4.1 Cálculo de carga de los picaderos centrales

Tomando en consideración todo lo anterior, procederemos a calcular los picaderos centrales necesarios en el astillero, considerando una nave base de 250 toneladas de desplazamiento liviano. Esto es un 25% más que la carga de diseño, de manera de tener un coeficiente de seguridad aceptable.

##### a) Análisis de carga de los bloques de quilla

La distribución de pesos en un buque dependerá de la posición a lo largo de la eslora de todos los pesos, entre los más importantes esta la sala de máquinas, la posición de la superestructura y algún equipo pesado en cubierta. Esta distribución de pesos afectará la posición del centro de gravedad del buque, que referido al centro de apoyo de la quilla determinará la distribución de pesos a lo largo de la quilla.

Como explicábamos anteriormente la rigidez estructural de la quilla, hará que esta se comporte como una viga, con capacidad suficiente para repartir la carga sobre la totalidad de los picaderos de quilla. La forma de repartir esta carga está relacionada con dos factores, que son, la posición longitudinal del centro de apoyos de la quilla **LCA** y la manga de esta.

Datos de la nave base.

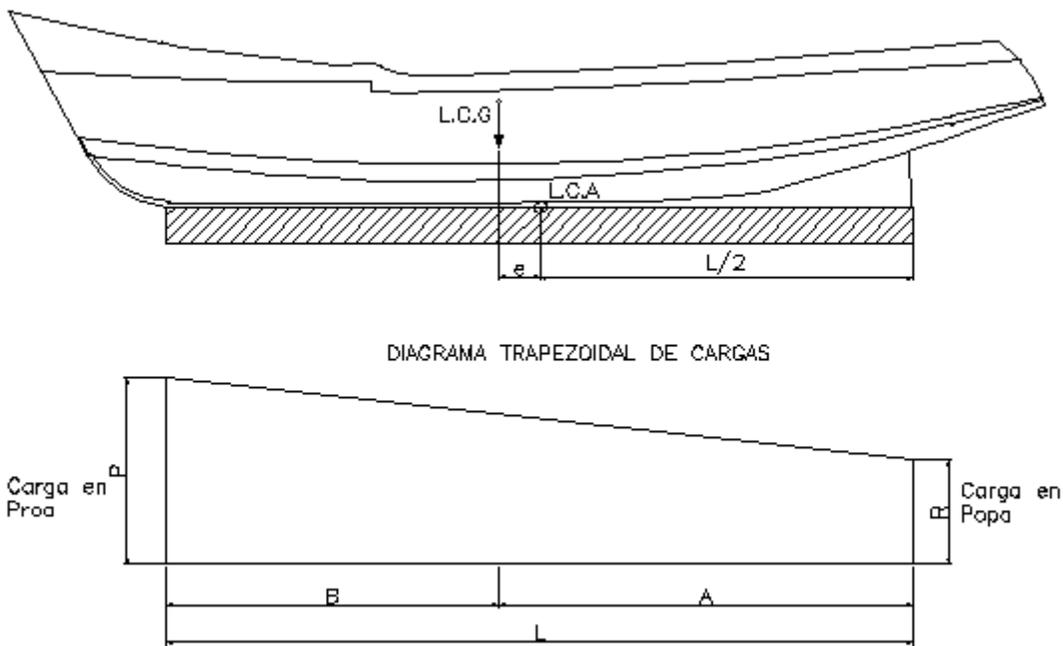
- Eslora = 36,5 m
- Manga = 7,9 m
- Desplazamiento = 250 ton
- LCG = 18,12 m (referido al extremo de popa)
- Eslora de quilla = 26 m
- Manga de quilla = Constante

En este caso el centro de gravedad de la nave LCG se encuentra más a proa que el centro de apoyo de la quilla LCA, estos debido a la distribución de pesos propios de la nave en estudio, que posee sala de máquinas y superestructura en proa.

Esta diferencia entre LCG y LCA se llama excentricidad y determinara la forma en que se distribuye el peso de la nave a lo largo de la eslora de la quilla.

FIGURA N°40 Cargas de distribución trapezoidal

Fuente: Elaboración propia



$$e = \frac{A - B}{2}$$

$A = 13,464 \text{ m}$

$B = 12,954 \text{ m}$

$$e = \frac{A - B}{2} = 0,255 \text{ m}$$

Dado que la excentricidad es menor que  $L/6$ , la distribución de carga es trapezoidal, por lo tanto:

Carga en Proa (P):

$$P = \frac{\Delta}{L} + \frac{6 \times \Delta \times e}{L^2}$$

$\Delta =$  Desplazamiento de la nave

$L =$  Largo del apoyo de quilla

$$P = \frac{\Delta}{L} + \frac{6 \times \Delta \times e}{L^2} = 10,18 \text{ ton/m}$$

Carga en Popa (R):

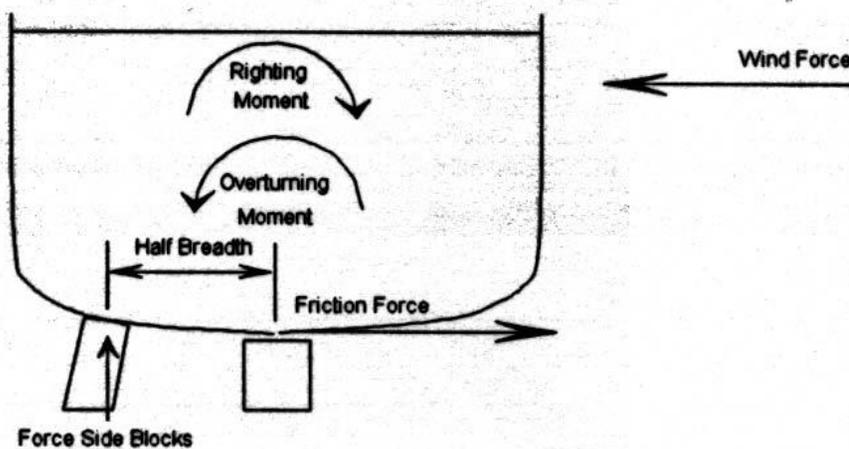
$$P = \frac{\Delta}{L} - \frac{6 \times \Delta \times e}{L^2} = 9,05 \text{ ton/m}$$

### b) Análisis de Carga en los bloques laterales

La fuerza del viento sobre la nave genera un momento de vuelco, la principal misión de los bloques laterales (o de pantoque), es generar un momento de enderezamiento igual a este, de manera de mantener la nave adrizada sobre sus picaderos.

FIGURA N°41 Distribución de carga homogénea

Fuente: Dockmaster Training Manual



En equilibrio:

*Momento de vuelco = Momento de enderezamiento*

$$F_w \times KG = F \times d$$

*F<sub>w</sub> = Fuerza del viento, ante ya calculada = 2458 Kgf*

*KG = Centroide de accion del viento = 3,5 m*

*d = 2,925 m*

$$F = \frac{F_w \times KG}{d} = 2941,2 \text{ Kgf}$$

Esta fuerza debe ser distribuida en el total de bloques laterales, a la hora de diseñar estos.

Se debe considerar además que durante la construcción de la nave, se concentraran cargas en las bandas producto del movimiento de materiales, instalación de maquinarias y tránsito de personal de la obra.

Por esta razón se debe utilizar un coeficiente de seguridad, de tal manera de tener seguridad de que los apoyos no fallaran por estas razones.

#### **5.4.2 Diseño de los picaderos**

##### **a) Picaderos centrales o de quilla**

Conocemos la carga a la que estará sometida la quilla en toda su longitud, por lo cual debemos determinar el número de picaderos necesarios para soportarla. La distribución de carga a lo largo de la eslora es casi homogénea encontrándose una diferencia de una tonelada de carga por metro, entre el extremo de proa y el de popa, por lo cual usaremos una carga promedio, de tal manera de diseñar los picaderos iguales en toda la eslora.

$$Q = \frac{\text{Carga en proa} + \text{Carga en popa}}{2}$$

$$Q = \frac{10,18 + 9,05}{2} = 9,615 \text{ ton/m}$$

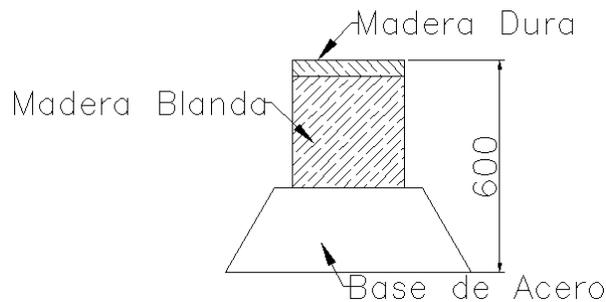
Se colocaran picaderos cada dos metros de eslora de quilla, con lo cual la fuerza total sobre cada picadero será:

$$F = Q \times 2 = 19,23 \text{ toneladas}$$

Nuestros picaderos se conformaran, como se recomendaba anteriormente, de una madera dura primeramente, luego una madera blanda y después la base de acero, que finalmente transmitirá esta fuerza al suelo.

FIGURA N°42 Esquema del picadero

Fuente: Elaboración propia



#### Comprobación de esfuerzo de la madera dura

La dimensión del ancho de la quilla, es conocida pues es una característica de la nave, por lo que debemos determinar el largo en sentido de la eslora necesaria del picadero para soportar la fuerza  $F$ , considerando que la madera dura es Roble.

La madera estará sometida a compresión:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{l \times b}$$

Dónde:

$\sigma = 100 \text{ Kg/cm}^2$ ; resistencia a la compresion del roble<sup>56</sup>

$b = \text{Manga de la quilla } d = 200 \text{ mm}$

$F = 19230 \text{ Kgf}$

$$l = \frac{F}{\sigma \times b} = 9,615 \text{ cm}$$

El largo mínimo del picadero en sentido de la eslora debe ser **aprox. 100 mm**

Se usara una tabla de 12" de ancho por 1" de ancho que es una medida comercial común.

#### Comprobación de la resistencia de la madera blanda

La madera blanda es Pino Oregón y estará sometida a la misma fuerza, pero esta se repartirá en un área más grande de contacto.

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{l \times a}$$

<sup>56</sup> Enciclopedia de la construcción, Buenaventura Bassegova Musté

$$\sigma = 40 \frac{Kg}{cm^2}; \text{resistencia a la compresion del pino oregón}^{57}$$

$$l = 12" = 30,4 \text{ cm}$$

$$a = \text{Ancho del picadero} = 100 \text{ cm}$$

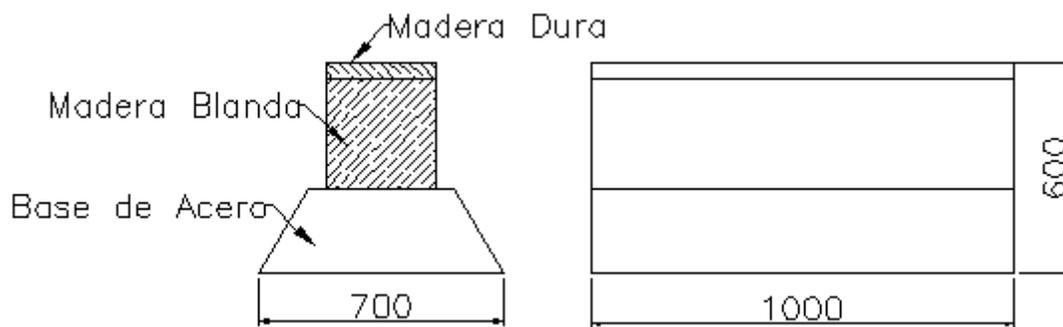
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{l \times a} = 6,32 \text{ Kg/cm}^2$$

El esfuerzo se encuentra muy por debajo del esfuerzo a la compresión del Pino Oregon, con lo que se comprueba que no fallara.

### Comprobación de resistencia del suelo

FIGURA N°43 Dimensiones del picadero

Fuente: Elaboración propia



$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{l \times a}$$

$$\sigma = 110 \frac{Kg}{cm^2}; \text{resistencia a la compresion del concreto}$$

$$l = 12" = 70 \text{ cm}$$

$$a = \text{Ancho del picadero} = 100 \text{ cm}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{l \times a} = 2,75 \text{ Kg/cm}^2$$

<sup>57</sup> NCh 1199, Madera, Construcciones de madera, cálculos, 1998

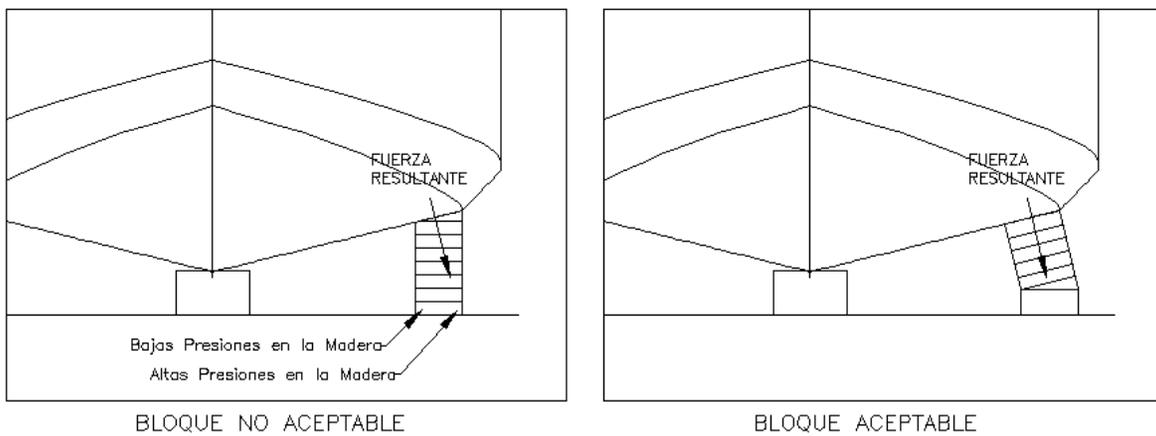
## b) Picaderos laterales o de pantoque

Los picaderos laterales deben soportar la fuerza producida por el momento de vuelco, deben diseñarse de tal manera que la fuerza trabaje perpendicularmente al picadero y que no se generen grandes cargas sobre el casco del buque, las cuales no deberían superar de entre 11 a 16 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Como se mencionaba anteriormente estos deben construirse de madera más blanda que los bloques de quilla centrales, de manera que el peso de la nave esté siempre soportado por estos últimos.

FIGURA N°44 Diseño de bloques laterales

Fuente: Elaboración propia



Estos bloques estarán diseñados de madera de Pino Oregon, con la finalidad que puedan comprimirse en mayor cantidad, que los bloques de quilla.

Se consideraran 4 picaderos de costado a cada banda y que la fuerza total producida por la acción del viento, calculada anteriormente se concentrara en un solo bloque a la vez, de esta manera podemos asegurar defectos en el posicionamiento de estos, y también por cargas adicionales producto de la ejecución propia de la obra de construcción.

### Comprobación de resistencia de la madera.

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{l \times a}$$

$$\sigma = 40 \frac{Kg}{cm^2}; \text{resistencia a la compresion del pino oregón}^{58}$$

$$l = 12'' = 30,4 \text{ cm}$$

$$a = \text{Ancho del picadero} = 50 \text{ cm}$$

<sup>58</sup> NCh 1199, Madera, Construcciones de madera, cálculos, 1998

$F = 2941 \text{ Kgf}$ , fuerza resultante en el picadero producto de la acción del viento

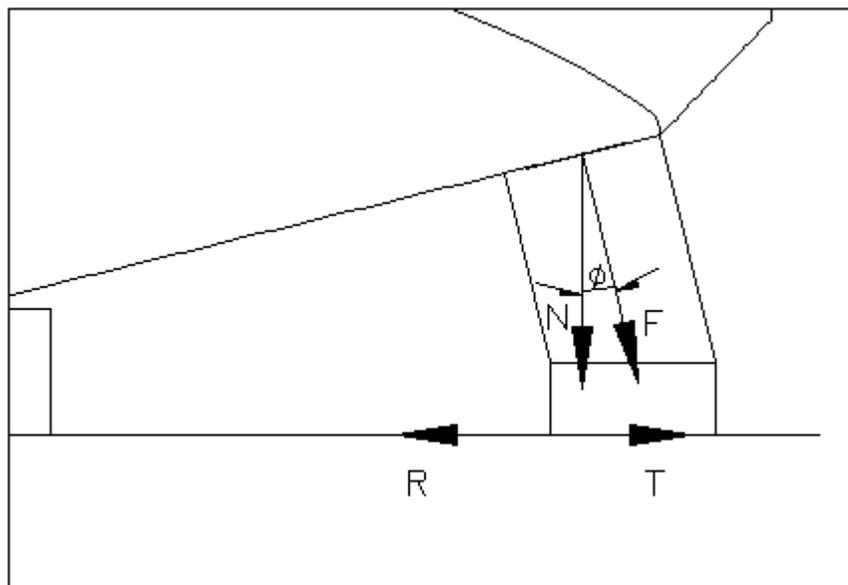
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{l \times a} = 1,9 \text{ Kgf/cm}^2$$

Comprobación de resistencia al roce.

Cuando la forma del casco, hace que el bloque lateral tenga un cierto ángulo, el bloque tendrá la tendencia a deslizarse por su base. La fuerza del rozamiento entre la base del bloque y el suelo permite que los bloques tengan un seguro comportamiento hasta cierto ángulo.

FIGURA N°45 Fuerzas de rozamiento

Fuente: Elaboración propia



$$F \cos \phi \times \mu > F \sin \phi$$

$$\mu = 0,6^{59}$$

$$\tan \phi < \mu$$

$$\phi < 34,4^\circ$$

Con este máximo ángulo se comprueba que el bloque no se deslizara por acción de la fuerza de roce, que será mayor que la componente de la fuerza.

<sup>59</sup> Construction management and desing of industrial concrete and steel structures, Mohamed Al-reedy

## **5.5 Sistema de Extinción de Incendios.**

En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la prevención de incendios con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego, controlando las cargas combustibles y las fuentes de calor e inspeccionando las instalaciones a través de un programa preestablecido. El control de las fuentes de calor deberá adoptarse en todos aquellos lugares o procesos donde se cuente con equipos e instalaciones eléctricas, maquinarias que puedan originar fricción, chispas mecánicas o de combustión y/o superficies calientes, cuidando que su diseño, ubicación, estado y condiciones de operación, esté de acuerdo a la reglamentación vigente sobre la materia. En áreas donde exista una gran cantidad de productos combustibles o donde se almacenen, trasvasijen o procesen sustancias inflamables o de fácil combustión, deberá establecerse una estricta prohibición de fumar y encender fuegos, debiendo existir procedimientos específicos de seguridad para la realización de labores de soldadura, corte de metales o similares<sup>60</sup>.

### **5.5.1 Diseño Red Húmeda**

En toda edificación, se deberá considerar un sistema de redes para la provisión de agua, que se denominará red de incendio

En los inmuebles destinados a la reunión de personas tales como hospitales, comercio, escuelas, industrias, edificios públicos, deportivos y otros destinados al mismo efecto, así como también en los edificios de tres o más pisos se deberá considerar para utilización contra fuegos incipientes, una boca de incendio de 25 mm, conectada al sistema de distribución de agua del edificio.<sup>61</sup>

La red húmeda es un sistema de cañerías auto alimentadas con agua cuya función es la primera intervención en caso de incendio. La red húmeda consta de una manguera con un pitón de distintos tipos en el extremo. Al abrir la llave de paso, el agua llega hasta el pitón. La red húmeda debe conectarse al sistema de distribución de agua del edificio, no a la red de incendio.

---

<sup>60</sup> Decreto Supremo N°594, Título III, Párrafo III, Ministerio de Salud.

<sup>61</sup> Reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado, Superintendencia de servicios sanitarios, 2002.

**a) Requisitos de la Red Húmeda.**

- El diámetro mínimo de la boca de incendio debe ser de 25 mm
- La presión mínima debe ser de 7 m.c.a<sup>62</sup>.
- El material de construcción debe ser del tipo aprobado por la Superintendencia.
- Las bocas de incendio se distribuirán de manera que ningún punto del inmueble quede a una distancia mayor de 25 metros de ellos, con una manguera que cubra el punto más alejado y su acceso será expedito y de fácil accionamiento de válvulas y mangueras.
- Cada boca de incendio se ubicará en un nicho con puerta de vidrio a una altura entre 0,9 m. y 1,5 m. sobre el nivel del piso, y contará una manguera resistente a una temperatura de 80° C, con certificado de calidad y especificada para estos efectos.
- La boca de incendio tendrá llave de salida del tipo cierre rápido, válvula del tipo bola o globo angular de 45°, a la que deberá conectarse una manguera de diámetro igual al de la boca de incendio, con su respectivo pitón.
- En las bocas de incendio de 25 mm., el pitón de la manguera tendrá una boquilla cuyo diámetro interior será mayor o igual a 7 mm.

**b) Característica red Húmeda Astillero**

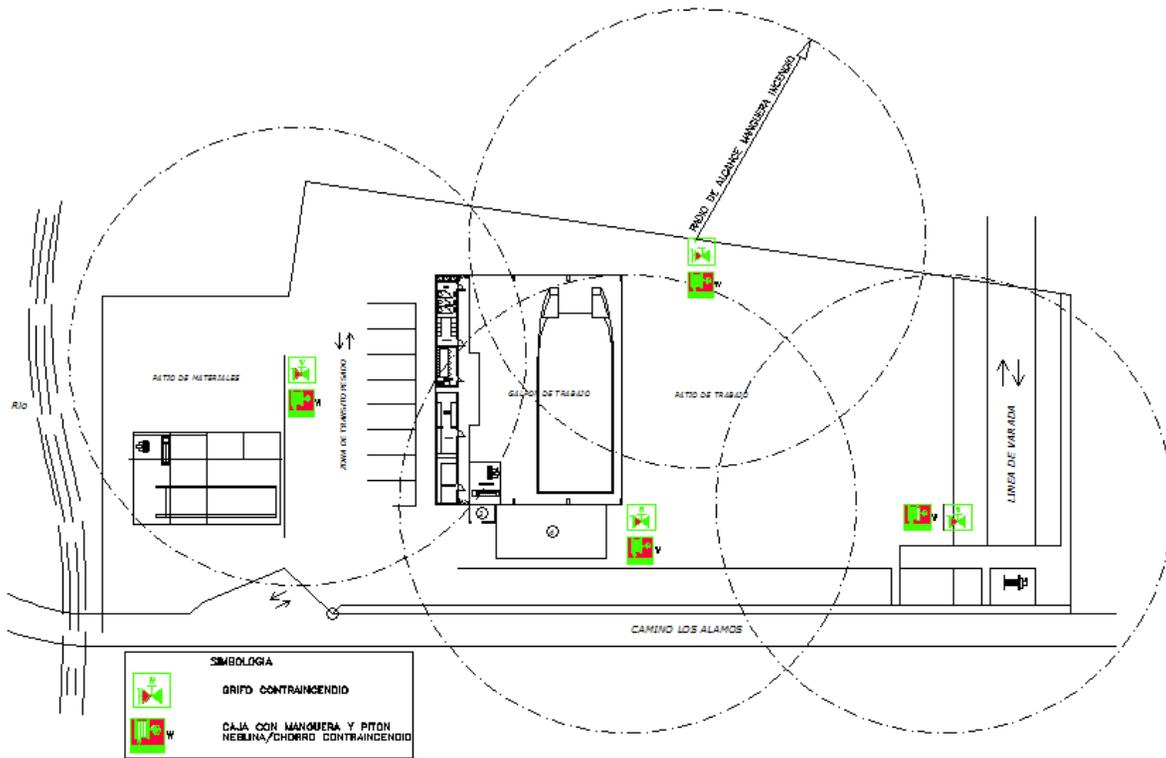
El arranque de cañerías de la red húmeda se construirá de PVC Hidráulico soldable de 25 mm de diámetro, y se distribuirá dentro de las instalaciones del Astillero de tal manera que sea capaz de llegar con mangueras a todos los lugares dentro de este. La distribución de bocas de incendio será como se muestra a continuación.

---

<sup>62</sup> NCh 2485, Instalación de domiciliaria de agua potable- Diseño, calculo y requisitos de las redes interiores, 2000.

FIGURA N°46 Distribución bocas de incendio

Fuente: Elaboración propia



La red húmeda de combate contraincendios de compondrá de 4 estaciones, en cada una de estas se encontrar los siguientes elementos, que se encontraran en condiciones óptimas y debidamente señalizados.

TABLA N°5 Elementos de la red húmeda

Fuente: Elaboración propia

ESTACION	Grifo Contraincendios 2"	Manguera Incendio 25 mt x 2"	Pitón choro/neblina 2"
Patio de Materiales	1	1	1
Esquina Galpón Trabajo	1	1	1
Varadero	1	1	1
Línea de Varada	1	1	1
CANTIDAD	4	4	4

**c) Especificaciones técnicas de los elementos de la red húmeda.**

Grifo contraincendios

Válvula tipo globo de 45°, fabricada en cuerpo de bronce con entradas HE (hilo exterior) para conexión con copla storz, incluye copla storz y tapa.

FIGURA N°47 Grifo Contraincendios

Fuente: [www.vcachile.com](http://www.vcachile.com)



Manguera Incendio

Manguera roja de 25 metros de largo son coplas storz en sus extremos para conexión con grifo de incendio y pitón, de 2 pulgadas de diámetro. Fabricada con cubierta exterior de caucho nitrilo, con una presión de trabajo de 14 bar.

Esta manguera debe estar guardada en un gabinete destinada para esto con puerta transparente de vidrio.

FIGURA N°48 Manguera roja contraincendios

Fuente: [www.startfire.cl](http://www.startfire.cl)



FIGURA N°49 Gabinete manguera

Fuente: [www.vcachile.com](http://www.vcachile.com)



#### Pitón chorro/neblina

Pitón de aluminio de triple efecto (corte-chorro-neblina), con palanca profesional y conexión storz para uso industrial

FIGURA N°50 Pitón metálico con palanca

Fuente: [www.startfire.cl](http://www.startfire.cl)



### **5.5.2 Diseño sistema de extinción de incendios en base a Polvo Químico Seco (PQS) y Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Todo lugar de trabajo en que exista algún riesgo de incendio, ya sea por la estructura del edificio o por la naturaleza del trabajo que se realiza, deberá contar con extintores de incendio, del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que en él existan o se manipulen.<sup>63</sup>

#### **a) Agentes Extintores**

Contar con la cantidad correcta de extintores asegurará la presencia de la cantidad adecuada de dispositivos portátiles de combate de incendio en caso de que fuera necesario.

<sup>63</sup> Decreto Supremo N°594, Título III, Párrafo III, Ministerio de Salud

Con el fin de determinar la cantidad mínima de extintores necesarios en base al Decreto Supremo 594, es su Título III, Párrafo III “De la Prevención y Protección contra Incendios”. El potencial de extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado será el indicado en la siguiente tabla:

TABLA N°6 Potencial de extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia

Fuente: Decreto Supremo 594

Superficie de cubrimiento máxima por extintor (m <sup>2</sup> )	Superficie de cubrimiento mínima	Distancia máxima de traslado del extintor (m)
150	4A	9
225	6A	11
375	10A	13
420	20A	15

El número mínimo de extintores deberá determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicado en la tabla precedente y aproximando el valor resultante al entero superior. Este número de extintores deberá distribuirse en la superficie a proteger de modo tal que desde cualquier punto, el recorrido hasta el equipo más cercano no supere la distancia máxima de traslado correspondiente.

Podrán utilizarse extintores de menor capacidad que los señalados en la tabla precedente, pero en cantidad tal que su contenido alcance el potencial mínimo exigido, de acuerdo a la correspondiente superficie de cubrimiento máxima por extintor.

El tipo de extintor será referido al tipo de fuego, para seleccionar el tipo de agente extintor necesario.

TABLA N°7 Tipos de fuegos y los agentes para extinguirlos

Fuente: Decreto Supremo 594

TIPO DE FUEGO	AGENTE DE EXTINCION
<b>CLASE A</b>	
Combustibles sólidos	Agua Presurizada
Comunes tales como madera, papel, genero , etc.	Espuma Polvo Químico Seco
<b>CLASE B</b>	
Líquidos combustible o inflamables, grasas y materiales similares	Espuma Dióxido de Carbono CO2 Polvo Químico Seco ABC-BC
<b>CLASE C</b>	
Inflamación de equipos que se encuentran energizados eléctricamente	Dióxido de Carbono CO2 Polvo Químico Seco ABC-BC
<b>CLASE D</b>	
Metales combustibles tales como sodio, potasio, titanio, magnesio, etc.	Polvo Químico Especial

**b) Detalle sistema de extinción de Incendios**

El dimensionamiento del sistema de extinción de incendios en base a polvo químico seco y dióxido de carbono, dependerá como se mencionaba anteriormente de las superficies y del tipo de fuego.

A continuación se presenta el dimensionamiento del sistema de extinción de incendios para el astillero según sus zonas de trabajo

TABLA N°8 Detalle sistema extinción de incendios

Fuente: Elaboración propia

AREA	SUPERFICIE A CUBRIR (m2)	NUMERO EXTINTORES	TIPO Y POTENCIA DE EXTINCION
Oficina de Ingeniería y Producción	30	1	Naturaleza del agente extintor: Polvo Químico Seco Potencial de Extinción: 10A-40 BC Capacidad: 6 Kg
Oficina Administrativa	30	1	Naturaleza del agente extintor: Polvo Químico Seco Potencial de Extinción: 10A-40 BC Capacidad: 6 Kg
Bodega	30	1	Naturaleza del agente extintor: Polvo Químico Seco Potencial de Extinción: 10A-40 BC Capacidad: 6 Kg
Comedor-Camarines Baños	30	1	Naturaleza del agente extintor: Polvo Químico Seco Potencial de Extinción: 10A-40 BC Capacidad: 6 Kg
Corte CNC	160	2	Naturaleza del agente extintor: Polvo Químico Seco Potencial de Extinción: 10 A-40 BC Capacidad: 6 Kg
Galpón de Trabajo	450	2	Naturaleza del agente extintor: Polvo Químico Seco Potencial de Extinción: Capacidad:
		1	Naturaleza del agente extintor: Dióxido de Carbono CO2 Potencial de Extincion:10- BC Capacidad: 5 Kg
Prefabricado	72	1	Naturaleza del agente extintor: Polvo Químico Seco Potencial de Extinción: 10A-40 BC Capacidad: 6 Kg
Pañol Pintura	28	1	Naturaleza del agente extintor: Dióxido de Carbono CO2 Potencial de Extincion:10- BC Capacidad: 5 Kg
TOTAL	11 Extintores		

### c) Características y especificaciones técnicas extintores

#### Extintor Polvo Químico Seco (PQS) 6 Kg

- Indicado contra fuegos clases “ABC” con alta eficiencia.
- Este extintor es recomendado para ser utilizado en vehículos motorizados de carga para transportar más de 1.750 kg y que se utilicen en el transporte de cargas peligrosas, dos equipos por vehículo. También, en bodegas, industria, comercio, edificios, colegios, departamentos, casas y embarcaciones medianas y grandes.
- Apaga el fuego en primera instancia desplazando el oxígeno del área, cambiando su estado físico a cristales líquidos, disminuyendo la temperatura y evitando la re ignición al penetrar las brasas y formar una película aislante al oxígeno. Cantidad según carga de combustible

	Características Técnicas del Equipo		
	Naturaleza del Agente Extintor	Polvo Químico Seco Multipropósito ABC	
	Nombre Químico de Agente	Fosfato Monoamónico	
	Contenido Porcentual de Agente	55%	90%
	Color Agente Extintor	Azul	Amarillo
	Potencial de Extinción	10A-40B-C	10A-40B-C
	Temperaturas Límites de Operación	-20 °C + 60°C	-20 °C + 60°C
	Masa Nominal Extintor Cargado	9,55	9,55
	Aislante Eléctrico	100.000 Volts	100.000 Volts

#### Extintor Portátil Dióxido de Carbono CO2

- Indicado contra incendios clase “BC” con alta eficiencia, este extintor puede ser utilizado en líquidos y gases inflamables y equipos energizados, no es conductor de electricidad, extingue el fuego desplazando el oxígeno. Se recomienda su uso en industrias, bodegas, oficinas, bencineras, y empresas que tengan maquinas o equipos eléctricos, etc. Cantidad según carga de combustible.

	Características Técnicas del Equipo	
	Naturaleza del Agente Extintor	Anhídrido Carbónico
	Nombre Químico de Agente	CO <sub>2</sub>
	Contenido Porcentual de Agente	100%
	Color Agente Extintor	Azul
	Temperaturas Límites de Operación	-20 °C + 60°C
	Masa Nominal Extintor Cargado	18,5
	Aislante Eléctrico	100.000 Volts

### 5.5.3 Plano Disposición Sistema de Lucha Contra Incendios

Ver Anexo 2

## 5.6 Disposición General de todas las Instalaciones del Astillero.

### 5.6.1 Plano Disposición General Instalaciones.

Ver Anexo 3

## 5.7 Condiciones Ambientales.

La Constitución Política de la Republica señala que “toda persona tiene el derecho de vivir en un medioambiente libre de contaminación”, y es deber del Estado preservar este derecho.

El Astillero es una industria que por su naturaleza genera residuos e interviene en el paisajismo del lugar de emplazamiento, por lo cual en diferentes magnitudes afecta el medio ambiente. Es por ello que este proyecto debe adecuarse a la normativa ambiental vigente, de tal manera de asegurar que no presenta ningún riesgo para las personas y el medio ambiente.

La circular DGTM y MM 0-72/013<sup>64</sup> nos indica que toda actividad que implique un riesgo de contaminación a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional debe estar sometidas a la evaluación de impacto ambiental. Por lo tanto el Astillero debe presentar ante el SEIA (Sistema de evaluación de impacto ambiental), un Estudio de Impacto Ambiental o una Declaración de Impacto Ambiental, según corresponda a las emisiones que este genere al medio ambiente.

Las Disposiciones, Reglamentos y Leyes que intervendrán en la Evaluación de Impacto Ambiental serán:

1. Bases Generales del Medio Ambiente (D.F.L. Ley N° 19.300 año 1994)
2. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 30, año 1997, modificado D.S. N° 95 año 2001)
3. Ley de Navegación (D.F.L. N° 2.222 año 1978)
4. Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática (D.S. N° 1 año 1992)
5. Establece normas sobre construcción, reparación, carenas, condiciones ambientales, normas de seguridad del trabajo, habilitación y funcionamiento de los astilleros y varaderos. (DGTM.y MM. N° 0-72/013)
6. Ley sobre Monumentos Nacionales (Ley N° 17.288, del año 1970)

También indica que se debe contar con un Plan de Contingencia para el Control de Derrame de Hidrocarburos, aprobado por la Autoridad Marítima.

El contenido de este plan debe ajustarse al formato indicado en la Circular DGTM y MM A-53/002, que establece Procedimiento para la Confeción y Presentación de Planes de Emergencia y Contingencia de Lucha Contra la Contaminación de

---

<sup>64</sup> Circular DGTM y MM. Ordinario N°0-72/013, Establece normas sobre construcción, reparación, carenas, condiciones ambientales, normas de seguridad del trabajo, habilitación y funcionamiento de los astillero y varaderos.

las Aguas por Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Líquidas Contaminantes o que sean Susceptible de Contamina

### 5.7.1 Evaluación de Impacto Ambiental

Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, entre estos proyectos se encuentran:

- Puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos<sup>65</sup>.

Estos proyectos solo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la Ley 19.300, Ley General de Medio Ambiente.

Corresponderá a la Comisión Regional o Nacional del Medio Ambiente, en su caso, la administración del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) la evaluación de este, en nuestro caso nuestro proyecto se ubica en una región, por lo que corresponde a la Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA).

El titular del proyecto deberá presentar una Declaración de Impacto Ambiental o elaborar un Estudio de Impacto Ambiental, según corresponda.

Las Declaraciones de Impacto Ambiental o los Estudios de Impacto Ambiental se presentarán, para obtener las autorizaciones correspondientes, ante la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región en que se realizarán las obras materiales que contemple el proyecto o actividad, con anterioridad a su ejecución.

Los titulares de los proyectos o actividades que deban someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental y que no requieran elaborar un Estudio de Impacto Ambiental, presentarán una **Declaración de Impacto Ambiental**, bajo la forma de una declaración jurada, en la cual expresarán que éstos cumplen con la legislación ambiental vigente.

La Comisión Regional tendrá un plazo de sesenta días para pronunciarse sobre la Declaración de Impacto Ambiental. En caso de no aprobarse el interesado podrá realizar una nueva Declaración o Estudio si así lo requiere el proyecto.

El proceso de evaluación concluirá con una resolución que califica ambientalmente el proyecto o actividad.

Las Comisiones Regionales publicarán el primer día hábil de cada mes, en el Diario Oficial y en un periódico de circulación regional, una lista de los proyectos o actividades sujetos a Declaración de Impacto Ambiental que se hubieren

---

<sup>65</sup> Ley 19.300, Sobre bases generales del medio ambiente

presentado a tramitación en el mes inmediatamente anterior, con el objeto de mantener debidamente informada a la ciudadanía.

### **5.7.2 Declaración de Impacto Ambiental**

La Declaración de Impacto Ambiental debe de justificar que no es necesario un Estudio de Impacto Ambiental, dada la naturaleza del proyecto. Esta deberá presentarse bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresará que se cumple con la legislación ambiental vigente, acompañando todos los antecedentes que permitan al órgano competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.

Las Declaraciones de Impacto Ambiental deberán contener, a lo menos, lo siguiente:

- a) La indicación del tipo de proyecto o actividad de que se trata, indicando su nombre; la identificación del titular y su sociedad matriz, si la hubiere; su objetivo; su localización según coordenadas geográficas y según división político-administrativa a nivel regional, provincial y comunal; el monto estimado de la inversión; la superficie que comprenderá y la justificación de su localización.
- b) La descripción del proyecto o actividad que se pretende realizar o de las modificaciones que se le introducirán, definiendo las partes, acciones y obras físicas que lo componen; su vida útil; el plazo estimado de inicio de la ejecución o modificación del proyecto o actividad; y la descripción cronológica de sus distintas fases.
- c) La indicación de los antecedentes necesarios para determinar si el impacto ambiental que generará o presentará el proyecto o actividad se ajusta a las normas ambientales vigentes, y que éste no requiere de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental, de acuerdo a lo dispuesto en la ley y en el presente Reglamento.
- d) La descripción del contenido de aquellos compromisos ambientales voluntarios, no exigidos por la legislación vigente, que el titular del proyecto o actividad contemple realizar.

Ver Declaración de Impacto Ambiental en Anexo 4

### 5.7.3 Plan de Contingencia para Control de Derrame de Hidrocarburos

Dentro de las condiciones ambientales que debe cumplir el astillero se encuentra la elaboración de un Plan para el control de Derrames de Hidrocarburos<sup>66</sup>.

Este plan se debe ajustar al formato indicado en la circular DGTM y MM A-53/002, que establece Procedimiento para la Confección y Presentación de Planes de Emergencia y Contingencia de Lucha contra la Contaminación de las Aguas por Hidrocarburos y sustancias Nocivas Líquidas y Contaminantes o que sean Susceptible de Contaminar. Según esta normativa los pasos a seguir para su elaboración, presentación y aprobación serán los siguientes:

- La denominación del plan será:
  - Para puertos, terminales marítimos, pontones, instalaciones o faenas de transferencia de hidrocarburos, sustancias nocivas líquidas contaminantes o susceptible de contaminar.  
**“Plan de Contingencia para el Control de Derrames de Hidrocarburos (u otras sustancias susceptibles de contaminar)”**
- El Plan de contingencia deberá seguir la pauta del ANEXO A que entrega la circular precedente.
- Debe ser presentado a la capitanía de puerto correspondiente en una carpeta con sistema de hojas desmontable, de manera que sea fácil su modificación.
- La Capitanía hará llegar este plan a la Gobernación Marítima que le corresponda.
- En la Gobernación marítima el encargado de medio ambiente verificara que se ajuste al formato entregado por la circular, una vez evaluado el Plan, se elevara a la Dirección de Interese Marítimos y Medio Ambiente Acuático (DIRINMAR), de manera de resolver su aprobación
- La DIRINMAR y la Capitanía de Puerto tienen un plazo de 15 días hábiles para su evaluación respectivamente.
- La vigencia del plan será de 5 años, posteriormente deberá ser actualizado.

---

<sup>66</sup> Circular DGTM y MM. Ordinario N°0-72/013, Establece normas sobre construcción, reparación, carenas, condiciones ambientales, normas de seguridad del trabajo, habilitación y funcionamiento de los astilleros y varaderos.

El plan debe contener como mínimo la siguiente información:

**I. Las primeras hojas del Plan contendrán:**

- Una Carátula donde se presente el nombre de la empresa o instalación a la cual se refiere el Plan, su ubicación geográfica, sus características principales e información sobre sus propietarios, concesionarios y de todas sus instalaciones. Asimismo se consignará toda información referida a la empresa, que sea de interés para el Plan.
- El Índice General.

**II. Listado de los elementos esenciales que deberá contener el Plan:**

**SECCIÓN 1: Introducción.**

- Política ambiental de la empresa (Compromisos y políticas de salud, seguridad, medio ambiente, etc.).
- Propósito y objetivos del Plan.
- Alcance y cobertura del Plan.

**SECCIÓN 2: Organización y Responsabilidades.**

- Responsable de la ejecución del Plan.
- Diagrama de organización de la empresa en la respuesta. (Organigrama de la organización, destacando coordinador, grupo de respuesta, apoyo, asesor, limpieza, etc., junto con el detalle de los integrantes de cada grupo (nombre, dirección, teléfono, etc.).
- Funciones y responsabilidades. (Destacar las tareas específicas que asumen los integrantes del grupo de respuesta, de apoyo y del asesor, entre los que se destacan: Coordinador en el lugar, coordinador de actividades de limpieza y control de emergencia, de seguridad, de servicios, de comunicaciones, de adquisiciones, del asesor legal, de asuntos públicos y de medio ambiente, etc.).
- Niveles de respuesta. (Detallar la cantidad de equipo preventivo (personal y medios) desplazados para intervenir o accionar ante un derrame durante las operaciones con los buques, como también el lugar de emplazamiento de este equipo de respuesta).

- Marco Normativo Ambiental. (Destacar la regulación ambiental nacional e internacional aplicable al puerto o terminal, especialmente, en lo referente a la protección del medio marino, manipulación de hidrocarburos, mezclas oleosas u otras sustancias perjudiciales).

### SECCIÓN 3: Preparación y Planificación de la Respuesta

- Análisis de riesgo de derrame. (Descripción de las instalaciones, volúmenes que se movilizan o almacenan, estimación de riesgos de derrames, derrames históricos ocurridos en el puerto o terminal, etc.)
- Localización, segregación y características de los lugares de almacenamientos de hidrocarburos, otras sustancias nocivas líquidas y sustancias potencialmente peligrosas.
- Descripción de los productos movilizados, propiedades físicas y químicas. (Se adjuntará en anexo Ficha de Seguridad de cada uno de los productos).
- Enlace con el Sistema Oficial de Respuesta y con sistemas similares (nacionales y/o regionales).
- Activación del sistema de respuesta de la empresa.
- Procedimientos implementados para la prevención de la contaminación en operaciones de rutina y por siniestros.

### SECCIÓN 4: Operaciones de respuesta

- Configuración general de la respuesta para superar los riesgos descritos en el punto "Riesgo de derrames".
- Equipamiento disponible. Destacar todos los equipos disponibles (propios o ajenos) para el control de derrames (cantidad, modelo, etc.), así como también de empresas proveedoras, de servicios, apoyo, remolcadores/lanchas, aeronaves, vehículos, equipos comunicaciones, contratistas, etc.

Para el caso de empresas que operen con hidrocarburos, determinar "Criterios y Políticas implementadas para la utilización de agentes químicos para el tratamiento de la mancha". En este sentido, se deberá definir las áreas en las que, considerando sus características ecológicas y de uso, se aplicaría este tipo de elementos químicos.

Para aquellos terminales marítimos, puertos o instalaciones que posean dentro de su equipamiento de combate barreras o mangueras, se recomendará el uso de conexiones ASTM (tipo zeta) para las barreras y de

conexiones estandarizarlas en 3 pulgadas tipo CAMLOCK para el caso de las mangueras.

- Técnicas de pronóstico o estimación del desplazamiento, movimiento o deriva del derrame. (En el caso de productos químicos detallar los diferentes comportamientos del contaminante, según sus características, Ej. flota / se hunde / miscible con el agua, etc).
- Determinación de los recursos y actividades posibles de ser afectadas ante un derrame (Áreas sensibles).
- Técnicas de control de derrame.
- Descripción de las medidas operativas implementadas para cada nivel de respuesta (hidrocarburos o sustancias químicas).
- Procedimiento para la disposición final de los contaminantes recuperados en la operación y elementos empleados en su recuperación (material sorbente, etc.), asimismo, de los residuos procedentes del lavado del equipamiento.
- Procedimientos implementados para la seguridad de la comunidad. (En el caso de derrame de productos químicos detallar los diferentes procedimientos que se llevarán a cabo según el tipo de contaminante con que se opere y los centros poblados cercanos al lugar del incidente).
- Protección personal y seguridad operativa.

#### SECCIÓN 5: Comunicaciones.

- Sistema de comunicaciones y enlace. (Se deberá indicar tipo, números de teléfono, correos electrónicos, frecuencias, etc.)

#### SECCIÓN 6: Notificaciones e informes.

- Listados de autoridades y organismos a los cuales se les deberá dar aviso en caso de un derrame, identificando el número de teléfono, celular, fax, frecuencia de radio, correo electrónico, etc.
- Formato de notificación preestablecido que permita evaluar y clasificar la emergencia.

#### SECCIÓN 7: Administración y logística.

- Cadena de abastecimiento establecida para obtener medios humanos y equipamiento específico y no específico.

## SECCIÓN 8: Formación y ejercicios.

- Programas de formación y ejercicios prácticos establecidos para garantizar que las medidas de respuesta se efectúen eficazmente.

Ver Plan de Contingencia para el Control de Derrames de Hidrocarburos (u otras sustancias susceptibles de contaminar) en Anexo 5

## 6 CONCLUSIONES

En el diseño y distribución de las construcciones y equipamiento de un astillero, no existen reglas que nos aseguren la correcta elección, sino que, es un proceso iterativo de revisar deficiencias y virtudes, de las características geográficas del terreno, climáticas, accesos, sistemas de movimiento de materiales, tamaño de las embarcaciones o artefactos navales a construir, proceso productivo, etc. En definitiva no existe un astillero igual a otro y se debe partir de la base del ordenamiento más eficiente posible en virtud de un proceso de construcción conocido.

El estudio y conocimiento de la normativa que involucra este proyecto en sus diferentes áreas, es de vital importancia, pues ello nos entregara un lineamiento preciso de los procedimientos, estudios, y factores a tener en cuenta en el diseño y dimensionamiento de cada una de sus partes.

Al no existir normativa técnica nacional referente al cálculo y diseño de estructuras navales y equipamiento de un astillero, queda al criterio profesional la utilización de las normas internacionales como la British Standard 6349-3, lo que muestra una deficiencia de nuestro país para con esta área de la industria.

Por otro lado desde el punto de vista medio ambiental, se debe tener una clara visión, del impacto que tendrá la actividad en el medio ambiente marino como terrestre, de manera de prever y mitigar cualquier contaminación que se pudiese generar. La disposición de la industria para con este tema es primordial para salvaguardar el correcto cuidado del medio ambiente.

Por último, queda claro que la industria de la construcción naval, principalmente naves menores continúa creciendo, se puede ver en la práctica el nacimiento de nuevos astilleros dedicados a la construcción de estas naves, lo que pronostica un continuo crecimiento de la industria naval en la región.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- Ambiente, S. d. (2004). *Manual de Almacenamiento Seguro de Sustancias Peligrosas*. Santiago: Seremi de Salud.
- CINTAC. (2013). *Catálogo Técnico Cintac*. Santiago: Cintac.
- Daniel Alvarez, P. L. (s.f.). *Ingeniería e infraestructura de los transportes*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Gracia/Cervigón, A. (2002). *Análisis lingüístico de la unidad léxica Astilejos en el habla Andaluza*. Madrid: Dykinson.
- Heger Dry Dock, I. (2005). *DOCKMASTER TRAINING MANUAL*.
- INDURA. (s.f.). *Catálogo de Procesos y Productos*. Santiago: Indura.
- Mercante, D. G. (2003). *Circular Marítima A53/002*. Valparaíso: Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante.
- Mercante, D. G. (2004). *Circular DGTM Y MM. Ordinario N° 072/013*. Valparaíso: Armada de Chile.
- Mercante, D. G. (2005). *Reglamento de Concesiones Marítimas*. Santiago: Oficina de Reglamentos y Publicaciones Marítimas.
- Mercante, D. G. (2009). *Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Valparaíso: Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante.
- Mercante, D. G. (2011). *Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente*. Valparaíso: Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante.
- Montt, M. d. (2008). *Plan Regulador Comunal*. Puerto Montt: Municipalidad de Puerto Montt.
- Oceánicos, C. O. (s.f.). *Industria Naval y Medio Ambiente*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos.
- Otero, A. (2011). *Catálogo de Aceros Otero*. Santiago: Aceros Otero.
- Oyarzún, M. (2012). *Análisis del Diseño y Recomendaciones para la Operación de la Estructura que Conforman el Varadero de Lanzamiento Principal de ASENAV*. Valdivia: Escuela de Ingeniería Civil en Obras Civiles, Uach.
- S.A, B. (s.f.). *Arena o Granalla de Acero*. Buenos Aires: Blasting S.A.
- Salud, M. d. (2000). *Decreto Supremo N°594*. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Sanitarios, S. d. (2002). *Reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado*. Santiago: Ministerio de Obras Públicas.

Terzaghi, K. (1973). *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*.

Timoshenko, S. (1957). *Resistencia de Materiales, Primera Parte*. Madrid: Espasa-Calpe S.A.

Urbanismo, M. d. (2013). *Ley General de Urbanismo y Construcciones*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Valencia, C. E. (2008). *Manual 19, Distribución en planta*. Valencia: Centro Europeo de Empresas Innovadoras de Valencia.

Valenzuela, D. (2006). *Gestión y Propuesta de un Astillero*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.

## **8 ANEXOS**

- 8.1 ANEXO N°1, Plano Distribución General Instalaciones del Astillero**
- 8.2 ANEXO N°2, Plano de Seguridad del Astillero**
- 8.3 ANEXO N°3, Plano Arreglo General Carro de Varada**
- 8.4 ANEXO N°4, Declaración de Impacto ambiental Astillero**
- 8.5 ANEXO N°5, Plan de Contingencia ante el derrame de Hidrocarburos**

## **ANEXO N°3, Plano Arreglo General Carro de Varada**

Ver en documento impreso. Biblioteca Campus Miraflores, Universidad Austral de Chile.

DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL  
ASTILLERO

EMPRESA :  
DIRECCION :  
TELEFONO :  
REPRESENTANTE LEGAL :

## INDICE

1	DATOS GENERALES.....	4
1.1	Antecedentes Del Representante Legal.....	4
1.2	Antecedentes Del Proyecto.....	4
1.3	Objetivos .....	4
1.4	Disposiciones, Reglamentos y Leyes vigentes .....	4
1.5	Localización del Proyecto.....	5
1.5.1	Coordenadas Geográficas.....	5
1.5.2	Ubicación Político- Administrativa.....	5
1.6	Monto Estimado de la Inversión .....	6
1.7	Superficie de Terreno.....	6
1.8	Elección del Terreno y sus Características .....	6
1.8.1	Elección.....	6
1.8.2	Características Generales .....	7
2	DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	9
2.1	Propósitos y Objetivos.....	9
2.2	Definición de sus Partes, Acciones y Obras Físicas .....	9
2.2.1	Recopilación de Información. ....	9
2.2.2	Solicitud de Concesión Marítima .....	9
2.2.3	Preparación de terreno .....	10
2.2.4	Construcción de las Obras físicas .....	11
2.2.5	Operación del Astillero.....	13
2.3	Acciones y condiciones de seguridad .....	18
2.3.1	Condiciones.....	18
2.3.2	Reglamento de Higiene, orden y seguridad.....	19
3	ANTECEDENTES Y DISPOSICIONES LEGALES PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL Y QUE ESTABLECEN EFECTUAR SOLO UNA DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL.....	20
4	COMPROMISOS AMBIENTALES .....	24
4.1	Normativas Ambientales aplicables al Proyecto.....	24
4.2	Compromisos ambientales.....	24

4.3	Compromisos Ambientales Voluntarios.....	26
4.4	Declaración Jurada .....	26

## **1 DATOS GENERALES**

### **1.1 Antecedentes Del Representante Legal**

Nombre:

R.U.T.:

Domicilio:

Giro Comercial:

Teléfono:

Fax:

E-mail:

### **1.2 Antecedentes Del Proyecto**

Nombre: Astillero

Ubicación: Camino Los Álamos P-18

Coordenadas: Latitud: 41° 31'47,1260" S                      Longitud: 73° 02' 41,6583" W.

### **1.3 Objetivos**

El objetivo general de este proyecto tiene como finalidad evaluar y establecer el impacto ambiental derivado de la construcción, operación y abandono del proyecto "Astillero". Comuna de Puerto Montt. Región de Los Lagos", a través de una Declaración de Impacto Ambiental que cumpla con los requerimientos, y en los términos de Disposiciones, Reglamentos y Leyes vigentes exigidos por la COREMA, X Región.

### **1.4 Disposiciones, Reglamentos y Leyes vigentes**

1. Bases Generales del Medio Ambiente (D.F.L. Ley N° 19.300 año 1994)
2. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 30, año 1997, modificado D.S. N° 95 año 2001)
3. Ley de Navegación (D.F.L. N° 2.222 año 1978)
4. Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática (D.S. N° 1 año 1992)
5. Establece normas sobre construcción, reparación, carenas, condiciones ambientales, normas de seguridad del trabajo, habilitación y funcionamiento de los astilleros y varaderos. (DGTM.y MM. N° 0-72/013)
6. Ley sobre Monumentos Nacionales (Ley N° 17.288, del año 1970)

## 1.5 Localización del Proyecto

La ubicación geográfica del proyecto se contempla en el sector Panitao Bajo, comuna de Puerto Montt, Provincia de Llanquihue, Región de los Lagos.

### 1.5.1 Coordenadas Geográficas

Latitud: 41° 31'47,1260" S

Longitud: 73° 02' 41,6583" W.

Latitud: 41° 33'49,8059" S

Longitud: 73° 02' 40,9701" W

### 1.5.2 Ubicación Político- Administrativa

Región De Los Lagos - Provincia Puerto Montt - Comuna Puerto Montt - Sector Panitao Bajo.

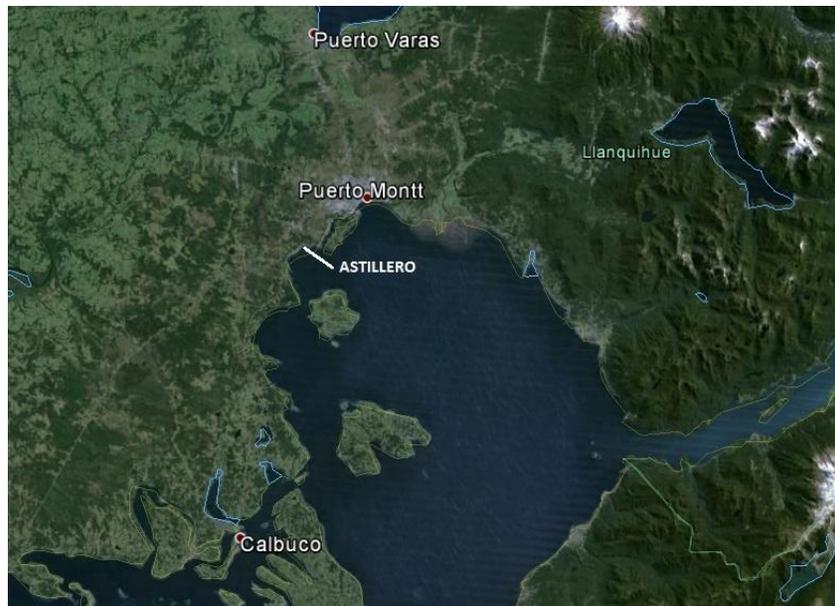


Fig.1 Ubicación Provincial, Fuente Google Earth



Fig. 2 Ubicación Comunal, Fuente Google Earth

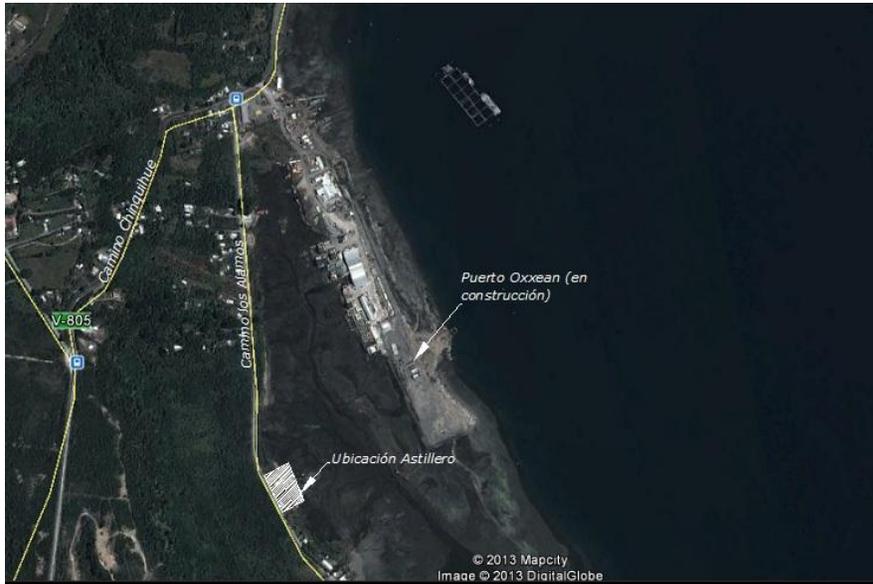


Fig. 3 Ubicación Sectorial, Fuente Google Earth

## 1.6 Monto Estimado de la Inversión

El monto estimado de inversión para este proyecto es de US 200.000

## 1.7 Superficie de Terreno.

El emplazamiento del proyecto es sobre terreno particular de propiedad del Astillero, propiedad que se encuentra inscrita bajo el número 5449, Fs. 5257, de fecha 18 de diciembre de 2010, que tiene una superficie de 2730 metros cuadrados. El proyecto considera además una concesión de playa que colinda con esta propiedad,

La concesión costa de 5 sitios destinado a diferentes propósitos:

- Sitio 1, destinado a relleno para ampliar la superficie de trabajo del astillero, de 1382 metros cuadrados
- Sitios 2 y 4 destinados a varadero intermareal, de 2720 y 2691 metros cuadrados respectivamente.
- Sitios 3 y 5 destinados a rampa con el propósito de instalar nuestra línea de varada según convenga, de 790 metros cuadrados cada uno

## 1.8 Elección del Terreno y sus Características

### 1.8.1 Elección

La elección de un sitio o terreno para el desarrollo de instalaciones nuevas de un astillero, depende de muchos aspectos físicos de las cercanías locales, así como de consideraciones socioeconómicas.

Normalmente, los buenos sitios satisfacen los siguientes criterios:

- a) Los aspectos físicos, incluyendo viento, marea, corrientes, clima y sedimentación, no requieren de mayor mantenimiento respecto de una vía marítima.
- b) Las alteraciones para el tráfico marítimo no ubican a un astillero como un lugar donde se provoca importante sedimentación, resultando en cambio una mínima o casi nula frecuencia en el mantenimiento del fondo.
- c) El área de la tierra en la zona ribereña es adecuada para las necesidades de procesamiento y manejo de los desechos de cualquier industria en desarrollo.
- d) No se viola ningún período de reproducción ni migración de la biota autóctona. La necesidad de reubicación de la población es nula.
- e) El proyecto no compite con otros usos altamente valorados de la tierra como playas de pesca, turismo, campos agrícolas o aldeas, ni los desplaza.
- f) Las actividades del proyecto no afectan negativamente al valor de un recurso marino o costero existente.
- g) Se dispone de materiales de construcción, mano de obra calificada, industrias de apoyo, suministros de energía eléctrica, instalaciones de agua potable y eliminación de desechos, vías de acceso y transporte.
- h) La construcción, operación y mantenimiento del astillero no perjudica a los hábitats frágiles (por ejemplo esteros, pantanos, manglares) o especies raras, en riesgo, o en peligro de extinción.
- i) La ubicación del proyecto no genera o presenta efectos adversos significativos sobre la diversidad biológica del área de influencia de las instalaciones, ni sobre su capacidad de regeneración
- j) El acceso al astillero por camino o por mar puede establecerse fácilmente sin mayor alteración de las comunidades o instalaciones acuáticas.

### **1.8.2 Características Generales**

Para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto es relevante conocer y tomar en cuenta las características del lugar, de manera de evaluar todos los aspectos que afecten o beneficien la instalación de este tipo de industria.

Entre estos se tomaron en consideración que:

- a) Los aspectos relativos a la meteorología, en especial los vientos reinantes que durante la época estival predominan del S-SO, siendo estos de baja intensidad. En la invernal, que están asociadas a las mayores intensidades son del N-NO, facilitan la operación, ya que, la geografía del lugar nos protege de estos.
- b) El área del terreno donde se emplaza el proyecto, limita en el costados SE con el mar de Chile y con la concesión marítima asociada al proyecto, con lo que no se interpone con otros intereses de proyectos implementados en el borde costero.
- c) El sector está definido Zona de Extensión Urbana Industrial donde se emplazan otras empresas como Astilleros Aquament S.A, Astilleros Ascon, Astillero Walbusch.
- d) La corriente en el área de la concesión es exclusivamente mareal y corre paralela a la línea de playa con una intensidad que en su máximo no sobrepasa un nudo, condición que favorece cualquier tipo de maniobra de varada o desvarada.
- e) La marea máxima, pese a que su diferencia entre el alta y la baja es alrededor de los 6 metros, según el uso y costumbre local, no constituye impedimento para emprender alguna maniobra, ya sea de carro o en la playa en cualquier circunstancia.
- f) El oleaje producido por el viento del Sur, es protegido por la península de Caullahuapi, por lo que no se considera como limitante en la ejecución de maniobras en el varadero o en la playa.
- g) Las características de la playa, libre de roqueríos e irregularidades no representan un problema para las maniobras en el varadero o en la playa.
- h) Acceso costero expedito, y suficiente, quedando muy cercano a Camino Chiquihue.
- i) Factibilidad en el suministro de energía y potencia eléctrica
- j) Fácil acceso a suministro y caudal de agua potable mediante desarrollo de un proyecto de agua potable previamente aprobado por el Servicio de Salud de Puerto Montt.
- k) No existe en las cercanías o proximidades Monumentos Nacionales
- l) No se realizan manifestaciones propias de la cultura o folklore de algún pueblo, comunidad o grupos humanos.
- m) Lugar físico que no genera alteración significativa del valor paisajístico o turístico de la zona.
- n) Zona no declarada como centro de interés turístico nacional

- o) Lugar de baja densidad de la población y escaso desarrollo económico y social.
- p) Franja libre de áreas donde existen recursos protegidos en forma oficial o colocada bajo protección oficial.
- q) Proyecto no generará reasentamiento humano.
- r) No hay establecimientos escolares, centro de atención primaria de salud o similares en las áreas adyacentes.

## **2 DESCRIPCION DEL PROYECTO**

### **2.1 Propósitos y Objetivos**

El propósito del proyecto es disponer de las instalaciones, personal y materia prima necesaria para llevar a cabo la construcción de naves y artefactos navales menores de 50 toneladas de registro grueso (T.R.G), y la reparación y mantención de naves y artefactos navales de hasta 200 toneladas de desplazamiento liviano.

El objetivo es desarrollar proyectos navales que den solución a los requerimientos de la gran industria salmonera y a otros rubros de la región, cumpliendo siempre con estándares de seguridad y calidad en cada uno de estos. Cumplir con el mas estricto rigor y apego la normativa ambiental de tal manera de generar un ambiente limpio y no nocivo para la salud humana, velando siempre por la protección del medio ambiente en el desarrollo de la actividad.

### **2.2 Definición de sus Partes, Acciones y Obras Físicas**

#### **2.2.1 Recopilación de Información.**

La etapa de recopilación de antecedentes es un trabajo de gabinete que consiste básicamente en consultar a los proponentes del proyecto como también a empresas que desarrollen actualmente una actividad productiva similar, acerca del proceso productivo en sí, de manera tal de tener los antecedentes lo más reales posibles como para evaluar técnicamente el proyecto.

#### **2.2.2 Solicitud de Concesión Marítima**

La solicitud de esta concesión de efectúa una vez que se ha definido la ubicación geográfica del proyecto.

Se solicitó una concesión marítima menor, con una duración máxima de 10 años. La superficie de la concesión solicitada está dividida en varios sectores destinados a diversos usos, estos son:

- Sitio 1, destinado a relleno para ampliar la superficie de trabajo del astillero, de 1382 metros cuadrados
- Sitio 2 destinado a varadero intermareal, de 2720 metros cuadrados
- Sitio 3 destinado a rampa con el propósito de instalar nuestra línea de varada según convenga, de 790 metros cuadrados.
- Sitio 4 destinados a varadero intermareal, de 2691 metros cuadrados.
- Sitio 5 destinados a rampa con el propósito de instalar nuestra línea de varada según convenga, de 790 metros cuadrados.

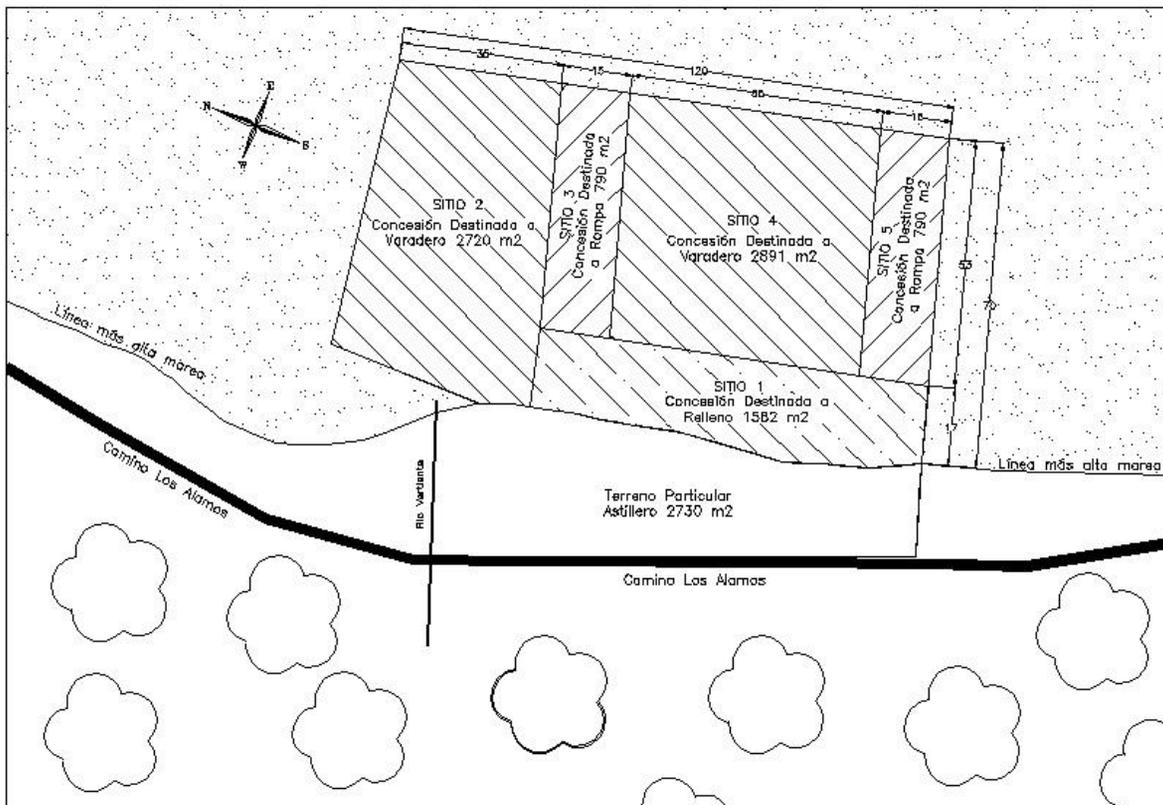


Fig. 4 Sitios Concesión Marítima.

### 2.2.3 Preparación de terreno

El área de emplazamiento del proyecto será cercada adecuadamente, considerando estacones de madera impregnada y cerco de malla.

Se realiza posteriormente un mejoramiento del terreno, el cual considera una nivelación rebajando o rellenando con el mismo material del sitio, según

corresponda, para formar la plataforma de trabajo. No se pretende sacar material ni traer material de otro sector.

Debido que el proyecto está inserto en un área destinada para uso industrial, no se requiere de la presentación de un proyecto de cambio de uso de suelo.

#### **2.2.4 Construcción de las Obras físicas**

El acondicionamiento del Astillero para poder operar contempla la construcción de diversas instalaciones, tanto para la realización de la actividad industrial, como su administración y bienestar de los trabajadores que en ella se desempeñan. Estas instalaciones son las siguientes:

1. Oficina de Ingeniería y Producción (30 m<sup>2</sup>)

Estas se instalaran en un contenedor del tipo marino de 40 pies, revestido con terciado marino barnizado, en su interior se encontraran las oficinas de ingeniería y producción.

2. Oficinas Administrativas (30m<sup>2</sup>)

Estas se instalaran en un contenedor del tipo marino de 40 pies, revestido con terciado marino barnizado, en su interior se encontraran las oficinas de recepción, una cafetería y oficinas de administrativos.

3. Comedores, Guardarropía y Baños (30m<sup>2</sup>)

Estos se instalaran en un contenedor del tipo frigorífico marino de 40 pies, con revestimiento de acero inoxidable, en su interior de encontraran un baño con capacidades suficiente de acuerdo al Decreto Supremo N°594, un comedor y un guardarropía.

4. Bodega de Materiales y Equipos (30m<sup>2</sup>)

Estas se instalaran en un contenedor del tipo marino de 40 pies, revestido con terciado marino barnizado, en su interior se encontrará la bodega de insumos como los son, electrodos, discos de corte, etc., y la bodega de equipos en donde se guardaran las herramientas y maquinarias.

5. Galpón de Corte y Forma (160 m<sup>2</sup>)

Se construirá un galpón con cerchas de acero y forro de zinc tipo 5 V, de 16 metros de largo por 10 metros de ancho, en su interior se encontraran los equipos necesarios para el corte y formado de planchas.

#### 6. Galpón de Trabajo (450 m<sup>2</sup>)

Se construirá un galpón de acero con vigas de acero y forro de zinc tipo 5V, paralelo a la línea de la playa de 18 metros de largo por 25 metros de ancho y 12 metros de alto, con capacidad para contener una construcción menor. En su interior se realizara el proceso de construcción del casco de la nave, y su superestructura si la altura de esta lo permite.

#### 7. Galpón de Prefabricado (72 m<sup>2</sup>)

Se construirá un galpón con perfiles de acero y zinc tipo 5V, paralelo y contiguo con el galpón de trabajo, en donde se realizara el conformado de estructuras menores, como cuadernas, mamparos, misceláneos, etc.

#### 8. Línea de Varada y Desvarada (324 m<sup>2</sup>)

Se construirá una grada de lanzamiento del tipo ferrocarril marino, que consiste en un carro que se desplaza con ruedas sobre rieles y es movido por la acción de un winche eléctrico de gran capacidad de tiro. Esta línea se construirá sobre un fundamento de hormigón, y el carro se construirá de vigas de acero con la resistencia necesaria para varar naves de hasta 200 toneladas de peso.

La instalación de la línea no contempla dragado del fondo de mar, ya que se adaptara a la pendiente natural de la playa.

#### 9. Recinto para Gas Licuado y Oxígeno (6m<sup>2</sup>)

Para el correcto acopio y almacenamiento de Gas Licuado y Oxígeno, se considera la construcción de un espacio techado de 6 m<sup>2</sup>, cercado solo por reja metálica que permite el ingreso de luz natural y una adecuada ventilación.

Los materiales que se almacenan son gas licuado, butano y propano, oxígeno industrial comprimido e Indumig.

#### 10. Sistema de Agua Potable

Se instalara un sistema de agua potable domiciliaria, debido a que no se cuenta con red de agua potable publica en el sector. Este sistema será previamente aprobado por el servicio de salud, tanto en la captación de agua, como en el tipo de tratamiento, materiales y cálculos de presión suficientes.

#### 11. Sistema de Alcantarillado

Se instalara un sistema de alcantarillado domiciliario, debido a que no se encuentra servicio de alcantarillado público en el sector. Este sistema constara con una fosa del tipo rotoplastic y drenes necesarios para la evacuación de las aguas negras y grises. Este sistema también será evaluado por el servicio de salud de la comuna, debiéndose presentar un proyecto técnico en el que se identifican todos los componentes del sistema de acuerdo a la normativa nacional.

## 12. Servicio Eléctrico

Se contara con energía eléctrica en los voltajes de 220 y 380 volts respectivamente, voltajes necesarios para la utilización de máquinas industriales, iluminación y equipos domiciliarios.

La implementación del servicio eléctrico será, por medio de un instalador autorizado por la Superintendencia de electricidad y Combustibles, el cual solicitara a la empresa distribuidora de energía, el otorgamiento de este servicio.

## 13. Sistema contraincendios

Se contara con un sistema de red húmeda de 25 mm, que se compondrá de cuatro estaciones dotadas con grifos, mangueras y pitones de acuerdo a la normativa nacional. También habrán medios de extinción portátiles como extintores de PQS y CO2 para los diferentes tipo de fuegos, distribuidos en todos los espacios del astillero.

### **2.2.5 Operación del Astillero**

El proceso productivo necesario para lograr la construcción de una embarcación u artefacto naval, depende de un sin número de variables, generadas por las diferentes áreas tecnológicas que se funden en sólo producto que es una “nave u artefacto”, para cumplir una función específica, encargada por el cliente, pero que además debe brindar seguridad y confort a su tripulación y su entorno.

Las áreas que intervienen en una construcción son estructura, mecánica, hidráulica, electricidad, electrónica, habitabilidad, etc., todo se une a través de un diseño de ingeniería, el cual se rige, según las normas de la DGTM y MM, cumpliendo así el marco legal establecido.

El funcionamiento, como cualquier empresa, está definido por los departamentos de Ingeniería, Adquisiciones, Producción, Contabilidad y Administración-Recursos Humanos. Con ellos se inician el plasmado de las necesidades del cliente en un modelo computacional con las variables de diseño, normas de construcción y los procesos de diseñar, proyectar, calcular, presupuestar, desarrollar y construir los proyectos navales.

- Un área de Ingeniería: que desarrolla el diseño, lleva el control del proceso y realiza las presentaciones de los proyecto ante la Autoridad Marítima correspondientes, siendo ante la CLIN (comisión local de inspecciones). o el SINAV (servicio de inspecciones marítimas), dependiendo del tamaño del proyecto.

- Un área de Producción: que desarrolla la construcción de las distintas piezas y partes de la nave, en un proceso que se compone de varias etapas, de la misma manera tiene la misión de supervisar y realizar los controles de calidad necesarios durante la construcción.
- Un área de Contabilidad: que controla y administra la información de los fondos, capitales de la empresa y de los proyectos, llevando además lo relacionado con sueldos y sus declaraciones
- Un área de Adquisiciones (Materiales e Insumos): que controla, administra y ejecuta todo lo relacionado con las adquisiciones y compras de materiales, insumos y repuestos obligatorios para llevar adelante los proyectos y necesidades de la empresa.
- Un área de Administración y Recursos Humanos: que controla y administra el astillero y dirige el departamento de Recursos Humanos y Calificación del Personal

El proceso de construcción de una nave o artefacto naval se puede resumir en el esquema que se presenta.

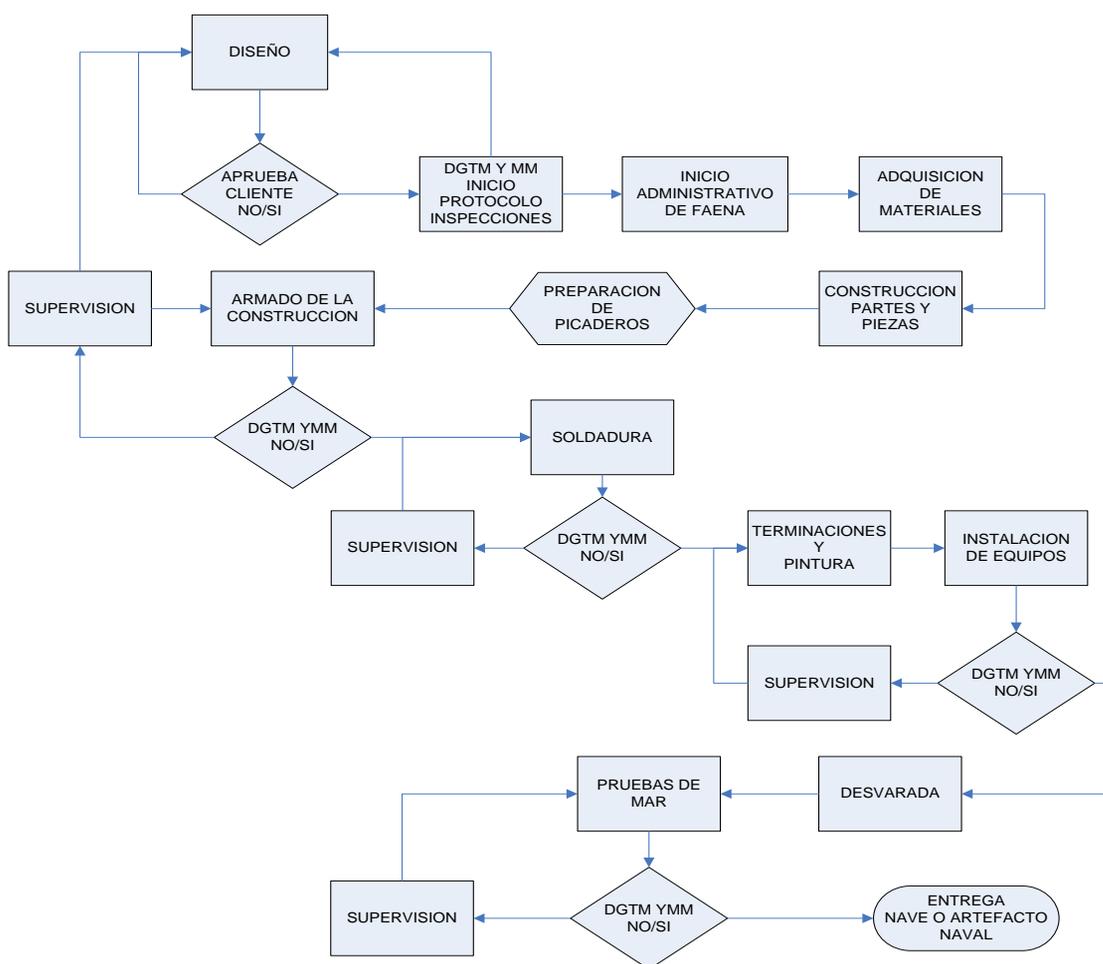


Fig. 5 Diagrama de flujo de una construcción naval

### **2.2.5.1 Diseño**

El diseño de los proyectos se desarrolla por medio de software y el dimensionamiento de las unidades estructurales (quilla, cuadernas, baos, puntales, cartelas, longitudinales, zapas, planchas, etc.) y de operación (circuitos y sistemas de navegación, en general) de acuerdo a los reglamentos correspondientes:

- a) Directiva DGTM y MM 0-71/010 Establece normas sobre construcción, equipamiento, inspecciones y otras exigencias de seguridad que deben cumplir las naves menores
- b) DS. (M) N° 146/87 Reglamento para la Construcción, reparación y conservación de las naves mercantes y especiales mayores y de artefactos navales y sus inspecciones y su reconocimiento
- c) Reglamento para Construcción y Clasificación de barcos de acero bajo los 90 metros, del American Bureau of Shipping (ABS 2006)
- d) Organización Marítima Internacional (O.M.I.) en cuanto a calidad y dimensiones.

### **2.2.5.2 Inspecciones**

Las inspecciones contempladas para los proyectos que se ejecuten en el astillero se efectuaran conforme a los siguientes procedimientos:

#### Inspecciones Externas

Las inspecciones externas contemplan la aplicación del Protocolo de Inspecciones para Naves y Artefactos navales vigentes implementados por la C.L.I.N., dependiente de la Gobernación Marítima de Puerto Montt., la que en resumen considera cronológicamente:

- 1) Inspección Dimensional
- 2) Inspección Intermedia de Construcción
- 3) Inspección Final de Construcción, Instalación de Equipos y Pruebas de Estanqueidad
- 4) Inspección de Experimento de Inclinación, Pruebas de Puerto y
- 5) Pruebas de Mar.

#### Protocolos Propios

Los ensayos que se aplican por parte del astillero corresponden al Protocolo de Pruebas previamente visados por la C.L.I.N., las que verifican las etapas de la

construcción, el funcionamiento de los sistemas y equipos vitales de la nave, que contribuyen a la operación, la seguridad y prevención de la contaminación:

- 1) Inspección de Armado
- 2) Inspección de Soldaduras generales
- 3) Inspección de compartimientos Estancos
- 4) Inspección de Experimento de Inclinación
- 5) Pruebas de Puerto y Pruebas de Mar

### **2.2.5.3 Adquisición de Materiales**

Los materiales empleados en los procesos estructurales y obra gruesa de la construcción, especialmente naves menores, se utilizará acero al carbono estructural del tipo ASTM y calidad A37 y A36 en planchas, perfiles, pletinas, ángulos, en todos los formatos. Para las instalaciones de los sistemas y equipamiento interior como circuitos líquidos de agua salada, dulce, combustibles y aceites se utiliza cañería del tipo SCH 40-60 y 80 y calidad A50 y A106.

Los insumos principales a utilizar para procesar el acero son:

Electrodos: Se utilizan principalmente 6011 y 7018, en diámetros de 3/32", 1/8" y 5/32".

Alambre Mig: Se considera alambre 70 S-6 en diámetro de 0,9 y 1,0 mm.

Oxígeno: Gas utilizado para los equipos de oxicorte.

Gas Propano butano: Gas utilizado para los equipos de oxicorte.

### **2.2.5.4 Prefabricado**

El proceso del armado de los proyecto de un casco parte por el corte de la pieza principal, la quilla, la que se sitúa sobre los picaderos de madera y se estabilizan y nivelan con los puntales, también de madera, por ambos costados y por debajo del pantoque y en su defecto (dependiendo de la forma del casco) por los costados. Las vigas que forman las cuadernas individuales, se cortan y curvan, siguiendo las formas de las plantillas previamente trazadas.

Debido a la complejidad de las curvas del casco, los ángulos compuestos que forman los diferentes elementos estructurales y la necesidad de producir un casco simétrico y regular, se aplica al trazado diversas plantillas en las diferentes partes del casco, una vez presentadas todas las cuadernas, se varetea, con una varilla flexible y resistente, normalmente de madera o plástico, para dar líneas suaves a los pantoques. Estas plantillas son empleadas para cortar y conformar las

cuadernas, vigas y el entramado estructural en la dimensión proyectada. Cuanto más complejo es el casco del proyecto, más detalladas deben ser las plantillas de trazado de las piezas que lo conforman.

#### **2.2.5.5 Fabricación de picaderos**

Los picaderos son las bases que soportaran la quilla de la nave y por ende a medida que se avanza en la construcción terminaran soportando el peso total de esta con sus equipos y maquinarias. Estas bases se fabricaran de acero y madera y tendrán resistencia suficiente para soportar naves de hasta 200 toneladas.

#### **2.2.5.6 Armado de la nave**

Una vez posicionada la quilla sobre los picaderos comienza el armado de la estructura de la nave, para posteriormente colocar las planchas sobre esta estructura para cerrar el casco.

#### **2.2.5.7 Terminaciones y pintura**

El tratamiento superficial de las planchas de acero y perfiles será mediante el chorro abrasivo con granalla, se elige la granalla de escoria de cobre como medio abrasivo, en vez de arena, debido a que genera mucho menos polución y puede ser reutilizada una o dos veces, con lo que la generación de residuos se reduce enormemente.

Los residuos sólidos de esta faena son contenidos en la explanada o en el galpón, desde donde son posteriormente recuperados para su reutilización. Luego de varios usos, la granalla y otros residuos resultantes del proceso se entregan a terceros para reciclaje. Con el objeto de contener la dispersión de partículas de arena y/o granalla en el aire, los trabajos serán preferentemente efectuados al interior del galpón, como también se instalarán mallas Raschell en torno a la zona de trabajo.

Luego de realizado el tratamiento superficial se procederá al pintado de las estructuras con diversas capas según el esquema de pintura propuesto por un fabricante de estas, dependiendo de los requerimientos técnicos del armador. Este pintado se realizara con máquinas del tipo airless, cumpliendo con las condiciones de temperatura y acabado superficial requerido para un correcto anclaje de las sucesivas capas.

### **2.2.5.8 Instalación de Equipos**

Aquí se montaran al interior de la nave la maquinaria principal de propulsión, los equipos de generación eléctrica, brazos hidráulicos y otras unidades necesarias según el perfil de misión de la nave en construcción.

Se debe verificar en todo momento la estabilidad de la nave en sus picaderos durante las maniobras de cargas de estos equipos, debido a que son de gran peso.

### **2.2.5.9 Proceso de desvarada**

En este proceso se posicionara la nave sobre el carro de varada, para su posterior lanzamiento al agua. Es una de las etapas más delicadas debido a que se transporta una unidad de gran peso y la nave puede perder su estabilidad durante la maniobra, lo que puede ser catastrófico para la estructura.

Posteriormente se lanzara la nave al agua por medio del carro de desvarada quedando en el agua para proceder con la pruebas.

### **2.2.5.10 Pruebas de mar**

Es la etapa final del proyecto en donde se probaran todos los equipos de la nave para verificar su óptimo funcionamiento antes de la entrega al armador y de la revista de inspección final ante la Autoridad Marítima, con motivo de obtener el certificado de navegabilidad de la nave.

## **2.3 Acciones y condiciones de seguridad**

### **2.3.1 Condiciones**

Dado las exigencias indicadas en el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo del D.S. (M.) N° 594/1999, del Ministerio de Salud, se tendrá especial atención a las siguientes condiciones:

- Saneamiento Básico de los lugares de Trabajo
- Condiciones Generales de Construcción y Sanitarias
- Del suministro de Agua Potable
- Disposición de Residuos Líquidos y Sólidos
- Servicios Higiénicos y Evacuación de Aguas Servidas
- Guardarropas y Comedores

- Ventilación en las áreas de Trabajo
- Condiciones Generales de Seguridad
- De la Prevención y Protección contra Incendio
- Equipamientos de Protección de Personal
- Contaminación Ambiental
- Contaminantes Químicos
- Agentes Físicos
  - Ruidos
  - Vibraciones
  - Exposición Ocupacional al Calor
  - Exposición Ocupacional al Frío
  - Iluminación

### **2.3.2 Reglamento de Higiene, orden y seguridad**

En cumplimiento al Seguro Contra Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, se tomarán las medidas para trabajar en la prevención de riesgos al interior del astillero. En esto se funda la confección, distribución y aplicación del Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad, el cual estará en conocimiento cabal de todos los trabajadores, siendo obligatorio su cumplimiento para todos los empleados de acuerdo a lo dispuesto en el Art. 67, de la Ley 16.744, que Establece Normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales y al Título V del D.S. (M.) N° 40/69 el que Aprueba Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales y al D.S. (M.) N° 1/02 sobre el Código del Trabajo, siendo los siguientes puntos como mínimo:

- Normas relativas a Procedimientos de Investigación de eventuales accidente
- Instrucción básica en prevención de riesgos para los trabajadores nuevos
- La responsabilidad de los supervisores y niveles ejecutivos intermedio.
- Las especificaciones de elementos de protección personal en relación con los tipos de faenas
- Los procedimientos para cursar eventuales accidentes del trabajo o de trayecto

### **3 ANTECEDENTES Y DISPOSICIONES LEGALES PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL Y QUE ESTABLECEN EFECTUAR SOLO UNA DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

Del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, DS.(M.) N° 95/01

- 1) ¿Efectos adversos por la combinación y / o interacción conocida de los contaminantes emitidos por el proyecto o actividad? (Art. 5 letra h y Art. 6 letra h).

En el desarrollo del proyecto no existen posibilidades de combinación con otros agentes que puedan provocar daños ambientales con riesgo para la población o efectos adversos significativos sobre recursos naturales renovables, de acuerdo a la legislación vigente.

- 2) ¿Efectos adversos debido a la realización entre las emisiones de los contaminantes generados y la calidad ambiental de los recursos renovables? (Art. 6 letra i).

No existen efectos adversos entre las emisiones y la calidad ambiental de los recursos renovables, debido al adecuado manejo que se tiene de cada uno de ellos.

- 3) ¿Efectos adversos sobre la calidad de los recursos naturales renovables, considerando para efectos de la evaluación su capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración? (Art. 6 letra j).

No generará efectos adversos significativos sobre la calidad de los recursos naturales renovables, considerando para efectos de la evaluación su capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración.

- 4) ¿Interacción o explotación de vegetación nativa? (Art. 6 letra k y l).

La naturaleza del proyecto no involucra intervención o explotación de vegetación nativa.

- 5) ¿La extracción, explotación, alteración o manejo de especies de flora y fauna que se encuentren en algunas de las siguientes categorías de conservación: en peligro de extinción, vulnerables, e insuficientemente conocidas? (Art. 6 letra m).

La naturaleza del proyecto no involucra la extracción, explotación, alteración o manejo de especies de flora y fauna, se encuentren o no en estas categorías de conservación.

- 6) ¿Intervención o explotación de recursos hídricos en áreas o zonas de humedales que pudieren ser afectados por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales; cuerpos de aguas subterráneas que contengan aguas milenarias y / o fósiles; y / o lagos o lagunas en que se generen fluctuaciones de niveles? (Art. 6 letras n1, n2, n3 y n5).

No, el proyecto no contempla la intervención o explotación de recursos hídricos en áreas o zonas de humedales.

- 7) ¿Explotación o intervención de recursos hídricos de una cuenca o subcuenca hidrográfica transvasada a otra? (Art. 6 letra n4).

La naturaleza del proyecto no considera la explotación o intervención de recursos hídricos de una cuenca o subcuenca hidrográfica transvasada a otra.

- 8) ¿Introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o fauna, u organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares? (Art. 6 letra ñ).

La naturaleza del proceso no involucra la introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o de fauna, u organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares.

- 9) ¿Generación de aumentos o cambios significativos de los índices de población total; de la distribución urbano rural; de la población

económicamente activa; y / o distribución por edades y sexo? (Art. 8 letra a).

El proyecto no considera aumentos o cambios significativos de los índices de población total; de la distribución urbano rural.

- 10) ¿Afectación negativa a la realización de ceremonias religiosas y otras manifestaciones propias de la cultura o del folklore del pueblo, comunidad o grupo humano? (Art. 8 letra b).

El Astillero está ubicado en una zona en donde no se realizan ceremonias religiosas y otras manifestaciones propias de la cultura o del folklore del pueblo.

- 11) ¿Afectación negativa sobre la presencia de formas asociativas en el sistema productivo, o el acceso de la población, comunidades o grupos humanos a recursos naturales? (Art. 8 letra c).

Debido a la localización del proyecto, no se producirá afectación negativa al acceso de la población a los recursos naturales.

- 12) ¿Afectación negativa sobre el acceso de la población, comunidades grupos humanos a los servicios y equipamientos básicos? (Art. 8 letra d).

No se afecta el acceso de la población, comunidades o grupos humanos a los servicios y equipamientos básicos.

- 13) ¿Afectación a la presencia de población, comunidades o grupos humanos protegidos por leyes especiales? (Art. 8 letra e).

No existe la presencia de población, comunidades o grupos humanos protegidos por leyes especiales.

- 14) ¿Intervención de zonas con valor paisajístico y / o turístico y / o área declarada zona o centro de interés turístico nacional, según lo dispuesto en el decreto ley N°1.224 de 1975? (Art. 10 letras a y e).

Por cuanto no afecta zonas con valor paisajístico y/o turístico como tampoco zonas o centros de interés turístico nacional, no contraviniendo ninguna de las disposiciones contempladas en el D. L. N° 1.224.

- 15) ¿Obstrucción de la visibilidad a zonas con valor paisajístico? (Art. 10 letra b).

No, ya que debido a su localización no obstruirá la visibilidad de las zonas adyacentes con un potencial valor paisajístico.

- 16) ¿Alteración de algún recurso o elemento del medio ambiente de zonas con valor paisajístico o turístico? (Art. 10 letra c)

No, por cuanto los recursos o elementos del medio ambiente de zonas con valor no se verán afectados.

- 17) ¿Obstrucción del acceso a los recursos o elementos del medio ambiente de zonas con valor paisajístico o turístico? (Art. 10 letra d).

El proyecto no contempla la obstrucción del camino público.

- 18) ¿La remoción, destrucción, excavación, traslado, deterioro o modificación de Monumentos Nacionales definidos por la ley 17.288? (Art. 11 letra b).

No, el proyecto no considera la remoción, destrucción, excavación, traslado, deterioro o modificación de ningún monumento nacional.

- 19) ¿La modificación o deterioro en construcciones, lugares o sitios que por sus características constructivas, por su antigüedad, por su valor científico, por su contexto histórico o por su singularidad, pertenecen al patrimonio cultural? (Art. 11 letra c).

No, el proyecto se realizará en las instalaciones existentes, y corresponden a terrenos de propiedad del Astillero

- 20) ¿La programación de desplazamiento y relocalización de personas que habitan en el lugar de emplazamiento?

El proyecto no considera la programación del desplazamiento y relocalización de personas que habitan en el lugar de emplazamiento.

## 4 COMPROMISOS AMBIENTALES

### 4.1 Normativas Ambientales aplicables al Proyecto

- a) Bases Generales del Medio Ambiente (D.F.L. Ley N° 19.300 año 1994)
- b) Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 30 año 1997, modificado por D.S. N° 95 año 2001)
- c) Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (D.S. N° 594 año 1999)
- d) Código Sanitario del Servicio de Salud (D.S. N° 752 año 1967)
- e) Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas (D.S. N° 146, año 1998)
- f) Ley de Navegación (D.F.L. N° 2.222 año 1978)
- g) Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática (D.S. N° 1 año 1992)
- h) Normas sobre construcción, reparación, carenas, condiciones ambientales, normas de seguridad del trabajo, habilitación y funcionamiento de los astilleros y varaderos. (DGTM.y MM. N° 0-72/013)
- i) Ley sobre Monumentos Nacionales (Ley N° 17.288, del año 1970)

### 4.2 Compromisos ambientales

Para acreditar el cumplimiento de la normativa de carácter ambiental, el titular afirma conocimiento y cumplimiento de la normativa que regula su proyecto. Además, de reconocer la aplicabilidad de los siguientes cuerpos legales:

Normativa	Ámbito normativo	En que parte	Forma de cumplir
Ley 19300/1994 CONAMA	Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	Etapas de construcción y operación del proyecto	Cumplimiento con las normas ambientales indicadas en la ley, por la implementación de técnicas de manejo y tecnologías para reducir y eliminar efectos sobre el medio ambiente
D.S. N°95/2001 Ministerio Secretaría General de La Presidencia	Reglamento del Sistema de Impacto Ambiental	Todo el proyecto	Se ha ingresado este proyecto al sistema de evaluación de impacto ambiental para la evaluación de las etapas del proyecto, donde se demuestra cumplimiento debido a los manejos de residuos producidos, medidas para reducir los impactos sobre el

			ambiente tales como planes de contingencia en caso de emergencia, etc. Además monitoreo para ver cumplimiento en el tiempo. Además se considera el emplazamiento del sitio respecto a grupos humanos, flora, fauna, etc.
D.S. N° 745/92 Artículo 18	Las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera del propio predio, sea directamente o a través de contratación de terceros, deberá presentar a la autoridad sanitaria, previo al inicio de tales actividades, los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por los Servicios de Salud correspondientes.	Etapas de operación	Definición de destinos finales de residuos con respectivos certificados de factibilidad de recepción. Recepción por parte de terceros autorizados por el respectivo organismo para recibir los residuos de los tipos generados.
D.S. N° 745/92 Artículo 19	En todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos.	Etapas de operación	Definición de destinos finales de residuos con respectivos certificados de factibilidad de recepción. Recepción por parte de terceros autorizados por el respectivo organismo para recibir los residuos de los tipos generados.
D.F.L. 725/67 Código Sanitario Art. 71 letra a)	Construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la provisión o purificación de agua potable de una población.	Etapas de construcción y operación	Diseño de sistema adecuado para entregar agua potable de buena calidad a los trabajadores. Además tratamiento del efluente de agua servidas considerando capacidad de infiltración del terreno.
D.F.L. 725/67 Código Sanitario Art. 71 letra b)	Construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento, o disposición final de desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza.	Etapas de construcción y operación	Diseño de sistema adecuado de tratamiento del efluente de agua servidas considerando capacidad de infiltración del terreno.
D.S. 146/97 Ministerio Secretaría General	Norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas	Etapas de construcción y operación	Consideración de las fuentes de ruido del proyecto, los receptores más cercanos, y la ubicación del proyecto (véase la sección 2.2.b. punto 3 "Impacto Acústico", (página 4)).

de la Presidencia			
D.S. N° 47/92 Art. 4.14.2. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones	Establecimientos Industriales o de Bodegaje	Etapas de construcción y operación	Incorporación de medidas de control de contaminación considerando residuos a producir, medidas para control de riesgos a la comunidad, caracterización de sustancias peligrosas a manejar y entrega de los antecedentes de la construcción, descritas en la DIA y sus anexos (véase la sección "permisos sectoriales).

### 4.3 Compromisos Ambientales Voluntarios

El astillero, bajo la declaración del titular, se compromete a:

- 1) Mantener la limpieza a todo costo, en todas las áreas del proyecto.
- 2) Capacitación general a todos los empleados respecto al manejo e importancia de los residuos y la interacción con el medio ambiente.
- 3) Inclusión en el Reglamento Interno de toda la información respecto al manejo e importancia de los residuos sólidos y líquidos.
- 4) Inclusión en los protocolos de Gestión y Disposición de los Residuos Sólidos y Líquidos.
- 5) Confección de grandes superficies con áreas verdes.
- 6) Permanente y estricto monitoreo de las Condiciones Ambientales.

### 4.4 Declaración Jurada

Declaro bajo juramento que la presente Declaración de Impacto Ambiental y los antecedentes requeridos para la presentación del proyecto "Astillero", de la comuna de Puerto Montt, Provincia de Llanquihue, Región de los Lagos, cumplen con la legislación ambiental vigente, de conformidad con lo exigido en el Artículo N° 18 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, del D.S. N° 19.300/1994 y el Artículo N° 14 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, del D.S. N° 95/2002, y que su contenido está de acuerdo con la normativa citada precedentemente. Asimismo, acepto realizar la Evaluación de Impacto Ambiental de mi proyecto electrónicamente utilizando el e-SEIA. Lo anterior incluye el compromiso de revisar el estado de avance del proceso de evaluación en el sistema y revisar mi correo electrónico regularmente. Finalmente declaro estar en conocimiento de todas las opciones y normas que establece la legislación vigente para el uso de este sistema que se expresan en el documento "Términos y Condiciones de uso del Sistema SEIA", disponible en la página principal del sistema.

PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL CONTROL DE DERRAMES DE  
HIDROCARBUROS Y OTRAS SUSTANCIAS SUSCEPTIBLES DE  
CONTAMINAR

EMPRESA :  
DIRECCION :  
TELEFONO :  
REPRESENTANTE LEGAL :

**Empresa:** ASTILLERO

**Ubicación:** CAMINO LOS ALAMOS P-18, PANITAO BAJO

El Astillero representa una superficie 4300 metros cuadrados, ubicado a un costado del Camino los Alamos y contiguo a la línea de playa de la bahía Chincuy, deslindando por el Norte con la playa de la bahía y por el Sur con propiedad privada.

Con motivo del siguiente Plan se dividirá el astillero en diferentes zonas:

**Zona 1 Norte (Acopio Materiales)** En la que se encuentra el patio de materiales, el galpón de corte y forma, y el acopio de chatarra y residuos sólidos propios de la ejecución de los trabajos, también está el acceso al astillero, tanto de persona como de vehículos.

**Zona 2 Centro (Galpón de Trabajo):** En esta zona se encuentran las oficinas, instalaciones sanitarias, comedores y bodegas de insumos. Contiguo a estas edificaciones se encuentra el galpón de trabajo, que es la estructura más grande del astillero, en donde se construyen las naves o artefactos navales.

**Zona 3 Este:** Esta zona es la playa de la bahía en donde se encontrara el varadero intermareal, y es donde se vararan las naves que necesiten reparaciones menores, que no ameriten subir la nave al carro de varada (principalmente reparaciones que no comprometan la integridad del casco).

**Zona 4 Sur:** En esta zona se encuentra la línea de varada y desvarada, el winche de tiro y los paños de pintura y arenado. Aquí se realizaran las carenas de buques y el lanzamiento de las nuevas construcciones al mar.

## INDICE

1	SECCIÓN I: INTRODUCCIÓN .....	5
1.1	Política Ambiental de la Empresa .....	5
1.2	Propósitos y objetivos del Plan .....	5
1.3	Alcance y cobertura del plan .....	6
2	SECCIÓN 2: ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES .....	6
2.1	Responsable de la ejecución del Plan.....	6
2.2	Organigrama de respuesta a la emergencia .....	6
	Jefe de Emergencia .....	6
2.3	Funciones y responsabilidades .....	7
2.4	Niveles de Respuesta .....	9
2.5	Marco Normativo Ambiental .....	9
3	SECCION 3: PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA .....	10
3.1	Análisis de riesgo de posibles derrames .....	10
3.2	Localización, segregación y características de los lugares de almacenamientos de hidrocarburos, otras sustancias nocivas líquidas y sustancias potencialmente peligrosas. ....	11
3.3	Descripción de los productos movilizados, propiedades físicas y químicas. 12	
3.3.1	Especificaciones técnicas petróleo diesel grado B .....	12
3.3.2	Especificaciones técnicas pintura Jotamastic 80 .....	13
3.3.3	Especificaciones técnicas aceite hidráulico Ultramax HVLP 32 .....	13
3.4	Enlace con el Sistema Oficial de Respuesta y con sistemas similares. ...	14
3.5	Activación del sistema de respuesta de la empresa. ....	14
3.6	Procedimientos implementados para la prevención de la contaminación en operaciones de rutina y para siniestros. ....	14
4	SECCION 4: OPERACIONES DE RESPUESTA .....	15
4.1	Configuración General de la respuesta .....	15
4.2	Equipamiento Disponible.....	16
4.2.1	Equipamiento Propio .....	16
4.2.2	Empresas Externas de apoyo.....	16

4.3	Técnica de pronóstico o estimación del desplazamiento, movimiento o deriva del derrame.....	16
4.4	Determinación de los recursos y actividades posibles de ser afectadas ante un derrame (áreas sensibles) .....	17
4.5	Técnicas de control de derrame .....	17
4.6	Descripción de las medidas operativas implementadas para cada nivel de respuesta. ....	18
4.7	Procedimiento para la disposición final de los contaminantes recuperados	18
4.8	Procedimientos implementados para la seguridad de la comunidad .....	19
4.9	Protección personal y seguridad operativa .....	19
5	SECCION 5: COMUNICACIONES.....	19
6	SECCION 6: Notificaciones e informes.....	20
6.1	Listado de autoridades y organismos a los cuales deberá dar aviso en caso de derrame.....	20
6.2	Formato de notificación .....	21
7	SECCION 7: Admiración y logística .....	22
7.1	Cadena de abastecimiento.....	22
8	SECCION 8: Formación y ejercicios .....	22
9	SECCION 8: Información pública.....	23
10	ANEXOS .....	24

# 1 SECCIÓN I: INTRODUCCIÓN

## 1.1 Política Ambiental de la Empresa

La empresa tiene como principal fundamento la realización de sus actividades industriales en un marco de protección y conservación del medio ambiente, velando en todo momento por el cumplimiento de la normativa ambiental.

Para ello esta se compromete al resguardo de que en toda actividad inherente de sus procesos productivos, se priorizara siempre la protección del medio ambiente y las personas que las desarrollen, en el respeto por toda norma de prevención de riesgos y al cumplimiento de las disposiciones legales en salud, seguridad del trabajo y medio ambiente.

De la misma manera se recalca el compromiso en la realización de acciones preventivas, el involucramiento en ellas, la promoción de actividades de capacitación para sus trabajadores y el mejoramiento continuo de las condiciones y medios de trabajo.

## 1.2 Propósitos y objetivos del Plan

El Plan de Contingencia propuesto tiene por objetivo definir y establecer procedimientos y métodos operacionales para prevenir, enfrentar y contener un derrame hidrocarburos o de sustancias susceptibles de contaminar el mar y las instalaciones de la empresa., en la forma más segura y con el menor daño posible al medio ambiente.

Entendiendo que la eficiencia de la respuesta ante una contingencia de derrame de sustancias nocivas, será mayor cuanto antes sean las acciones ejecutadas para contener el eventual derrame y que confinarlo dentro de la menor área posible minimiza el impacto ambiental, el compromiso y rapidez de respuesta que el propio personal del astillero asuma en el momento de ocurrida la emergencia, garantizará la poca cuantía del suceso.

En las acciones finales de limpieza, también el personal del astillero tiene un rol protagónico. Estas acciones podrían ser dirigidas por las autoridades locales en conjunto con la empresa y otras instancias de ayuda externa de ser necesarias, como los contratistas, subcontratistas, etc.

### 1.3 Alcance y cobertura del plan

El presente plan de contingencia está diseñado para responder ante emergencias por derrames de hidrocarburos, llámense a estas el petróleo diesel, aceites, y mezclas oleosas, en un volumen no mayor a 220 Lts.

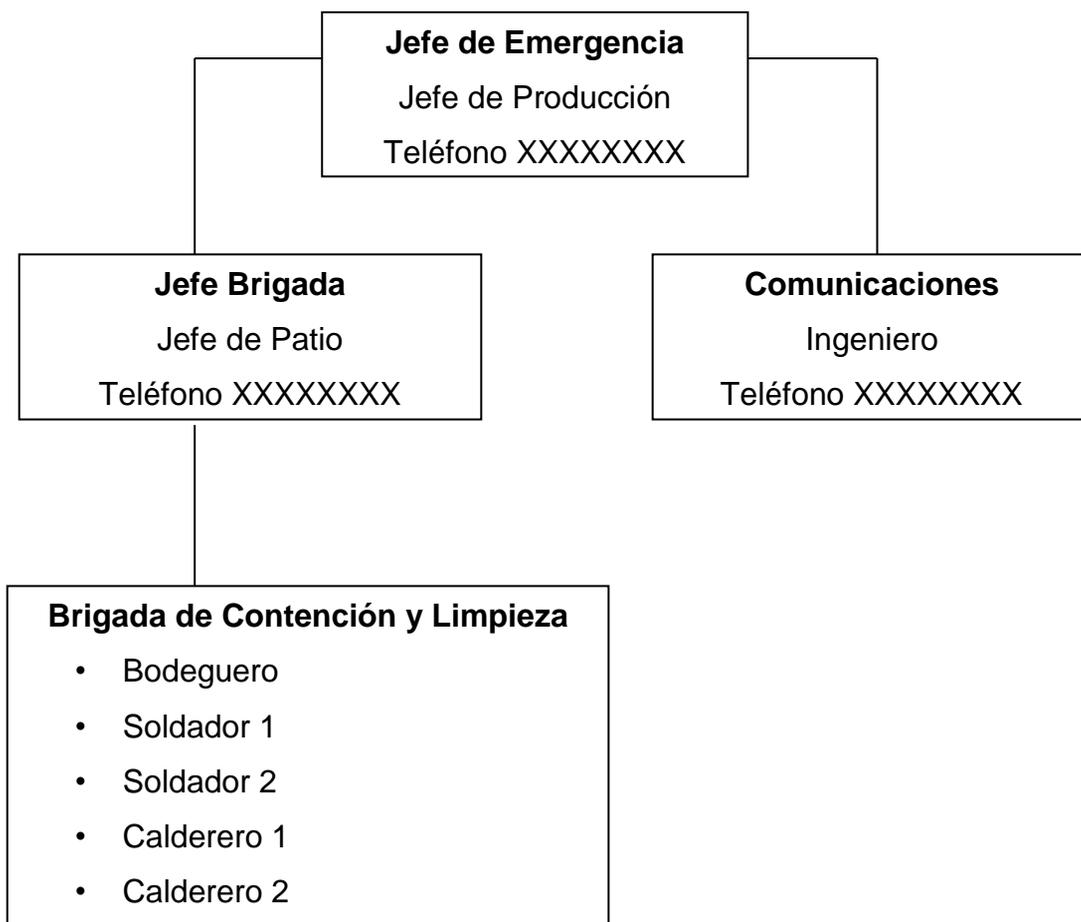
El derrame puede ocasionarse en proceso de retiro de mezclas oleosas de sentina, en el trasvasije de combustible desde los estanques de las naves, o en la carga o descarga de aceite hidráulico para los sistema de gobierno de las naves.

## 2 SECCIÓN 2: ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES

### 2.1 Responsable de la ejecución del Plan

Serán responsables de ejecutar el presente plan de trabajo el personal que componen los grupos de maniobras, más aquellos trabajadores voluntarios parte de la brigada de emergencia, cuyo organigrama de operación se indica a continuación:

### 2.2 Organigrama de respuesta a la emergencia



	Nombre	Dirección	Teléfono
Jefe de Emergencia			
Jefe de Brigada			
Integrantes Brigada			
Bodeguero			
Soldador 1			
Soldador 2			
Calderero 1			
Calderero 2			

Los grupos de intervención indicados, están debidamente entrenados para enfrentar la situación de emergencia objeto de este plan de contingencia, sus actividades las realizarán con los recursos propios de la empresa, coordinando acciones de ser necesario en conjunto con medios externos, evacuar personal cuando la situación lo amerite, proteger los bienes de la empresa en estas circunstancias, previniendo situaciones que puedan provocar emergencias mayores, entrenándose y manteniendo equipos destinados a estos fines. Su orden jerárquico tendrá mando vertical y los cargos se ocuparán por el titular o quien lo siga en el escalafón correspondiente.

### 2.3 Funciones y responsabilidades

#### **Jefe de Emergencia:**

- a) Concurrirá al lugar afectado por la emergencia, imponiéndose de la situación por sus medios o por informes que el jefe de grupo correspondiente le hará llegar en el acto.
- b) Evaluará la magnitud de la emergencia y en conjunto con dicho informante determinarán las acciones a seguir.
- c) Será el responsable de activar el plan de emergencia.
- d) Determinará las necesidades de ayuda externa.
- e) Organizará el apoyo necesario para el buen cometido de las funciones, disponiendo de los recursos que estime necesarios para salvar la situación.
- f) Impartirá las instrucciones a través del Jefe de Grupo
- g) Informará internamente del hecho a quienes corresponda en la organización de la empresa.

- h) Será el responsable de las declaraciones públicas si es autorizado por la gerencia de la empresa.
- i) Eliminará la situación de Emergencia, cuando la situación que la haya producido esté controlada.

### **Jefe de Brigada**

- a) Dada la alarma, el responsable constituirá un centro de operaciones desde donde se informará preliminarmente de la situación, reuniendo tantos antecedentes como sea prudente, con el fin de informar al jefe de Emergencia, como para impartir las primeras instrucciones de control a los integrantes de la brigada
- b) Subrogará al Jefe de Emergencia en ausencia de éste.
- c) Determinará el o los equipos necesarios a emplear de acuerdo a la situación, solicitando al Jefe de Emergencia equipo adicional si es el caso.
- d) Pondrá a disposición en forma ordenada, los recursos que se encuentren en ese momento a su cargo y que le sean solicitados por una eventual ayuda externa.
- e) Se hará cargo del área afectada en su totalidad y dirigirá la intervención bajo subordinación del Jefe de Emergencia.
- f) Evaluará situación de acuerdo al procedimiento.

### **Comunicaciones**

- a) Reunirá los equipos de comunicación para las faenas de control de derrame
- b) Solicitará ayuda a servicio externo si la emergencia lo requiere
- c) Informar a las autoridades locales de la emergencia

### **Brigada de Contención y Limpieza:**

- a) Concurrirán a la emergencia una vez conocida la alerta.
  - Se vestirán con la indumentaria correspondiente y procurarán llegar al lugar tan rápido como sea necesario, sin correr, portando el equipo adecuado para intervenir. (Buzos de trabajo, overol desechable Tyvek, Guantes de hilo y Nitrilo, Botas, Cascos)
- b) Ingresarán al área amagada en equipo, jamás en forma individual.
- c) Colaborarán en conjunto con la ayuda externa, a petición del jefe de Emergencia, solo en las acciones que éste les encomiende.

## 2.4 Niveles de Respuesta

Niveles de Emergencia		
Tipo de Emergencia	Nivel I	Nivel II
Derrame de Hidrocarburos	Contenido con recursos propios de Astillero. La emergencia es rápidamente contenida y no representa peligro para el medio ambiente	Contenido con recursos del Astillero más ayuda externa Se establece que los medios del Astillero son insuficiente y requiere ayuda de externos.
Derrame de Pintura	Contenido con recursos propios de Astillero. La emergencia es rápidamente contenida y no representa peligro para el medio ambiente	

**Nivel I:** En este nivel de emergencia la brigada de contención y limpieza compuesta por 5 integrantes, más el jefe de brigada contienen el derrame de manera oportuna y efectiva, realizando el control y la limpieza con medios propios del astillero. La brigada concurrirá al lugar de la emergencia provistos de botas, overol, guantes, bolsas de polietileno para basura, paños, baldes, cepillos, paños absolutos y detergentes para la limpieza.

**Nivel II:** Luego de evaluar la situación el jefe de emergencia considera la necesidad de ayuda externa. Inmediatamente el encargado de comunicación de se contacta con la empresa de servicios externa para coordinar la ayuda. Cabe mencionar que debido a los bajos volúmenes de manejos de sustancias susceptibles de contaminar, este nivel de emergencia es muy poco probable.

## 2.5 Marco Normativo Ambiental

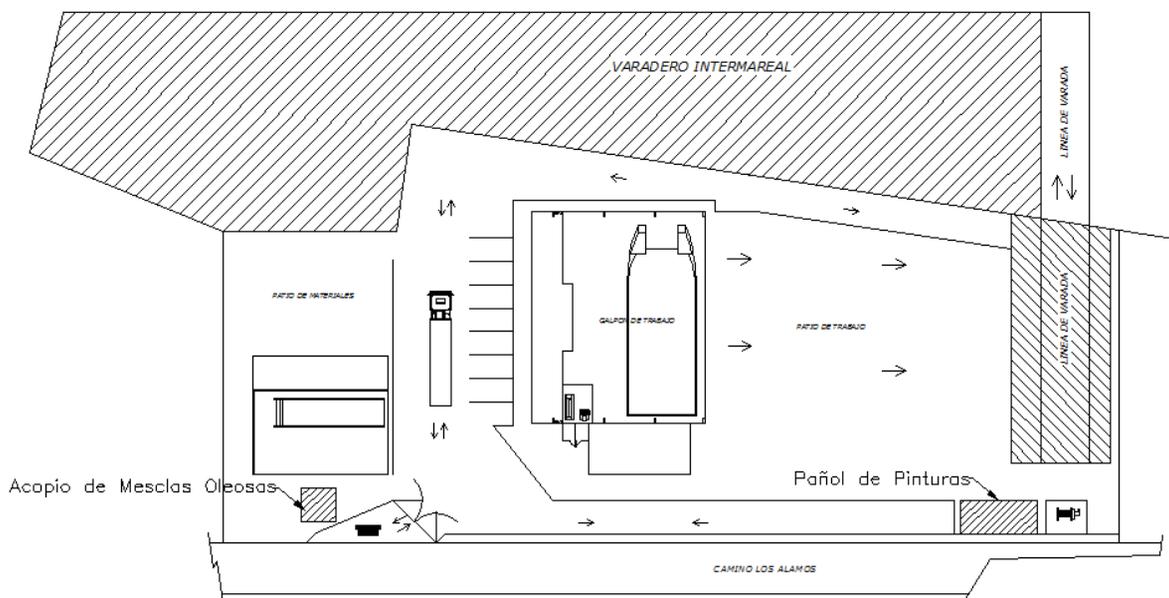
1. Bases Generales del Medio Ambiente (D.F.L. Ley N° 19.300 año 1994)
2. Ley de Navegación (D.F.L. N° 2.222 año 1978)
3. Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática (D.S. N° 1 año 1992)
4. Establece normas sobre construcción, reparación, carenas, condiciones ambientales, normas de seguridad del trabajo, habilitación y funcionamiento de los astilleros y varaderos. (DGTM.y MM. N° 0-72/013)
5. Circular DGTM y MM Ordinario N° 52/001
6. Circular DGTM y MM Ordinario N° 53/002

### 3 SECCION 3: PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

#### 3.1 Análisis de riesgo de posibles derrames

Las instalaciones dentro del astillero en donde se manejarán sustancias contaminantes serán:

- Zona Línea de Varada
- Zona Varadero Intermareal
- Zona Pañol de Pintura
- Zona acopio mezclas oleosas



De acuerdo a las actividades que se desarrollan en el astillero, se reconocen como potenciales ingresos y fuentes de sustancias contaminantes o susceptibles de contaminar al mar las siguientes faenas:

- Eliminación de residuos tales como aguas oleosas de sentina de naves en mantenimiento.
- Traslado en tambores de restos de combustibles provenientes de naves en mantenimiento.
- Reposición de niveles de combustible de naves en mantenimiento, mediante uso de tambores u otros contenedores.
- Derrames de pinturas, lubricantes y otras sustancias, cuyos eventuales escurrimientos puedan alcanzar el mar.
- Traslado de aceites del tipo hidráulico para sistema de gobierno de las naves.

No obstante lo señalado anteriormente, el astillero no registra derrames ocurridos con anterioridad al diseño de este Plan de Contingencia.

Los volúmenes que se manejan y transportaran al interior de las instalaciones, y desde las instalaciones del astillero hacia las naves en reparación no serán mayores a 220 litros y se contendrán en tambores plásticos o de acero.

### **3.2 Localización, segregación y características de los lugares de almacenamientos de hidrocarburos, otras sustancias nocivas líquidas y sustancias potencialmente peligrosas.**

**Diesel y Aceite hidráulico:** El Diesel será retirado de estanques de naves que se encuentren en reparación con motivo de la desgasificación de estanques, el retiro de diesel no será mayor de 220 litros, en tambores plásticos o de acero respectivamente, y se mantendrán en el astillero en la zona de acopio de mezclas oleosas. De la misma manera se retirara aceite hidráulico de las naves que se encuentren en reparación, en este caso generalmente el aceite se recuperara de las naves en tambores de 220 litros.

La zona de acopio contara con piso de hormigón y barrera antiderrame de manera de contener cualquier vertido de algún líquido producto de la rotura de un tambor. Se procurara evitar la concentración de un volumen mayor a 1100 litros o 5 tambores de 220 en la zona de acopio.

**Pintura:** Las pinturas y diluyentes son mantenidos en pocas cantidades dentro del Pañol de Pintura, que se encuentra emplazada en zona sur del astillero. El suministro de estos insumos de uso misceláneo en el astillero es mediante embaces originales y son mantenidos en estanterías convenientemente ventiladas acorde con las necesidades. El empleo es variado tanto en cantidad como en oportunidad, siendo trasladados a lugar de aplicación donde podrían volcarse accidentalmente en cantidades que no superan los 20 ltrs.

**Mesclas oleosas de sentinas.** Este tipo de líquido proviene de las naves que son reparadas en el astillero y comprenden por lo general, una emulsión de aceites, petróleo diesel, grasas y agua. Esta mezcla puede o no portar sustancias sólidas. Este tipo de líquido es mantenido en tambores de 220 ltrs durante un tiempo prudente en el astillero, para luego ser derivadas a un vertedero especializado en los mismos contenedores cerrados para disposición final.

Estos líquidos a pesar de ser 95% agua, son considerados como sustancias “susceptibles de contaminar”, debiendo ser tratadas con las precauciones pertinentes para evitar derrames. No obstante, tanto al momento de trasladarlas desde las naves origen hasta el punto de acopio en el recinto, como durante el periodo de espera para despacho, podrían presentar derrames por rotura del contenedor durante la acomodación, almacenaje y traslado.

Los hidrocarburos y mezclas de estos se mantendrán en la zona de acopio de mezclas oleosas en el lado Norte del Astillero, próximo al camino, y lo mas lejos del mar posible, de manera de dificultar el escurrimiento (en casi de derrame) de estos hacia el mar. Las pinturas y diluyentes se guardaran en el pañol de pintura ubicado en el lado Sur del Astillero, por lo que existirá una distancia lo suficientemente prudente entre ambos líquidos.

### 3.3 Descripción de los productos movilizados, propiedades físicas y químicas.

En el Astillero se manejaran como ya se mencionaba anteriormente petróleo diesel, aceite hidráulico, pinturas, diluyentes, y mezclas oleosas retiradas de las sentinas de las naves.

Las características físicas y químicas de cada elemento listado se encuentran en sus fichas de seguridad que acompañan al presente documento, permaneciendo una copia de las mismas en portería del recinto.

#### 3.3.1 Especificaciones técnicas petróleo diesel grado B<sup>1</sup>

Requisitos	Unidad	Diesel Grado B-1		Método de Ensayo
		Máximo	Mínimo	
Punto de Inflamación	°C		52	D93, D3828
Punto de Ecurrimiento	°C	-1 (i)		D97, D5950, D5949, D6892
Punto de Obstrucción de Filtro en Frío	°C	Informar		D6371
Agua y Sedimento	%V/V	0.05		D2709
Residuo carbonoso, 10%residuo Según Ramsbottom Micrométodo	%M/M	0,21 (ii)		D524
	%M/M	0.2		D4530
Cenizas	%M/M	0.01		D482
Destilación 90%	°C(°F)	350	282	D86, D7345
Viscosidad Cinemática a 40°C	cSt	4.1	1.9	D445

<sup>1</sup> Especificaciones Técnicas, Empresas Copec

Azufre	PPM	15		D5453,D2622, D7039,D4294
Corrosión Lámina de Cobre	N°	1		D130
Número de Cetano	N°		50 (iii)	D976, D613
Densidad a 15°C	Kg/lt	0.85	0,82 (iv)	D4052, D1298
Aromáticos	%M/M	35		D5186
Aromáticos Policíclicos	%M/M	8		D5186
Lubricidad (60°C)	µm	460		D6079
Biodiesel	Informar	(v)		

### 3.3.2 Especificaciones técnicas pintura Jotamastic 80<sup>2</sup>

Color	Aluminio, Alumino Rojizo, Gris, Negro, Off-white, Rojo, Verde
Sólidos en volumen (vol%)*	80 ± 2 Std Comp. B 72 ± 2 WG Comp. B
Punto de inflamación	Std Comp. B: 35°C ± 2 (Setaflash) WG Comp. B: 31°C ± 2 (Setaflash)
VOC (Emisión de VOC's)	Std Comp. B 145 gms/ltr UK-PG6/23(97) WG Comp. B 210 gms/ltr UK-PG6/23(97)

### 3.3.3 Especificaciones técnicas aceite hidráulico Ultramax HVLP 32<sup>3</sup>

Color	amarillo
Viscosidad, mm <sup>2</sup> /s @ 100 °C.ASTM D-445	6.2
Viscosidad, mm <sup>2</sup> /s @ 40 °C.ASTM D-445	32
Índice de viscosidad ASTM D-2270	148
TAN; mg KOH/g ASTM D-664	0.6
Punto de fluidez, °C ASTM D-5950	-39
Gravedad específica @ 15,6°C. ASTM D-4052	0.857
Punto de inflamación, COC, °C. ASTM D-92	21

<sup>2</sup> Especificaciones técnicas Jotamastic 80, Pinturas Jotun.

<sup>3</sup> Ultramax HVPL 32, Valvoline

### **3.4 Enlace con el Sistema Oficial de Respuesta y con sistemas similares.**

El enlace con el Sistema Oficial de Respuesta será a través de la Capitanía de Puerto de la ciudad de Puerto Montt, la que depende de la Gobernación Marítima de esta ciudad, se hará por los siguientes medios:

- Fono fax
- e-mail
- VHF

### **3.5 Activación del sistema de respuesta de la empresa.**

Ocurrido un derrame de petróleo, u otro derivado de él, o algún tipo de aceite o pintura. El personal que lo detecte procederá en forma inmediata a dar aviso a la jefatura correspondiente, o activando directamente la alarma de emergencia, para que la brigada correspondiente se ponga en acción. En este caso el sistema de emergencia operará según lo especificado en plan general, alertando a todo el organigrama competente para estos fines.

### **3.6 Procedimientos implementados para la prevención de la contaminación en operaciones de rutina y para siniestros.**

Durante los procesos de retiro de mezclas oleosas de las naves en reparación, así como retiro de diesel o aceites, se deberá tener en cuenta el siguiente procedimiento.

Antes del traslado:

- Verificar el buen estado del tambor o estanque de transporte
- Se verificara el correcto cierre de sus tapa y que no existan filtraciones

Durante el traslado:

- Se debe cerciorar la correcta sujeción del tambor o estanque al medio de transporte, ( no se permite arrastrar o hacer rodar estanque o tambores para traslado)
- Verificar en todo momento que no existan filtraciones en las tapas
- Evitar en todo momento golpear el estanque que contiene el liquido

Disposición final:

- Se debe vigilar periódicamente el estado de los contenedores (estanques, tambores o bidones)

## **4 SECCION 4: OPERACIONES DE RESPUESTA**

### **4.1 Configuración General de la respuesta**

1. Detener la maniobra que dio origen a la emergencia y dar aviso inmediato al jefe de emergencia y activar la alarma de emergencia
2. Se evitara por todos los medios acercar fuentes de ignición al lugar amagado.
3. Evitar agitar las aguas contaminadas, evitando con esto la extensión mayor del derrame.
4. Se evaluara el nivel de la emergencia, de manera de determinar si será necesaria la ayuda externa.
5. El personal de la brigada antes de actuar debe colocarse todos los implementos de seguridad (buzos de trabajo, overol desechable, guantes de hilo, guantes de Nitrilo, botas de goma, cascos)
6. Para efectos de confinamiento de la mancha, el personal usará en forma inmediata, pañetes absorbentes de petróleo (si el derrame es en la playa), o barreras absorbente (si fuese en el mar), elementos guardados en las dependencias de bodega del astillero.
7. Luego de ser absorbido el producto debe ser recogido y guardado en tambores (de preferencia de plástico o acero de 220 litros)
8. Estos contenedores quedaran guardados en la zona de recepción de mezclas oleosas para su posterior retiro.

## 4.2 Equipamiento Disponible

### 4.2.1 Equipamiento Propio

Item	Producto	Tipo o Modelo	Fabricante	Distribuidor	Cap. Absorción	Cantidad Necesaria
1.-	Paños Absorbentes de Hidrocarburos	WPB 100H	Corksorb Portugal	Antoluc Villanelo 180 Of. 1405 Viña del Mar 56 - 32 - 2683735	1,12 ltr por paño 40 x 50 cm	200 unidades
2.-	Barrera Absorbente de Hidrocarburos	B 20300	Corksorb Portugal	Antoluc Villanelo 180 Of. 1405 Viña del Mar 56 - 32 - 2683735	63 ltr por cada tramo de 3 mtr largo	4 Unidades
3.-	Contenedores para recepcionar líquido vertido segregado	Tambor Metal Plástico	N/E	N/E	220 ltr. o más	2 unidades
4.-	Contenedor para residuos considerados desechos	Tambor Metal Plástico	N/E	N/E	220 ltr. o más	1 unidades
5.-	Baldes de trasvasije	Plásticos	N/E	N/E	10 ltr. o más	4 unidades
6.-	Extintores 6 Kilos	P.Q.S.	N/E	N/E	10 A 40 ABC	1 Unidades
7.-	Detergente limpieza final	N/E	N/E	N/E	N/E	5 kilos
8.-	Trapos y otros materiales de apoyo	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E

### 4.2.2 Empresas Externas de apoyo.

- Oxxean S.A, trabajos submarinos y servicios marítimos  
Dirección: Camino Chiquihue KM 13,5, Teléfono 065-2265700

## 4.3 Técnica de pronóstico o estimación del desplazamiento, movimiento o deriva del derrame

El petróleo diesel, así como sus derivados flotan en el agua, por lo cual la dirección de la marea y los vientos determinaran de qué manera derivara el derrame. Las corrientes existentes en el lugar son producto de las mareas, en llenante la mancha será arrastrada hacia el interior de esta y en vaciante hacia

fuera de la entrada de mar. Por lo tanto la deriva dependerá de la hora y el estado de la marea (vaciante o llenante).



#### **4.4 Determinación de los recursos y actividades posibles de ser afectadas ante un derrame (áreas sensibles)**

El borde costero hacia el interior de la bahía está ocupado por astilleros, saliendo de la bahía nos encontramos con el canal Maillen en donde se encuentra una caleta de pescadores y una salmonera. Es por ello que es importante contener el derrame, principalmente con marea vaciante, evitando que el derrame pueda salir de la bahía.

#### **4.5 Técnicas de control de derrame**

La mayor parte de los hidrocarburos se extienden rápidamente por el agua. En consecuencia, si no se le confina de alguna manera, lo probable es que, incluso un gran derrame, se transforme en una capa muy fina de hidrocarburos extendidos por la superficie de agua muy extensa. (Cuando una tonelada de hidrocarburos se extiende hasta abarcar 100 metros cuadrados de la superficie del mar sólo tiene 1/10 de milímetro de espesor). Todos los métodos de recogida mecánica resultan más fáciles si la capa de hidrocarburos es relativamente espesa, ya sea porque no se ha permitido su difusión o por que se ha utilizado algún tipo de dispositivo para barrerlos o confinarlos a una zona más pequeña, a fin de aumentar el espesor de la capa superficial.

Por lo tanto se debe:

1. En primer lugar se detendrá la fuente del derrame
2. De manera de contener el derrame, se instalaran barreras absorbentes para retener y evitar el avance de este.
3. Posteriormente se trabajara aplicando paños absorbente, de manera de extraer completamente el producto derramado.
4. Si fuese necesario se aplicara detergente de manera de limpiar completamente de residuos del derrame.
5. Todos los restos del derrame serán contenidos en tambores de 220 litros de capacidad y guardados en la zona habilitada para ello.

#### **4.6 Descripción de las medidas operativas implementadas para cada nivel de respuesta.**

**Nivel de Emergencia I:** En este caso se procederá al control del derrame con la brigada de control y limpieza del astillero, procurando utilizar todos los medios de seguridad y los medios para la contención y posterior limpieza del derrame.

**Nivel de emergencia Nivel II:** Si el derrame se produce en el mar, y existe la posibilidad de que derive hacia el interior o exterior de la bahía abarcando un gran área, se procederá a solicitar ayuda al servicio externo Oxxean, de manera que una embarcación motorizada se coloque una barrera de contención flotante, para contener el derrame y proceder a su limpieza con personal del Astillero y servicio externo Oxxean.

#### **4.7 Procedimiento para la disposición final de los contaminantes recuperados**

El residuo resultante de la absorción del combustible derramado, se almacena en tambores de 220 litros temporalmente y a través de un transportista autorizado y con la debida autorización del Servicio de Salud, se transportara por una empresa autorizada para su deposición final.

#### 4.8 Procedimientos implementados para la seguridad de la comunidad

Considerando que el volumen de riegos de derrame son bajos, y la contención es rápida, no existirá un riesgo inminente para la comunidad.

#### 4.9 Protección personal y seguridad operativa

Antes de actuar la brigada de contención y limpieza, procurara colocarse los siguientes elementos de seguridad de manera de protegerse en todo momento de los riegos a la salud personal que puede provocar el contacto con las sustancias derramadas.

- Overol tipo piloto o similar
- Overol desechable
- Guantes de neopreno o nitrilo
- Botas
- Casco de seguridad
- Mascara desechable
- Lentes de protección visual

### 5 SECCION 5: COMUNICACIONES

Las comunicaciones serán de distintos tipos:

- Comunicaciones interna del astillero, de manera de contactar a los responsables del plan y las brigadas

	Nombre	Dirección	Teléfono
Jefe de Emergencia			
Jefe de Brigada			
Integrantes Brigada			
Bodeguero			
Soldador 1			
Soldador 2			
Calderero 1			
Calderero 2			

- Comunicación de la brigada y con el servicio externo

La comunicación interna del jefe de emergencia, con el jefe de brigada y con el servicio externo será mediante teléfono celular, y radio portátil VHF

- Comunicaciones con servicio externo en caso que lo requiera la emergencia

Empresa Oxxean, división rescate y salvamento

- Dirección: Chiquihue KM 13.5 Puerto Montt
- Teléfono: 065-2265700
- Frecuencia de radio: VHF

## **6 SECCION 6: Notificaciones e Informes**

### **6.1 Listado de autoridades y organismos a los cuales deberá dar aviso en caso de derrame**

#### GOBERNACIÓN MARÍTIMA DE PUERTO MONTT

Nombre: Claudio Figueroa Lizama  
 Grado: Capitán de Navío LT  
 Cargo: Gobernador Marítimo  
 Dirección: Angelmó N° 2201, Puerto Montt  
 Fono: 56-65-561100  
 Fono emergencia: 137  
 Fax: 56-65-561196  
 E-mail: [puertomontt@directemar.cl](mailto:puertomontt@directemar.cl)

#### CAPITANIA DE PUERTO DE PUERTO MONTT

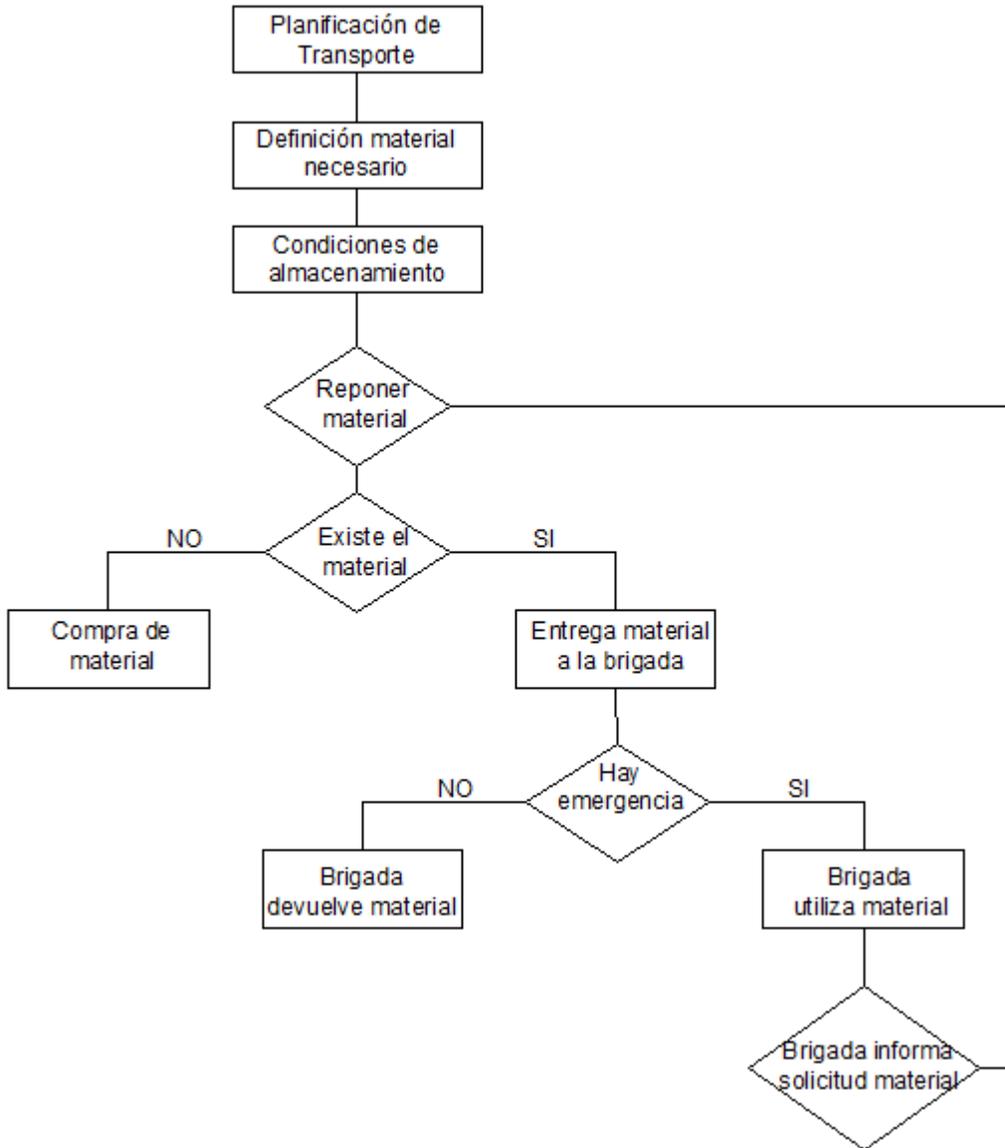
Nombre: Sergio Wall Olivari  
 Grado: Capitán de Corbeta LT  
 Cargo: Gobernador Marítimo  
 Dirección: Angelmó N° 2201, Puerto Montt  
 Fono: 56-65-561105  
 Fono emergencia: 137  
 Fax: 56-65-561115  
 E-mail: [cppuertomontt@directemar.cl](mailto:cppuertomontt@directemar.cl)

## 6.2 Formato de notificación

Empresa	ASTILLERO
Localización de derrame	
Fecha y hora	
Tipo de producto y cantidad	
Origen o causa del derrame	
Condiciones climáticas tales como	
Riesgos asociados a la vida humana, flora y fauna (incendio, explosión, contaminación).	
Personal Involucrado (empresa, externos)	
Medidas inmediatas implementadas	
Organismos y autoridades notificados	

## 7 SECCION 7: Admiración y logística

### 7.1 Cadena de abastecimiento



## 8 SECCION 8: Formación y ejercicios

Con el objeto de asegurar que la organización de este plan funcione adecuadamente durante una emergencia, es necesario que todas las unidades que la componen, estén familiarizados con los procedimientos de emergencia y el rol de cada uno debe cumplir. Se deberá entrenar al personal en “COMBATE DE HIDROCARBUROS” anualmente, ya sea por personal interno o por entidades de capacitación aprobadas.

Se debe realizar un simulacro anual con el objeto de:

- a. Identificar debilidades en los procedimientos.
- b. Identificar debilidades en el entrenamiento.
- c. Asegurar el conocimiento de las responsabilidades.
- d. Conocer el funcionamiento de las comunicaciones con las autoridades.

A todo personal nuevo que integre la brigada y demás trabajadores se deberá realizarse una inducción en este plan, quedando registro de ello.

## **9 SECCION 8: Información pública**

La entrega de información será debidamente autorizada por la Autoridad Marítima, dado que la materia de un derrame de petróleo conlleva a una Investigación sumaria administrativa, por las responsabilidades en los hechos que pudiere afectar a las personas y/o empresa.

## 10 ANEXOS

### HOJA DE SEGURIDAD

#### PETROLEO DIESEL ULTRA

#### SECCION 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DEL PROVEEDOR

Nombre del producto Proveedor	<b>PETROLEO DIESEL ULTRA</b> Compañía de Petróleos de Chile Copec S.A. Agustinas 1382 Santiago - Chile.
Fono de emergencia Fax	56 (02) 675 3713 56 (02) 699 3794

#### SECCION 2. COMPOSICION/INGREDIENTES

Nombre Químico (IUPAC)	Mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, cicloparafínicos y aromáticos con N° de átomos de carbono en el rango C <sub>14</sub> – C <sub>20</sub> .
Fórmula química	No aplicable, es mezcla variable.
Sinónimos	Diesel.
N° CAS	68476-34-6
N° NU	<b>1202</b> Gasóleo o combustible para motores diesel o aceite mineral para caldeo ligero.
Uso y Origen	Destilados de petróleo con bajo contenido de azufre, para uso en sistemas de

#### SECCION 3. IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS

Marca en etiqueta Identificación de riesgo PELIGROS PARA LA SALUD DE LAS PERSONAS: Efectos de una sobreexposición aguda	<b>LIQUIDO COMBUSTIBLE CLASE 3</b> <b>Salud: 1 Inflamabilidad: 2 Reactividad: 0</b>
Inhalación	Puede haber irritación a la piel. Altas concentraciones (> a 25 mg/m <sup>3</sup> ) como neblina son irritantes del tracto respiratorio y depresores del sistema nervioso central (snc), hígado y riñones. Los vapores pueden irritar las mucosas, asfixia por desplazamiento del oxígeno, dolor de cabeza, dificultad al respirar, pérdida de coordinación muscular, visión borrosa y convulsiones.
Contacto con la piel Contacto con los ojos	Causa irritación, si el contacto se mantiene. Causa irritación y hasta daños oculares si la exposición es larga. Conjuntivitis.
Ingestión Efectos de una sobreexposición crónica	Causa náuseas, mareos y convulsiones. Trastornos respiratorios, cutáneos, depresión del sistema nervioso central.
Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición al producto PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE	Las personas con afecciones respiratorias crónicas no deben exponerse al producto. Tóxico para organismos acuáticos. Un gran derrame puede causar daño ecológico grave.

PELIGROS ESPECIALES DEL PRODUCTO El mayor peligro de este producto lo constituye su inflamabilidad. Los vapores forman mezclas explosivas con el aire.

#### SECCION 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto accidental con el producto, proceda de acuerdo con:

Inhalación	Traslade al afectado al aire fresco y ayude a la respiración, si es necesario.
Contacto con la piel	Lavar de inmediato la piel con abundante agua corriente y jabón. Retire la ropa contaminada.
Contacto con los ojos	Lave los ojos con abundante agua corriente durante 15 minutos. Incluso debajo de los párpados. Solicite asistencia de un médico.
Ingestión	Dar agua o leche a beber, para facilitar el enjuague. No induzca el vómito. Solicite asistencia médica.
Notas para el médico tratante	En caso de ingestión considere un lavado intestinal, si es que no hay signos de daño estomacal.

#### SECCION 5. MEDIOS PARA COMBATIR EL FUEGO

Agentes de extinción	Polvo químico seco, dióxido de carbono, espuma para alcoholes, manto ignífugo. Evite usar agua directa. Se puede usando neblina de alta o baja presión, para fuegos pequeños.
Procedimientos especiales para combatir el fuego	En fuego tridimensional o combustible en movimiento, la espuma mecánica no es efectiva. Retire a toda persona ajena a la zona. Si es posible, retire los contenedores de la zona de incendio. Enfríe con agua los envases que han estado expuestos al fuego.
Equipos de protección personal para atacar el fuego	Use equipo de protección respiratoria, guantes de cuero y lentes de seguridad en fuegos pequeños. Para fuegos mayores, utilice traje de bomberos, equipo de respiración autónomo de presión positiva. Idealmente aluminizados para resistir altas temperaturas.

#### SECCION 6. MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES Y FUGAS

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame del material	Aisle el área, elimine toda fuente de ignición y evite, si ello es posible, fugas adicionales del material. Evite el ingreso a cursos de agua y espacios confinados. Aleje a los curiosos y no permita fumar.
Equipo de protección personal para atacar la emergencia	Use equipo de protección respiratoria autónoma de presión positiva (SCBA), ropa de protección química, botas de goma y guantes de nitrilo o PVC.
Precauciones a tomar para evitar daños al ambiente	Recoja el producto en contenedores cerrados para evitar la evaporación del producto. No bote en cauces naturales o al alcantarillado.
Métodos de limpieza	Absorba el producto con arena u otro material neutro.
Método de eliminación de desechos	Disponga en lugares autorizados y según exigencias de la autoridad sanitaria del país.

#### SECCION 7. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Recomendaciones técnicas	Almacene en áreas frescas y bien ventiladas, lejos de fuentes de calor e ignición. Los
--------------------------	--

Precauciones a tomar	equipos eléctricos de trasvasije y áreas de trabajo deben contar con aprobación para las características de los combustibles Clase I (D.S.160/09). Mantenga apartado de fuentes de ignición. No fume y tome medidas para descargar la corriente electrostática generada, conectando a tierra los envases o recipientes.
Recomendaciones específicas sobre manipulación segura	Evite el contacto con el producto. No manipular ni almacenar cerca de llamas abiertas, calor, chispas, usar herramientas antichispas.
Condiciones de almacenamiento	El petróleo es recomendable almacenar en recintos con ventilación por la parte inferior y distante de cualquier otro combustible o material oxidante, las distancias de seguridad son en función del volumen y características de los contenedores.
Embalajes recomendados y no adecuados	Estanques, tanques, tambores y contenedores autorizados por la SEC. No se permite envases de vidrios, excepto para productos de laboratorio o análisis.

#### SECCION 8. CONTROL DE EXPOSICION/ PROTECCION AMBIENTAL

Medidas para reducir la posibilidad de exposición	Almacenar en recintos abiertos o con ventilación. Tome medidas para descargar de la corriente electrostática generada en la manipulación del producto. Use recipientes aprobados para clase I (D.S.160/09).
Parámetros para control	Límites permisibles para Petróleo: LPP= 5 mg/ m <sup>3</sup> como neblina (ACGIH). LPT= 25 mg/ m <sup>3</sup> como neblina (ACGIH).
Protección respiratoria	Solo si sobrepasan los Límites Permisibles. En situaciones de emergencia, usar protección respiratoria o equipo de respiración autónoma.
Guantes de protección	Guantes de nitrilo, PVC o neopreno de puño largo.
Protección de la vista	Lentes de seguridad, antiparras o protección facial(Full-Face).
Otros equipos de protección	Proteja el cuerpo con delantal de PVC y botas de goma o neopreno.
Ventilación	General y localizada(a prueba de explosión).

#### SECCION 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado físico	Líquido.
Apariencia y olor	Líquido transparente, color desde amarillo claro a café.
Concentración	99%
PH	No aplicable.
Temperatura de descomposición	No hay datos disponibles.
Punto de inflamación	52° C.
Temperatura de autoignición	260° C (500 ° F).
Propiedades explosivas	Límite inferior de explosividad = 0,6 % Límite superior de explosividad = 7,5 %
Peligros de fuego o explosión	Los vapores pueden desplazarse a fuentes de ignición y encenderse con retroceso de llama. Las mezclas vapores-aire, son explosivas sobre el punto de inflamación.
Presión de vapor a 20°C	1 mm Hg.
Densidad de vapor	4 a 5 veces más pesado que el aire 820 – 850 kg/m <sup>3</sup> .

Densidad a 15 °C	0,833 a 0,869 (RANGO) (AGUA=1)
Punto de fusión	ND.
Punto de ebullición	155 – 380 °C; máximo 350 °C al
Solubilidad en el agua y otros solventes	50%. Insoluble al agua

#### SECCION 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Estable en contenedores cerrados y bajo condiciones normales de temperatura y presión.
Condiciones que se deben evitar	Altas temperaturas, chispas y fuego. El sobrecalentamiento de los envases puede generar su ruptura violenta debido a la presión generada.
Incompatibilidad	Materiales oxidantes fuertes, peróxidos, ácido nítrico y percloratos.
Productos peligrosos de la descomposición	Al descomponerse, el producto puede generar óxidos de carbono tóxicos e hidrocarburos oxidados.
Productos peligrosos de la combustión	Se generan monóxido y dióxido de carbono. Humos tóxicos en combustión incompleta.
Polimerización peligrosa	No ocurre.

#### SECCION 11. INFORMACION TOXICOLOGICA

Toxicidad aguda	Irritación gastrointestinal, vómitos, diarrea y en casos Severos. Depresor del sistema nervioso central.
Toxicidad crónica o de largo plazo	Contacto repetido con la piel causa dermatitis.
Efectos locales	Irritante de mucosas y piel.
Sensibilización	No existe información.

#### SECCION 12. INFORMACION ECOLOGICA

Inestabilidad	Producto estable.
Persistencia/Degradabilidad	Degradable.
Bio-acumulación	No hay información disponible.
Efectos sobre el ambiente	Contamina los cursos de agua, aire y suelo al incorporarse a ellos.

#### SECCION 13. CONSIDERACIONES SOBRE LAS DISPOSICION FINAL

Método de eliminación del producto en los residuos	Para disposición del producto o sus residuos, disponga en instalaciones especialmente diseñadas y autorizadas al efecto.
Eliminación de envases/embalajes contaminados	También se recomienda su disposición en instalaciones especialmente diseñadas y autorizadas al efecto. Los envases metálicos pueden ser reutilizados después de ser tratados en empresas autorizadas al efecto. En el caso de disponer como chatarra, hay que descontaminarlos en lugares autorizados para tal efecto.