



FACULTAD DE INGENIERÍA

Memoria del proyecto para optar al Título de
Ingeniero Civil Oceánico

**PUERTOS DEPORTIVOS: RECOMENDACIONES
GENERALES DE DISEÑO Y PROPUESTAS TÉCNICAS
PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN LAS COSTAS DE CHILE**

Daniela Viviana Guerra Chávez

Marzo 2016



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

**PUERTOS DEPORTIVOS: RECOMENDACIONES GENERALES DE DISEÑO Y PROPUESTAS
TÉNICAS PARA SU IMPLEMENTACION EN LAS COSTAS DE CHILE**

Daniela Viviana Guerra Chávez

COMISIÓN REVISORA

NOTA

FIRMA

RAÚL OBERREUTER OLIVARES
Profesor Guía

FELIPE CASELLI BENAVENTE
Docente

JAIME LEYTON ESPOZ
Docente

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL OCEÁNICO

VALPARAÍSO, CHILE
2016



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

DECLARACIÓN

Este trabajo, o alguna de sus partes, no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este Proyecto de Título es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil Oceánico, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

*Raúl A. Oberreuter Olivares
Profesor Guía*

*Daniela Viviana Guerra Chávez
Alumno memorista*



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los que fueron parte de este largo camino.

A mis padres, David y Marta, quienes no escatimaron en darme el soporte para cada uno de los pasos que di estudiando ésta hermosa y compleja carrera.

A mis hermanos, por cada palabra de aliento.

A Dios, por darme la fuerza para salir adelante pese a pasar por algunos de los años más complicados de mi vida.

A mi profesor guía, por su constante paciencia y acertados consejos.

A Thomas Elton y Federico Stager, por darme unos minutos de su tiempo para aprender algo más sobre la historia de los puertos deportivos y la náutica en Chile.

A mi amiga y compañera de estudios. Paula, sólo decirte que toda ésta experiencia jamás habría sido lo mismo sin ti.

Y especialmente a Sebastián, de quien estaré eternamente agradecida, por cada palabra, risa y lágrimas compartidas en este camino de crecimiento profesional... sin ti nada hubiese sido lo mismo.

Gracias a todos,
Daniela Viviana Guerra Chávez

... jamás las olas tuvieron el mismo sonido, o la misma forma... pues bien, aprendí de ellas...



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

*Dedicada a mis ocho sobrinos(as), Daniel, Reinaldo,
María José, Diego, Benjamín, Isidora, Dante y
Emma, y a mí ahijado Daniel.
Sólo decirles que los límites no existen... y los
sueños si se pueden hacer realidad.*



CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MOTIVACIÓN, OBJETIVOS, ALCANCES, LIMITACIONES Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACION	4
2.1. MOTIVACIÓN	4
2.2. OBJETIVO GENERAL	5
2.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
2.4. ALCANCES	6
2.5. LIMITACIONES.....	6
2.6. METODOLOGIA DE INVESTIGACION.....	6
3. MARCO TEÓRICO Y PRÁCTICO	8
3.1. GENERALIDADES	8
3.1.1. <i>DEFINICIONES</i>	8
3.1.2. <i>RESEÑA DE ENTIDADES, DE CARÁCTER TÉCNICO, NACIONAL E INTERNACIONAL</i>	13
3.1.3. <i>ASPECTOS LEGALES Y HERRAMIENTAS TECNICAS APLICABLES A PUERTOS DEPORTIVOS</i>	16
3.2. PUERTOS DEPORTIVOS, DESCRIPCIONES GENERALES.....	20
3.2.1. <i>EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN PUERTOS DEPORTIVOS</i>	21
3.2.2. <i>EXPERIENCIA NACIONAL EN PUERTOS DEPORTIVOS</i>	24
3.2.3. <i>PROYECTOS EN DESARROLLO EN CHILE</i>	36
3.2.4. <i>USUARIOS Y SERVICIOS DE UN PUERTO DEPORTIVO</i>	37
3.3. CARACTERÍSTICAS DE EMBARCACIONES DEPORTIVAS Y DE RECREACIÓN	40
3.3.1. <i>DIMENSIONES</i>	40
3.3.2. <i>CLASIFICACIONES</i>	41
4. ANÁLISIS DE VARIABLES DE DISEÑO Y PROPUESTA DE RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA PUERTOS DEPORTIVOS.....	43
4.1. ETAPAS GENERALES PARA COMENZAR EL DISEÑO DE PUERTOS DEPORTIVOS	43
4.1.1. <i>LUGAR O ZONA EN QUE SE DESEA EMPLAZAR EL PUERTO DEPORTIVO</i>	44
4.1.2. <i>FLOTA NÁUTICA QUE SE ESPERA EN EL PUERTO DEPORTIVO</i>	47
4.1.3. <i>CONCRETIZACIÓN DEL DISEÑO</i>	48
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS “CONDICIONES NATURALES” DEL BORDE COSTERO Y OTROS.....	49
4.2.1. <i>CONCEPTOS ESPECIALES</i>	49
4.2.2. <i>OLEAJE</i>	52
4.2.3. <i>MAREAS</i>	53
4.2.4. <i>CORRIENTE</i>	54
4.2.5. <i>VIENTO</i>	54
4.2.6. <i>TOPO-BATIMETRÍA</i>	55
4.2.7. <i>SEDIMENTACIÓN</i>	55
4.2.8. <i>SUELO Y LECHO MARINO</i>	56
4.2.9. <i>SISMOS</i>	56
4.3. DETERMINACIÓN DE LA NAVE DE DISEÑO	57
4.4. CONDICIONES DE OPERATIVIDAD NÁUTICA APLICABLES EN CHILE	58
4.5. ANÁLISIS DE OPCIONES DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS PRIMARIAS EN PUERTOS DEPORTIVOS	59
4.5.1. <i>ÁREA DE AGUA O DÁRSENA</i>	62
4.5.2. <i>SITIOS DE ATRAQUE (FINGERS Y PASARELAS)</i>	72
4.5.3. <i>PILOTES GUÍA (O DE AMARRE) Y ZONAS DE FONDEO</i>	77



4.5.4.	OBRAS DE PROTECCIÓN Y DEL BORDE COSTERO	79
4.6.	ANÁLISIS DE OPCIONES DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS SECUNDARIAS EN PUERTOS DEPORTIVOS	80
4.6.1.	ÁREA DE RESPALDO O EXPLANADA	80
4.6.2.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	81
4.7.	SERVICIOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS PARA PUERTOS DEPORTIVOS	82
4.7.1.	SERVICIOS PRIMARIOS	83
4.7.2.	SERVICIOS SECUNDARIOS.....	84
4.7.3.	SERVICIOS ADICIONALES (POTENCIALES).....	84
4.8.	ALGUNOS ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS PUERTOS DEPORTIVOS	85
4.8.1.	OBRAS TERRESTRES	85
4.8.2.	OBRAS MARÍTIMAS.....	87
4.8.3.	DRAGADOS.....	89
4.8.4.	MATERIALES COMÚNMENTE UTILIZADOS EN PUERTOS DEPORTIVOS (EXPERIENCIA EN CHILE).....	89
5.	PROPUESTA PARA IMPULSAR LA INCORPORACIÓN DE PUERTOS DEPORTIVOS DE USO PÚBLICO EN CHILE	91
5.1.	CONCEPTO DE “USO PÚBLICO”	91
5.1.1.	Aspecto Legal:	91
5.1.2.	Aspecto General:	93
5.2.	ESTADÍSTICAS RELEVANTES PARA LA VIABILIDAD DE PUERTOS DEPORTIVOS EN CHILE	95
5.3.	VARIANTES SOCIO-ECONÓMICAS RELACIONADAS A LA IMPLEMENTACIÓN DE PUERTOS DEPORTIVOS EN CHILE	98
5.4.	RECOMENDACIONES PARA PROYECTOS DE PUERTOS DEPORTIVOS DE “USO PÚBLICO” EN CHILE.....	99
5.4.1.	Ejemplos.....	102
6.	CONCLUSIÓN.....	105
6.1.	RESPECTO AL DISEÑO DE PUERTOS DEPORTIVOS	105
6.2.	RESPECTO A LA PROPUESTA DE “USO PÚBLICO” DE PUERTOS DEPORTIVOS	108
6.3.	RECOMENDACIONES GENERALES	108
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
	ANEXOS	112
	ANEXO 1	112
	ANEXO 2	113
	ANEXO 3	133
	ANEXO 4	135



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Naves matriculadas menores a 50 TRG, 2002-2013.....	28
Gráfico 2: Deportistas Náuticos registrados en las Autoridades Marítimas al 31 de Diciembre del 2013.	39
Gráfico 3: Diferencia entre los Deportistas Náuticos Matriculados y Vigentes en las Autoridades Marítimas al 31 de diciembre del 2013.....	39
Gráfico 4: Número de Deportistas Náuticos Matriculados y Vigentes al 31 de diciembre del 2013	96
Gráfico 5: Diferencia entre Deportistas Náuticos Matriculados y Vigentes al 31 de diciembre 2013	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Listado de Clubes Náuticos en Chile al 31 diciembre del 2013	26
Tabla 2: Clasificación de veleros de la Federación Chilena de Navegación a Vela	41
Tabla 3: Resumen general de parámetros iniciales para el diseño de puertos deportivos	44
Tabla 4: Abreviaturas para los cálculos de las estructuras de la dársena.	60
Tabla 5: Profundidad mínima para sitios de atraque y pasajes o canales de navegación.	69
Tabla 6: Cálculo del área de maniobras entre los atraques.	72
Tabla 7: Determinación del ancho mínimo para un finger flotante.	73
Tabla 8: Comparación entre puertos deportivos privados vs públicos.	93
Tabla 9: Deportistas Náuticos Registrados por Directemar al 31 de diciembre 2013.	133



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Marcaciones georreferenciadas de Puertos Deportivos en Chile.....	1
Figura 2: Vista satelital del Royal Cork Yacht Club - Irlanda.....	22
Figura 3: Vista satelital de la Marina y Yacht de Dubái – Emiratos Árabes Unidos.....	23
Figura 4: Vista satelital Club de yates de Algarrobo – Algarrobo, Chile.....	29
Figura 5: Vista satelital Club de yates Recreo (Yacht Recreo) – Viña del Mar, Chile.	30
Figura 6: Vista satelital Puerto Deportivo Valparaíso – Valparaíso, Chile.	31
Figura 7: Vista satelital Club de yates El Quisco – El Quisco, Chile.	32
Figura 8: Vista satelital Club de yates Higuierillas – Con Con, Chile.....	33
Figura 9: Vista satelital Club naval de yates de Micalví – Puerto Williams, Chile.....	34
Figura 10: Maquinaria “Travel Lift” utilizada para embarcaciones náuticas.....	45
Figura 11: Ejemplo de radio de giro de un “Travel Lift”.	46
Figura 12: Ejemplos de “Quillotes” de embarcaciones deportivas.	48
Figura 13: Comparación Puerto Deportivo Costero y Puerto Deportivo Lacustre.	51
Figura 14: Zonificación sísmica de las regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX, X y Región Metropolitana.	57
Figura 15: Disposiciones generales de un puerto deportivo costero (demostrativo).	61
Figura 16: Ancho de Canal de Entrada propuesto por método determinístico.	64
Figura 17: Esquema de las dimensiones del canal de entrada.....	66
Figura 18: Esquemas de Pasajes o Canales de Navegación con y sin amarras laterales.....	68
Figura 19: Esquema general de un sitio de atraque simple.	70
Figura 20: Esquema general de un sitio de atraque doble.	71
Figura 21: Esquema de un sitio de atraque con diferencias en los extremos.....	71
Figura 22: Esquema de tipos de fingers.	75
Figura 23: Esquema de tipologías de amarre.	77
Figura 24: Ejemplo de estructura flotante de polietileno en forma cubos	90
Figura 25: Círculo de Borneo en una nave amarrada de proa.....	135



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

RESUMEN

La presente memoria se refiere al estudio de factores y elaboración de recomendaciones para realizar el diseño de puertos deportivos costeros, orientados al uso público de estos. En primer término se aborda la temática de entendimiento sobre puertos deportivos, que embarcaciones se deben considerar y cuál es la realidad técnica sobre este tipo de puertos en Chile.

En segundo lugar, se analizan las etapas del diseño y los factores que influyen en él, tales como condiciones naturales, delimitación del concepto de nave de diseño y condiciones operativas. Concluyendo este punto con el desarrollo de opciones de diseño de estructuras tanto primarias como secundarias, servicios asociados a los puertos deportivos y algunos aspectos relevantes en cuanto a la construcción y materiales utilizados habitualmente en Chile.

Por último, se hace referencia a la denominación “uso público” mediante la creación de una definición del concepto, evaluación y propuestas para el mejoramiento de normativas y participación del Estado de Chile, concluyendo una serie de recomendaciones que se deben tener en cuenta respecto a la posibilidad de ejecutar un proyecto de puerto deportivo de uso público en el país.



1. INTRODUCCIÓN

Chile es un país cuya principal característica geográfica es su larga y angosta franja de territorio con más de 4.000 kilómetros lineales de costa¹ que recorre cada una de sus regiones. Esta característica hace de este país un lugar único, llamativo y de grandes oportunidades para desarrollar actividades marítimas y costeras.



Figura 1: Marcaciones georreferenciadas de Puertos Deportivos en Chile.

Fuente: Elaboración propia – obtenida el 9 de junio 2015 en Google Earth 2015.

Este país cuenta con grandes recintos portuarios, puertos marítimos aptos para recibir grandes embarcaciones contenedoras, como el buque contenedor Gustav Maersk², que arribó en el puerto de San Antonio el 10 de Septiembre 2014, o el Cezanne³, que arribó en el

¹ Un total de 4.337 [km] lineales de costa en Chile, y 83.850 [km] de costa del territorio continental e islas adyacentes, según el Atlas Geográfico para la Educación, del Instituto Geográfico Militar, Chile.

² Gustav Maersk, Eslora: 366,9[mt]; Manga: 42,9[mt]; Capacidad: 9.700 TEUs.

³ Cezanne, propiedad de Maersk Line, Eslora: 300[mt]; Manga: 48,4[mt]; Capacidad: 9.962 TEUs.



puerto de Arica el 20 de Febrero 2015, también cruceros como el Mariner of The Seas⁴, que arribó a Valparaíso el 3 de Febrero 2014, entre otros, y además cuenta con un total de 71 puertos deportivos (ver Tabla 1), llamados popularmente “marinas deportivas o clubes de yates” distribuidos a lo largo de la costa (ver figura 1).

Los puertos deportivos o “marinas deportivas”, corresponden al conjunto de estructuras marítimas situadas en el borde costero, que tienen como finalidad otorgar sitios de atraque a pequeñas y medianas embarcaciones de uso náutico deportivo y recreacional, y además proporcionar protección a éstas mismas del oleaje, mareas, corrientes y cualquier evento natural al que puedan verse sometidas.

En general, estas estructuras generan un impacto importante en el borde costero donde son emplazados, esto debido a sus diseños inusuales (en comparación a los funcionales puertos importadores/exportadores, entre otros) o por el llamativo que generan las embarcaciones que atracan en él, como veleros y grandes yates. Además, la presencia de estas obras potencia las zonas como destino turístico, influenciando la aparición de nuevos empleos y un crecimiento económico importante en los ingresos de las localidades debido al turismo.

Las obras marítimas existentes en Chile influyen directamente las actividades náuticas deportivas y/o recreacionales, pero debido a su distribución espacial (geográfica) limitan la navegación costera de embarcaciones cuya capacidad de abastecimiento no es suficiente para recorrer grandes distancias, y debido a la cantidad de obras en funcionamiento y condición privada de los recintos, se restringe la inclusión de la población general en ellos.

En cuanto a su diseño, se deben evaluar estructuras tales como muelles para los sitios de atraque, muelles de servicios y grúas, rompeolas, con el que se resguarda la dársena del oleaje dominante, explanadas para mantener embarcaciones en tierra, restaurantes y otros. En este mismo aspecto, las condiciones naturales de la zona deben contemplar aguas abrigadas, corrientes bajas o nulas, consideración en las diferencias de mareas, dependiendo del calado que se considere, además de la magnitud y dirección del viento predominante que habrá en el puerto deportivo, ya que las embarcaciones consideradas son de bajo desplazamiento y tamaño, por lo que se vuelven más susceptibles a los efectos de la naturaleza si se compara con grandes buques portacontenedores o cruceros que atracan en muelles de condiciones específicas para ello.

Por otra parte, se deberá contemplar aspectos medio ambientales y de acuerdo a las leyes existentes en Chile, el impacto que podrían causar, ya que su funcionalidad, muy similar a cualquier otro puerto, tiene riesgos potenciales (aunque de menor envergadura) de producir contaminación a las aguas y/o algún tipo de daño al ecosistema local existente (Ver capítulo III).

Es esencial comprender que en Chile no existen herramientas específicas de diseño de marinas deportivas aplicadas a estas costas y dado que, con respecto a otros lugares del mundo, este país tiene un clima de alta complejidad en el litoral, genera que muchas veces ciertos criterios no sean aplicables en la zona (como obras construidas en el Mediterráneo) y

⁴ MS Mariner of The Seas, Eslora: 310,9[mt]; Manga: 48[m]; Capacidad: 3.314 pasajeros y 1.185 tripulantes.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

cuyos resultados podrían traducirse en problemas de sobrepaso de oleaje respecto de las protecciones naturales o artificiales, inestabilidad dentro de la dársena y otros problemas asociados. Es por ello que en esta memoria se buscará describir y enmarcar las temáticas relacionadas con los puertos deportivos, dándole un énfasis también a políticas de “uso público” de ellas en Chile, generando potencialmente una herramienta base al diseño de éstas, disminuyendo márgenes de incertidumbre sobre el comportamiento de las obras construidas hasta el presente.



2. MOTIVACIÓN, OBJETIVOS, ALCANCES, LIMITACIONES Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACION

El siguiente capítulo consiste en una descripción de aquellos aspectos que fundamentan el origen e idea central para el desarrollo del presente trabajo, y de este modo presentar un tema escasamente abordado en el área de la ingeniería marítima en Chile, tanto a nivel universitario, como a nivel profesional.

2.1. MOTIVACIÓN

A través de los años, la popularidad e interés en los deportes náuticos y actividades náuticas de recreación ha ido creciendo y desarrollándose tanto a nivel mundial, como también a nivel nacional, observándose una mayor inclusión, y por ende, consideración a nivel de la ingeniería, de aquellos espacios marítimos, fluviales y lacustres especializados en este tipo de actividades náuticas.

Este tipo de obras marítimas facilitan el acopio de embarcaciones deportivas y/o de recreación, protección de éstas mismas del clima natural, además proporcionan un cuerpo de agua acondicionado para las operaciones involucradas, servicios de electricidad, agua y combustible y acceso al mar por rampas, grúas u otros. Por otro lado, dependiendo del puerto deportivo, éstos facilitan servicios exclusivos que captan la atención tanto de residentes locales como de turistas, observándose servicios tales como cursos de navegación, de buceo, etc., arriendo de equipos y naves, paseos en embarcaciones, restaurantes, hoteles, conexión con puertos mayores (en el caso de arribo de cruceros), e incontables prestaciones que pueden observarse en los puertos deportivos más grandes del mundo.

Asimismo, en las últimas décadas se han conocido proyectos marítimos de diferentes envergaduras, como el de las Islas Palmeras, Dubái. Complejo turístico cuyas obras costeras, incluyendo las mismas islas artificiales y puertos deportivos, no sólo cumplen con el propósito de operatividad planificada: cuentan con un diseño estético y arquitectónico de connotación internacional, rasgos particulares que continúan atrayendo a miles de turistas que buscan admirar y disfrutar de los espacios.

Pero, ¿cómo se compatibiliza esta disciplina con Ingeniería Civil Oceánica?

Esta ingeniería, especialmente en el área de diseño de obras marítimas, permite compatibilizar los conocimientos en materia marítimo-costera (Hidráulica marítima, ingeniería de costas, etc.), naval, estructural y operaciones portuarias, entre otras, para establecer adecuadamente aquellas estructuras necesarias que comprendan desde el borde costero hacia mar adentro, optimizar el uso de espacios, acceso al mar, áreas protegidas y desarrollar actividades públicas/privadas, tanto comerciales como deportivas y recreacionales. Actualmente Ingeniería Civil Oceánica es un área de la ingeniería diferente,



amplia y de gran potencial a nivel nacional, aventajada en la base de los conocimientos impartidos, y suficientemente específica para investigar en áreas poco estudiadas en Chile.

Luego de una investigación simple, durante la práctica profesional en la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas, sobre el mundo náutico y las historias de los primeros clubes de yates en Chile, y observando los daños y pérdidas post tsunami del 27 de febrero del 2010 en los puertos deportivos de las zonas afectadas, quedó en conocimiento lo desconocidos que son estos tipos de puertos en el país, incluyendo la falta de normativas o herramientas técnicas específicas nacionales de apoyo, la “no inclusión” en sistemas de protección medio ambientales (ver capítulo III) y la falta de exigencias, regulaciones, fiscalización y/o apoyo por parte de entidades en los procesos de diseño, construcción y uso de éstos en el territorio costero.

Bajo esta premisa es que se hace necesario disponer de bases o recomendaciones técnicas que faciliten las tareas para la creación de un proyecto de esta envergadura, material de apoyo para diseño, como es el caso de la presente memoria, y de esta forma estimular y promover el mundo de las actividades náuticas y de recreación, en un país que no ha destinado suficiente tiempo ni recursos para potenciar estas actividades a lo largo de sus playas y mar adyacente (bienes nacionales de uso público, Art. 589 Código Civil), y que podrían aprovecharse entre la población desde temprana edad, tanto a nivel competitivo como a nivel recreacional, simplificando el acceso al mar a aquellos que deseen practicar dichas actividades y que no pueden pertenecer a clubes de yates, siendo casi las únicas obras existentes que permiten acceso al mar para embarcaciones deportivas y de recreación en el país.

El crear una memoria sobre puertos deportivos permitirá incorporar y relacionar conceptos que faciliten el diseño de estas obras, dando el puntapié inicial para crear estándares de diseño en Chile mientras no exista una normativa particular o herramientas técnicas específicas en Chile. A largo plazo, el presente trabajo significará una base referencial para continuar investigando sobre las alternativas de diseño, arquitectura y políticas de uso público de puertos deportivos en Chile.

2.2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de la memoria es realizar una propuesta de recomendaciones generales para el diseño de puertos deportivos en Chile, destacando la situación actual en el país y las ventajas de concretar puertos deportivos de “uso público” como aporte a la comunidad.

2.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos de la memoria serán:

- Realizar una recopilación y análisis de la literatura técnica, existente en Chile y en el extranjero, relacionada a puertos deportivos.
- Efectuar un catastro de los puertos deportivos existentes en Chile.



- Analizar las variables de diseño de puertos deportivos.
- Analizar las condiciones naturales favorables para la implementación de un puerto deportivo.
- Exponer las variables condicionantes y uso público que permitan la implementación de un puerto deportivo en Chile.

2.4. ALCANCES

Los principales alcances propuestos para el proyecto son:

- La zona de estudio abarcará únicamente las costas chilenas, excluyendo aquellos proyectos que se desarrollen en vías fluviales o lacustres.
- Análisis y propuesta de recomendaciones de diseño generales de puertos deportivos.
- Análisis de sobre la posibilidad de implementar puertos deportivos de uso público en Chile.

2.5. LIMITACIONES

Las principales limitaciones serán:

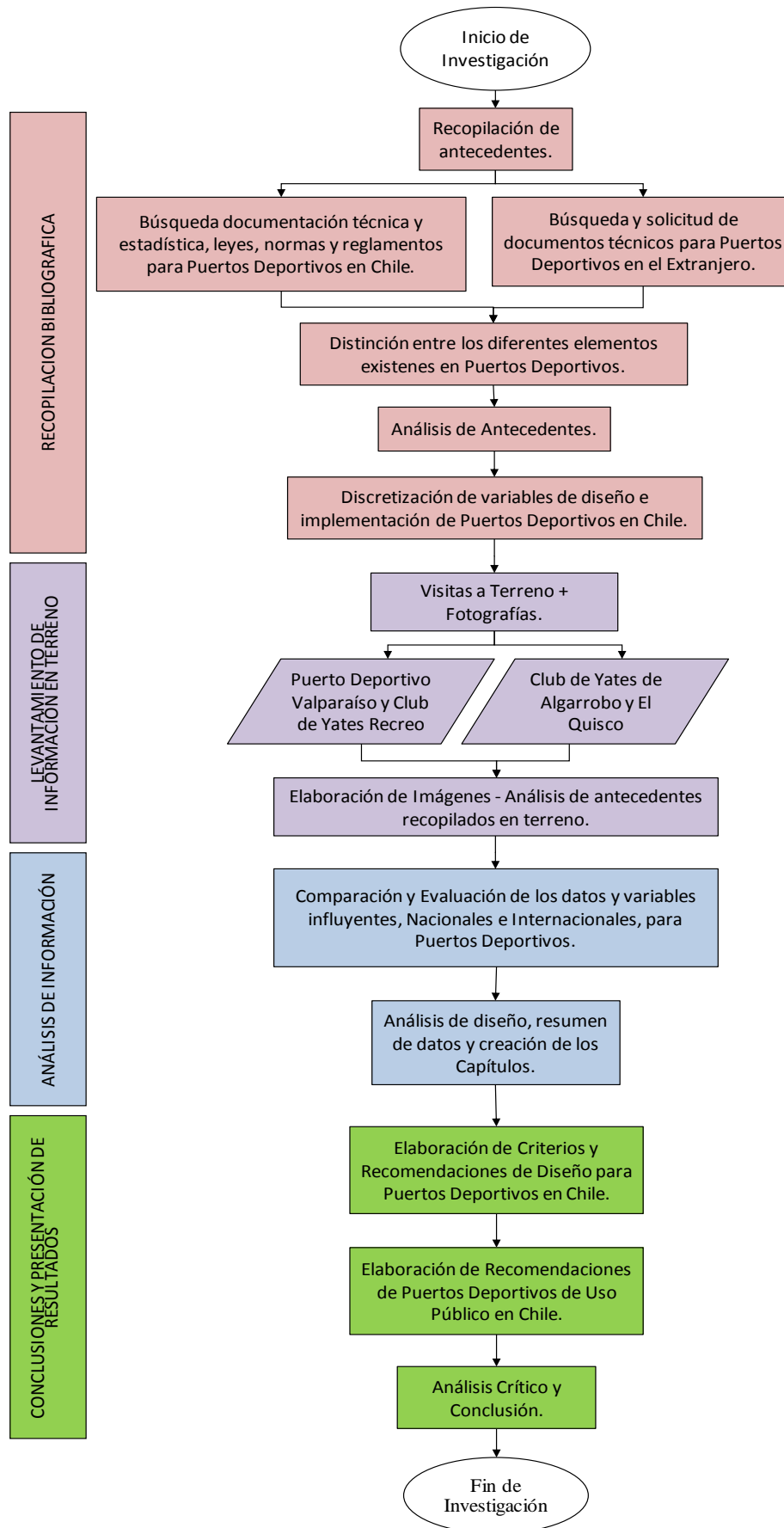
- No se realizarán modelaciones matemáticas ni físicas estructurales relacionadas con la infraestructura de un puerto deportivo.
- No se considerará efectuar estudios ingeniería de detalle (oleaje, viento, mareas, corrientes).

2.6. METODOLOGIA DE INVESTIGACION

La metodología para llevar a cabo la presente memoria básicamente consiste en:

- Recopilar antecedentes en Chile y el extranjero.
- Reconocimiento y analizar el material recopilado.
- Discretizar los aspectos principales, secundarios y otros para puertos deportivos Chile.
- Y finalmente entregar la propuesta de resultados y conclusión.

Esto se puede observar en detalle en el siguiente diagrama de metodología:





3. MARCO TEÓRICO Y PRÁCTICO

En este capítulo es de gran importancia contextualizar el contenido desarrollado en la presente memoria, comprendiendo los principales aspectos normativos, herramientas y terminología que hacen referencia a puertos deportivos en Chile y en el extranjero, así como también describir y categorizar aquellas embarcaciones asociadas a los deportes náuticos y de recreación.

A través de los años, diferentes autores en el mundo han propuesto, analizado y adecuando diferentes criterios y recomendaciones de diseño de puertos deportivos con los que, considerando una serie de factores estructurales y medioambientales, establecieron parámetros y limitantes que hoy en día permiten una buena funcionalidad de las obras, tales como el documento *Layout and Design GUIDELINES for Marina Berthing Facilities 2005*.

Los conocimientos extranjeros se reflejan físicamente en miles de puertos deportivos por diferentes lugares del mundo. Algunos países con mayor tradición y experiencia en el área náutica corresponden a Estados Unidos, que se caracteriza por conjugar sus grandes puertos comerciales con puertos deportivos de uso público; España y Emiratos Árabes, quienes tienen algunos de los puertos deportivos más lujosos y costosos del mundo; Holanda, país en el que se originó el primer club de yates del mundo y cuna de la náutica como un concepto de “deportes y recreación” (ver punto 3.2.1.), Argentina y Uruguay en Sudamérica, entre otros.

En el caso de Chile, existen escasas herramientas generales que faciliten el diseño de este tipo de obras marítimas. A nivel gubernamental no existen documentos específicos que hagan referencia sobre el tema, y de forma privada sólo se encuentran unos pocos documentos hechos por profesionales de forma independiente y/o para empresas privadas, como la *Guía básica para el diseño de Obras Marítimas y Puertos para Embarcaciones Menores a Base de Atracaderos Flotantes* de Mario Sepúlveda Buhring. Es por ello que, con respecto a puertos deportivos, se hace esencial realizar un análisis de documentación y normativas extranjeras de manera de apoyar adecuadamente el desarrollo de la presente memoria.

3.1. GENERALIDADES

A continuación, se establecerá el marco en el que se desenvuelve la náutica, terminología técnica, normas, herramientas y organismos que puedan verse involucrados en un proyecto de ingeniería de puertos deportivos en Chile.

3.1.1. DEFINICIONES

Árbol (árbol flotante): Se le llamará así a aquellas estructuras que comprenden una pasarela peatonal que actúa como tronco, de base para sujetar los fingers. Árbol flotante, tal como el nombre lo dice, hace referencia a las estructuras flotantes, no fijas.



Astillero: Establecimiento en donde se construyen, reparan y mantienen embarcaciones, éste puede ser tipo galpón o flotante.

Bajamar: Fin del reflujo del mar o movimiento descendente de la marea, cuando el agua alcanza su nivel más bajo.

Borneo: Dicho de un buque; Girar sobre sus amarras estando fondeado (Real Academia Española-RAE).

Boya: Cuerpo flotante sujeto al fondo del mar, de un lago, de un río, etc., que se coloca como señal, y especialmente para indicar un sitio peligroso o un objeto sumergido (Real Academia Española-RAE).

Boyas de amarre: Aquellos cuerpos flotantes, dispuestos en zona de fondeadero, a las cuales se sujetan embarcaciones.

Carril(es): Para efectos de la presente memoria, será una vía capaz tan sólo para el paso de una embarcación. Ej.: Un canal de entrada puede estar diseñado para tener 1 o 2 carriles de paso para las embarcaciones.

Cornamusa: Pieza de metal o madera que, encorvada en sus extremos y fija por su punto medio, sirve para amarrar los cabos (Real Academia Española-RAE).

Dársena: En aguas navegables, parte resguardada artificialmente para surgidero o para la cómoda carga y descarga de embarcaciones (Real Academia Española-RAE).

Dragado: Para fines de la presente memoria, será el proceso de remoción de sedimento del borde costero con el fin de obtener un mayor calado o profundidad en el área de trabajo, es decir, en las vías navegables.

Duque de Alba de Amarre: Estructura exenta, tipo pilote, diseñada para soportar esfuerzos horizontales de amarre de embarcaciones.

Duque de Alba de Atraque: Estructura exenta, tipo pilote, diseñada para soportar esfuerzos horizontales de atraque de embarcaciones.

Embarcaciones Deportivas o de Recreo: Una embarcación es un artilugio capaz de navegar sobre o bajo el agua. Cuando se habla de embarcación deportiva se tratará de embarcaciones específicamente diseñadas para el uso de deportes náuticos o de recreación, como lo son veleros, yates, lanchas, canoas, sodiac, kayaks, entre otros.



Explanada: Es el espacio de costa junto a la dársena, parte del puerto deportivo, destinado a todos los servicios terrestres asociados a las funciones del puerto, como lo son la disposición de grúas, varaderos (véase definiciones), astilleros, servicios básicos, entre otros.

Fetch: Se llama así a la zona de generación de oleaje debida al viento. Éste último actúa sobre un espejo de agua que, durante un tiempo prolongado (según el tamaño del área y la magnitud y dirección del viento), genera alteración superficial de la masa de agua y por ende oleaje de magnitudes variables dependiendo de la zona geográfica y características del viento.

Fingers: Estructura (flotante o fija) unida típicamente perpendicular a la pasarela principal, que juntos definen el largo y ancho de un sitio de atraque, proveyendo a los peatones acceso a y desde la embarcación amarrada, proporcionadas para la seguridad de las amarras de las embarcaciones y obtener mayor soporte en las operaciones involucradas.

Fondear: Dicho de una embarcación o de cualquier otro cuerpo flotante: Asegurarse por medio de anclas que se agarren al fondo de las aguas o de grandes pesos que descansen en él (Real Academia Española-RAE).

Fondeadero: Lugar de profundidad suficiente para que la embarcación pueda fondear (Real Academia Española-RAE). Esta zona se determinará según el tipo de fondo marino, de modo que éste sea el óptimo para el anclaje de embarcaciones.

Input(s): Para efectos de esta memoria, será aquel dato inicial (o parámetro inicial) necesario para resolver cálculos y/o problemas en el proceso del diseño de puertos deportivos.

Lastre: Piedra, arena, agua u otra cosa de peso que se pone en el fondo de la embarcación, a fin de que esta entre en el agua hasta donde convenga, o en la barquilla de los globos para que asciendan o descendan más rápidamente (Real Academia Española-RAE).

Muelle de acceso: Estructura principal de un puerto, en el caso de un puerto deportivo, consiste en la estructura mayor o tronco, del cual estarán sujetas pasarelas y fingers.

Muelles de atraque: Corresponde al muelle en donde embarcaciones pueden atracar y amarran.



Muro verteolas: Muro que por su diseño y cota de coronamiento, devuelve el oleaje más desfavorable.

Muro vertical: Obra de protección que permite escudar una determinada zona del oleaje u otro efecto adverso.

Nave mayor: Según la Ley de Navegación de Chile, se le llama a aquellas embarcaciones mayores a 50 TRG.

Nave menor: Según la Ley de Navegación de Chile, se le llama a aquellas embarcaciones menores a 50 TRG.

Orza: Equivalente a “Quillote”. Puede ser usada para describir una pieza ligera que se adhiere a la quilla de una embarcación para aumentar el calado de esta y proporcionar una mayor estabilidad en la navegación. No está de forma permanente y se puede levantar para navegar por zonas de bajo calado.

Pantalán: Muelle o embarcadero pequeño para barcos de poco tonelaje, que avanza algo en el mar (Real Academia Española-RAE).

Pasarela: Puente pequeño. Son aquellas estructuras que permiten el desplazamiento de personas desde el borde costero hacia los sitios de atraque.

Pasarela principal: Es aquella estructura, de mayor ancho que una pasarela secundaria y que une a esta última a la costa y/o muelles de acceso.

Pasarelas secundarias: Son estructuras de menor ancho, a la cual se sujetan los fingers, conformando los sitios de atraque y proporcionando accesibilidad a diferentes servicios (a través de los puestos de conexión de carga de combustible, acceso a electricidad, entre otros)

PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses): es el foro donde los profesionales de todo el mundo unen sus fuerzas para ofrecer asesoramiento experto en infraestructuras rentables, fiables y sostenibles para facilitar el crecimiento del transporte marítimo y fluvial. Fundada en 1885, PIANC sigue siendo el principal socio de gobierno y el sector privado en el diseño, desarrollo y mantenimiento de puertos, vías fluviales y zonas costeras (www.pian.org).



Plataforma flotante: En esta memoria se llamarán plataformas flotantes a las estructuras cuya misión es facilitar el paso desde una rampa o muelle hacia una embarcación.

Pleamar: Fin del movimiento creciente de la marea, cuando el agua alcanza su nivel más alto.

Pluma: Término que hace referencia a aquella grúa instalada en un puerto y que permiten mover embarcaciones desde y hacia el mar.

Puerto Deportivo: Se define puerto deportivo como aquel puerto especialmente construido para el amarre de embarcaciones deportivas y de recreo (Real Academia Española-RAE).

Quilla: Pieza sobresaliente del punto más bajo del casco de un velero, que tiene por finalidad el agregar peso bajo (lastre) a la embarcación para compensar la acción del viento sobre las velas.

Rampa: Para efectos de este trabajo, será la estructura que posee un ángulo (pendiente), cuyo propósito es facilitar la conectividad entre dos áreas de diferente cota, en el caso de una rampa de puerto deportivo, ésta facilita la unión del borde costero al mar o de un muelle de acceso a pasarelas, permitiendo el paso de personas y/o embarcaciones.

Rampa basculante: Es aquella que cuenta con un mecanismo oscilante, posee un eje principal que permite a la estructura moverse verticalmente en respuesta a las diferencias de marea o agitación del agua, de este modo la estructura reduce las limitaciones de operatividad.

Rompeolas (Escollera): Dique avanzado en el mar, para procurar abrigo a un puerto o rada (Real Academia Española-RAE).

TEU (Twenty-foot Equivalent Unit): Corresponde a una unidad de medida de capacidad inexacta usada en transporte marítimo. 1TEU equivale a la capacidad que contiene un contenedor normalizado de 20 pies largo x 8 pies ancho x 8,5 pies alto.

TRG (Tonelaje de Registro Bruto): Medida de la capacidad volumétrica de una embarcación efectuada según el método de Moorson. Consiste en la suma del volumen de todos los espacios cerrados, bajo cubierta, más el de los espacios cerrados y cubiertos existentes sobre la misma, sin incluir los tanques de lastre. Con



éstas medidas se puede calcular el llamado Volumen de Arqueo, con el cual se determinan diversas tarifas portuarias.

Varadero: Corresponde a un área en tierra, destinado al resguardo de embarcaciones fuera del agua.

Volumen de Arqueo: Magnitud determinada por los espacios cerrados de una embarcación con el fin de establecer las tarifas que serán solicitadas previo a la llegada a un puerto.

3.1.2. RESEÑA DE ENTIDADES, DE CARÁCTER TÉCNICO, NACIONAL E INTERNACIONAL

Ya sea para el diseño, ejecución, autorización o fiscalización, entre otros propósitos, existen ciertas entidades especializadas, tanto nacionales como internacionales, que participan en diferentes aspectos de obras marítimas. En este caso, se mencionarán aquellas entidades de carácter técnico vinculadas a Puertos Deportivos. Éstas son:

3.1.2.1. DIRECTEMAR

“La Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, es el organismo de alto nivel de la Armada de Chile que tiene por misión, cautelar el cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales vigentes, para dar seguridad a la navegación, proteger la vida humana en el mar, preservar el medio ambiente acuático, los recursos naturales marinos y fiscalizar las actividades que se desarrollan en el ámbito marítimo de su jurisdicción, con el propósito de contribuir al desarrollo marítimo de la Nación”.⁵

Esta institución se encuentra a cargo de las gobernaciones marítimas, capitanías de puerto y alcaldías de mar a lo largo de Chile, además de DIRSOMAR (Dirección de Seguridad y Operaciones Marítimas) y DIRIMIR (Director de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático). Presta servicios transnacionales, y estadísticas marítimas, información que es de carácter público y además cuenta con un completo servicio meteorológico, conocido como METEOARMADA. Dentro de las actividades en las que se desenvuelven, están los procesos de concesiones marítimas para proyectos como puertos deportivos, entre otros, cuya participación que se lleva a cabo según las leyes vigentes, como lo es el Reglamento sobre Concesiones Marítimas, que incluye:

- D.S. (M) N°2, de 03.ENE.2005
- D.F.L. N°340, 5.ABR.1960
- D.F.L. N°1,17.JUN.1998
- D.S.(M) N°11, 15.ENE.1998
- D.S. (M) N°12, 15.ENE.1998

⁵ Según Directemar, www.directemar.cl, 29 de septiembre 2015.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

- D.S. (M) N°475, 14.DIC.1994
- D.F.L. N°2, 12.NOV.1997
- D.S. Exento N°311, 08.OCT.1999

DIRECTEMAR, a través de sus servicios, mantiene actualizados todos los registros e información de aquellos puertos operativos, tráfico de naves, personal, además de fiscalizar todo el proceso de adquisición de licencias, matrículas de embarcaciones, entre otros. Autorizaciones que son requeridas por ejemplo, para usuarios de los puertos deportivos (Ejemplo: Licencia de Patrón de Bahía, ver punto 3.2.4.1.).

3.1.2.2. DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS – MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

La Dirección de Obras Portuarias es parte del Ministerio de Obras Públicas de Chile y es el organismo técnico competente del Estado que “tiene como misión proveer a la ciudadanía servicios de infraestructura portuaria y costera, marítima, fluvial y lacustre necesarios para el mejoramiento de la calidad de vida, el desarrollo socioeconómico del país y su integración física nacional e internacional”.⁶

Esto implica que para todo aquel proyecto marítimo, de carácter público, que se desee desarrollar en el país, DOP será la entidad responsable de proporcionar fiscalización (por medio de Inspectores fiscales), revisión de propuestas de diseño y construcción o cualquier otra tarea según el proyecto y las leyes lo estipulen.

Con respecto a obras de carácter público, por iniciativa del ex-Director Nacional de Obras Portuarias, Don Ricardo Tejada, se desea motivar la creación de una red de puertos, principales y de pasada, a lo largo del país, con el fin de potenciar el deporte náutico, generar empleos y turismo en cada una de las zonas.⁷

Un alcance importante de mencionar, consiste en que ésta organización creó una herramienta técnica llamada *Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras (primera edición - 2013)*, cuyo propósito es ayudar el desarrollo de todo tipo de obras marítimas en Chile. Agregar que este mismo carece de contenido relevante para el diseño específico de puertos deportivos.

3.1.2.3. SHOA - Servicio Hidrográfico y Oceánico de la Armada

Esta institución tiene como misión principal “proporcionar los elementos técnicos y la información y asistencias técnicas destinadas a dar seguridad a la navegación en las vías

⁶ Según la Dirección de Obras Portuarias, www.dop.cl, 28 de septiembre 2015.

⁷ Según Ricardo Tejada “El concepto de marinas deportivas de uso público considera infraestructura construida por el Estado o privados a la cual pueda acceder cualquier persona que quiera realizar deportes náuticos sin la necesidad de una membrecía. No implica que sea gratis, se deben pagar los costos de administración, servicios y uso de los medios disponibles pero de manera regulada. Los costos de operación y mantención de la infraestructura se ven disminuidos integrando otras actividades económicas en el sector que subvencionan los deportes náuticos y que a su vez generan un borde costero integral (Waterfront)”. Seminario “Chile Largo Puerto Deportivo”, 22 de junio 2011.



fluviales y lacustres, aguas interiores, mar territorial y en alta mar contigua al litoral de Chile. Del mismo modo constituye el servicio oficial, técnico y permanente del Estado, en todo lo que se refiere a hidrografía; levantamiento hidrográfico marítimo, fluvial y lacustre; cartografía náutica, elaboración y publicación de cartas de navegación de aguas nacionales, oceanografía, planificación y coordinación de todas las actividades oceanográficas nacionales relacionadas con investigación físico-químicas, mareas, corrientes y maremotos, geografía náutica, navegación, astronomía, señales horarias oficiales, aerofotogrametría aplicada a las cartas náuticas. Corresponde también al SHOA, contribuir mediante la investigación al desarrollo y fomento de otras actividades nacionales e internacionales afines, que sean de interés para el país”.⁸

La relación directa que tiene esta institución y sus servicios, con los proyectos de obras marítimas, consiste principalmente en que esta entidad tiene elaboradas una serie de publicaciones que son utilizadas como requisitos obligatorios por parte del Ministerio de Obras Públicas, para ciertos proyectos que requieran estudios de condiciones oceanográficas y similares. Un ejemplo de esto es la publicación del SHOA 3201 *Instrucciones Oceanográficas N°1 - Especificaciones técnicas para mediciones y análisis oceanográficos*, documento con el cual se deben realizar aquellos estudios básicos de condiciones medioambientales que se desarrollen en la zona de emplazamiento de los proyectos en cuestión.

Para proyectos privados, es voluntario el seguir las especificaciones técnicas elaboradas por el SHOA.

3.1.2.4. SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA)

“Es un organismo público funcionalmente descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. El SEA fue creado por la Ley N°20.417, publicada en el Diario oficial el 26 de enero de 2010, que modificó la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Su función central es tecnificar y administrar el instrumento de gestión ambiental denominado - Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental - (SEIA), cuya gestión se basa en la evaluación ambiental de proyectos ajustada a lo establecido en la norma vigente, fomentando y facilitando la participación ciudadana en la evaluación de los proyectos.

Este Servicio cumple la función de uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del Estado competentes, mediante el establecimiento de guías trámite”.⁹

3.1.2.5. CALIFORNIA DEPARTMENT OF BOATING AND WATERWAYS

Este departamento, perteneciente al estado de California, Estados Unidos y dedicado al área portuaria, dispone de personal especializado con el cual han desarrollado diferentes herramientas técnicas que, en este caso, facilitan el diseño de diferentes estructuras

⁸ Según SHOA, www.shoa.cl, 28 de septiembre del 2015.

⁹ Según SEA, www.sea.gov.cl, 16 de marzo del 2015



costeras, relacionadas a la náutica, desarrollando guías y recomendaciones para el diseño de este tipo de puertos (ver bibliografía).

3.1.2.6. PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION CONGRESSES

Por otro lado, entidades como PIANC, de forma independiente a gobiernos han podido establecer documentos propios con los que se recomiendan diferentes temas relacionados al transporte marítimo y puertos en zonas costeras, desde el diseño, administración de los puertos, aspectos medioambientales, etc. Dentro de PIANC se encuentra la agrupación Redcom, que se encarga de ver específicamente los temas relacionados a las actividades náuticas deportivas y de recreación, incluyendo los espacios físicos, es decir, los puertos deportivos en sí mismos y procurando incluso elaborar documentos dirigidos a la inclusión de espacios aptos para personas con movilidad reducida, entre otros (ver bibliografía).

3.1.3. ASPECTOS LEGALES Y HERRAMIENTAS TECNICAS APLICABLES A PUERTOS DEPORTIVOS

Se presentan las principales herramientas y normativas para puertos deportivos:

3.1.3.1. ASPECTOS LEGALES NACIONALES

Algunas de las normativas chilenas que tienen relación con obras marítimas y embarcaciones son:

- Ley de Navegación (D.L. N° 2.222 de 21.MAY.1978 y D.S. (M) N°6 10.ENE.2001), del Ministerio de Defensa Nacional.
- Ley 19300 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, sobre Bases del Medio Ambiente y Ley N°20.417 del 2010 sobre la modificación de la ley sobre bases del medio ambiente y creación del SEA.
- DFL N° 340 de 1960 del Ministerio de Hacienda, sobre concesiones marítimas.
- DL N° 1939 de 1997 del Ministerio de Tierras y Colonización, actualmente Ministerio de Bienes Nacionales, referido a la administración del borde costero.
- DS N° 475 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, actualmente Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, referido a Política Nacional del Borde Costero.
- D.F.L. N°850 de 1998 del Ministerio de Obras Públicas, Art. 19 sobre la responsabilidad de la Dirección de Obras Portuarias de aprobar proyectos portuarios en las costas de Chile.

3.1.3.2. HERRAMIENTAS TECNICAS

Existen diferentes herramientas técnicas provenientes del extranjero, estudiadas en Chile. Estos documentos analizan y/o establecen criterios para el diseño de obras marítimas como diques, muelles, entre otros. Algunos de ellos son:



- ROM (Recomendaciones para Obras Marítimas – España).
- CEM (Coastal Engineering Manual).
- Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan 2009.
- Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual 2007 (Eurotop).
- Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras – Primera edición 2013.

Algunos de estos se recomiendan por el Ministerio de Obras Públicas de Chile, específicamente por la Dirección de Obras Portuarias, como material de apoyo para el desarrollo de estudios en el diseño de proyectos de obras marítimas, esto es, proyectos gubernamentales, licitaciones y procesos de concesión, reconstrucción, etc. Lamentablemente, es poca la información pertinente a puertos deportivos existente en estos utilizados documentos, pero sí aparecen detalladas formas de cálculo de escolleras y es posible obtener ciertos parámetros sugeridos para el diseño de un puerto deportivo, como por ejemplo en la ROM, donde se recomienda cierta altura de ola para la operatividad de una dársena, entre otros (Ej. ROM 3.1-99).

Es posible encontrar ciertos documentos desarrollados en Chile, por empresas privadas, que utilizan de referencia información extranjera, tales como:

- Guía básica para el diseño de Marinas y Puertos para embarcaciones menores a base de atracaderos flotantes – MSB
- Muelles Flotantes – MSB

Por otro lado, existen entidades internacionales privadas y gubernamentales que se han desarrollado en el área de esta especialización (ver punto 3.1.3.4. y 3.1.3.5.) proporcionando material para el diseño de puertos deportivos. Algunas de estas herramientas técnicas son:

- Layout and Design GUIDELINES for Marina Berthing Facilities – California Department of Boating and Waterways, 2005.
- Review of Selected Standards for Floating Dock Designs – PIANC, 1997.
- Final Report of the International Commission for Sport and Pleasure Navigation – PIANC, 1976.
- Mooring Systems for Recreational Craft – PIANC, 2002.

Finalmente, respecto a documentos en los que se resguarde el medio ambiente en Chile, se hace mención al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), herramienta técnica a cargo del SEA (ver punto 3.1.2.4.):

¿Debe someterse al sistema de impacto ambiental un proyecto de puerto deportivo?



En primer lugar se debe definir qué es el sistema de impacto ambiental, que según el servicio de evaluación ambiental corresponde a “aquel instrumento que permite introducir la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos y actividades que se realizan en el país; a través de él se evalúa y certifica que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, se encuentran en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales que les son aplicables”.

Posteriormente se debe analizar el marco normativo ambiental que rige el desarrollo o construcción de cualquier proyecto que pueda producir algún cambio en el medio ambiente nacional y cuáles son los parámetros que hacen exigible el sometimiento de un proyecto al sistema de evaluación ambiental. En la ley 19.300, artículo 10, se indica aquellos proyectos o actividades que son susceptibles de causar impacto ambiental, dentro de los cuales en la letra f, se mencionan puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos. Considerando el decreto N°40 del Ministerio del Medio Ambiente, por el cual se aprueba el reglamento del sistema de impacto ambiental, se entiende:

- Puerto: al conjunto de espacios terrestres, infraestructura e instalaciones, así como aquellas áreas marítimas, fluviales o lacustres de entrada, salida, atraque, desatraque y permanencia de naves mayores, todos ellos destinados a la prestación de servicios para la actividad comercial y/o productiva, excluyendo aquellos cuyo fin sea únicamente la conectividad interna del territorio.
- Vías de navegación: aquellas vías marítimas, fluviales o lacustres, que se construyan para los efectos de uso de navegación para cualquier propósito. Asimismo, se entenderán comprendidos aquellos cursos o cuerpos naturales de agua que se acondicionen hasta alcanzar las características de uso de navegación.
- Astilleros: aquellos sitios o lugares con instalaciones apropiadas y características, donde se construyen o reparan naves o embarcaciones, excluyéndose los varaderos, hangares o diques flotantes.
- Terminales marítimos: es el fondeadero para buques tanques, que cuenta con instalaciones apropiadas consistentes en cañerías conductoras destinadas a la carga o descarga de combustibles, mezclas oleosas o productos líquidos.

Con toda la información mencionada es posible concluir que el proyecto de un puerto deportivo no estará sometido al sistema de impacto ambiental, esto por cuanto en la única definición que es posible encuadrarla es en la definición de puerto, pero a las luces de esta misma definición es que se descarta debido a que hace exigible que este denominado “puerto” este destinado a la prestación de servicios comerciales y/o productivos, entendiendo que un proyecto de puerto deportivo escapa a estos conceptos, porque este tiene una destinación de carácter deportivo.

Una vez descartado el carácter obligatorio del sometimiento de proyectos de puertos deportivos al sistema de impacto ambiental, es relevante mencionar que existe la posibilidad de que se someta el proyecto a este sistema de manera voluntaria, a fin de evitar una posible objeción posterior toda vez que la ley de impacto ambiental o ley 19.300 contempla una acción de carácter popular, si alguna persona o grupo de personas estima que se está



vulnerando la garantía constitucional de poder vivir en un ambiente libre de contaminación, o si el proyecto cae en alguna de las situaciones enumeradas en el artículo 11 de la misma ley, el que contiene las situaciones en que si se presentan en algún proyecto de los enumerados en su artículo 10 deberá realizar la presentación de un estudio de impacto ambiental, las cuales son:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural. Para los efectos de evaluar el riesgo indicado en el primer punto y los efectos adversos señalados en el segundo punto, se considerará lo establecido en las normas de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que señale el reglamento.

Además, dentro de esta opción voluntaria, está la posibilidad de solicitar que la autoridad ambiental evalúe y declare si el proyecto en cuestión necesita realizar una declaración de impacto ambiental, esto se hace a través del procedimiento denominado “declaración de pertinencia”, la cual es una consulta realizada con los antecedentes generales del proyecto, en cuanto información del solicitante e información del proyecto. Este procedimiento de encuentra reglado de manera pormenorizada en el ordinario N° 131456/2013

A manera ejemplar en el sistema de impacto ambiental, existe sólo un proyecto de marina deportiva que se ha sometido al sistema de impacto ambiental, el cual corresponde a la construcción del puerto deportivo llamado Marina Deportiva Pingueral (ver tabla 1), pero su presentación no fue realizada en función de un estudio de impacto ambiental, sino que desde la perspectiva de justificar por qué ese proyecto no debía someterse a la evaluación ambiental del SEIA.



3.2. PUERTOS DEPORTIVOS, DESCRIPCIONES GENERALES

Se habla de puertos deportivos cuando se hace referencia a aquellos espacios que se caracterizan por tener instalaciones adecuadas para el uso de embarcaciones del tipo “deportivo y recreacionales” (embarcaciones que se describirán más adelante).

El documento *Plan de Inversión de Marinas Deportivas Públicas DOP Noviembre 2010*, sostiene que “según los expertos existen distintos tipos de marinas deportivas, dependiendo de donde se ubiquen, de los servicios que preste y de los servicios que tenga en su entorno:

- Marinas o Puertos de armamento o estacionamiento: Ubicados en zonas urbanas donde las embarcaciones permanecen la mayor parte del año.
- Marinas o Puertos de tránsito: Responden a la oferta turística del territorio, teniendo como meta el turismo histórico cultural, social, ambiental y paisajístico.
- Marinas o Puertos de refugio: Son necesarios para romper las rutas de navegación demasiado extensas y garantizar la acogida de embarcaciones en dificultad.

A los que se agrega una clasificación no considerada en la bibliografía internacional,

- Marinas o Puertos para el aprendizaje de la actividad náutica: Asociados a la enseñanza y aprendizaje de los deportes náuticos que potencialmente pueden ser incorporados a planes de estudios escolares. Esta clasificación tiene la particularidad que gracias a éstos se masificará la actividad deportiva, cumpliendo un importante rol social”.

Por otra parte, los puertos deportivos se pueden clasificar en 2 grandes grupos según su uso:

- Puertos deportivos privados: Aquellos cuyo espacio físico es particular, cerrado al público general, ya sea comprado o por medio de concesiones marítimas, dependiendo de las leyes que se rijan en el país de interés.

El Código Civil de Chile define, en el art. 589, los bienes nacionales de uso público, especificando que “agregar definición”, por lo que bajo este criterio legal los espacios que ocupan los clubes de yates en Chile funcionan bajo concesiones marítimas.

Administrativamente se organizan por medio de una sociedad, en su mayoría sin fines de lucro. Para los socios, el ingreso a esta agrupación, mantener la plaza y el retiro de éste involucra un coste económico alto, siendo éstos los principales ingresos para el mantenimiento del espacio y sus servicios, que operan exclusivamente para quienes tienen permitido el acceso y uso de instalaciones. El costo de las obras construidas se financia principalmente por el aporte de quienes conforman la sociedad y ocurre de forma similar con el apoyo profesional.



- Puertos deportivos de uso público: La definición de este tipo de puertos deportivos es tanto más amplia, ya que el “uso público” se puede interpretar de múltiples formas (ver capítulo VI, punto 6.1. de la presente memoria). Básicamente son aquellas instalaciones que operan por medio de una administración, pero sin mayores restricciones en cuanto al acceso a los espacios y al mar, a diferencia de la clasificación anterior.

A continuación, se realizará una breve reseña de la historia y la experiencia con la que se ha desarrollado esta área, tanto en el extranjero como en el país, con el fin de tener un mayor entendimiento de este particular tema en donde se mezcla la ingeniería oceánica y la náutica.

3.2.1. EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN PUERTOS DEPORTIVOS

En la actualidad, la construcción de puertos deportivos en el extranjero constituye una parte importante para el creciente desarrollo náutico y turístico, de modo de generar espacios compatibles con las necesidades que requieren tanto las naves de menor envergadura (con respecto a buques contenedores y otras embarcaciones mayores), a vela y/o motor, como los accesos para usuarios y personal involucrado.

La evolución de los puertos deportivos es larga y postergada en comparación al crecimiento mundial de terminales graneleros, de contenedores, etc. Respecto al diseño de estos, históricamente se ha presumido que, debido a las dimensiones estructurales de los puertos deportivos, estos no tienen mayores requerimientos técnicos, lo que significa que por años éste fue un trabajo constante de “ensayos y error”. El continuo aprendizaje y perfeccionamiento de los diseños permitió el fomento y desarrollo del área, lo que potenció el interés de profesionales que pronto llevaron a cabo la creación de herramientas técnicas y la fundación de entidades encargadas de realizar estudios de condiciones naturales y utilización de softwares especializados, proporcionando documentos adecuados para el diseño y construcción de éste tipo de obras marítimas.

HISTORIA

Los orígenes de la náutica, como se conoce hoy en día, tiene una historia y experiencia internacional que remota siglos atrás. Según los antecedentes recopilados, que corresponden a parte de la historia de Holanda, la marina Holandesa utilizaba veleros de madera, debido a su ligereza y rapidez, para navegar tras piratas o cualquier trasgresor que amenazara sus aguas, es debido a esto que en un primer momento los llamaron “Yacht” (Yate), derivado del término Holandés “Jacht”, que significa “cazar”.

A principios de 1600, el rey Charles II de Inglaterra, exiliado en los Países Bajos se percató de este emocionante pasatiempo. Específicamente en 1660, después de la restauración de la corona, el rey volvió del exilio a Inglaterra, utilizando un velero o “Yacht”, que recibió en Holanda, llamado “Mary by the Dutch”, el cual embarcó con gran entusiasmo en su viaje de regreso por el Támesis; viaje privado que inspiró al rey a considerar la idea de realizar la navegación de recreo. Pronto varios de sus amigos más cercanos comenzaron a seguir su



ejemplo, uno de ellos, llamado Murrough O'Brien conde de Inchiquin, quien en su retorno al condado de Cork, Irlanda (luego de su exilio) comenzó a potenciar el uso este tipo de naves como pasatiempo, volviéndose una actividad privada cada vez más popular en el puerto de Cork.

En 1720, el bisnieto de O'Brien, William, y cinco de sus amigos decidieron formalizar sus actividades, y al hacerlo establecieron el "The Water Club of the Harbour of Cork", conocido hoy en día como "Royal Cork Yacht Club", el club de yates más antiguo de la historia (ver figura 2).



Figura 2: Vista satelital del Royal Cork Yacht Club - Irlanda.
Fuente: elaboración propia – Google Earth, abril 2013.

Fue así como se incorporaron a la historia mundial los conocidos clubes de yates, que posteriormente, con la creciente popularidad de estas actividades, dio pie a la expansión de estas instalaciones y sociedades, abriendo camino a los múltiples puertos deportivos presentes en la actualidad, como la Marina di Rodi Garganico, Italia, puerto deportivo que recibió el *Marina Excellence Design Jack Nichol Award 2013*, otorgado por la asociación mundial para la infraestructura del transporte acuático (PIANC).

Para fines de los años 70, se construyó la primer embarcación en ser considerada "grande" para su tipo, pero no fue hasta el siglo XXI que la categoría se posicionó con gran cantidad de embarcaciones de su tipo, en donde una nueva escala se hizo presente en el mundo de la náutica, especialmente en cuanto a los factores de diseño de futuras construcciones de puertos deportivos. La palabra "lujo" se utiliza cada vez más debido a la construcción de éstas embarcaciones de mayor tamaño, llamadas "Súper Yates" o "Mega Yates", existiendo, hasta el año 2012, un total aproximado de 5.750¹⁰ de éstas embarcaciones en todo el mundo, entre naves a vela y naves con motor, llegando algunas a medir algo más de 163 [m] de eslora total, las cuales requieren sitios de atraques superiores en tamaño, una mayor logística para su desplazamiento dentro de la dársena, entre otros.

¹⁰ Según Report N°134 -2013 Design and Operational Guidelines for Superyacht Facilities.



Para el año 2013 se lanzó el Mega Yate Azzam (Project Azzam), cuya eslora total exacta aun no es revelada por el fabricante, la empresa de construcción naval alemana Lürssen Yachts, pero se conoce que supera los 180 metros de eslora, tiene 20.8 metros de manga y un inusual bajo calado (dado las proporciones de la embarcación) de 4.3 metros, superando las dimensiones de la mayor nave registrada, Eclipse, de 163.5 metros de eslora total. En conjunto con el crecimiento del tamaño de las naves, el diseño de los puertos deportivos tiene un atractivo turístico importante para aquellos países que han potenciado cada vez más esta área, por lo que la apariencia y diseño arquitectónico de los entornos de la dársena también es un factor que ha ido incrementando su calidad y diseño.

Así como la mencionadas Islas Palmera, se observa en la figura 3, una imagen en planta de un puerto deportivo de gran envergadura en Dubái, en donde se creó un centro turístico que generó una zona abrigada para disponer de múltiples sitios de atraque.

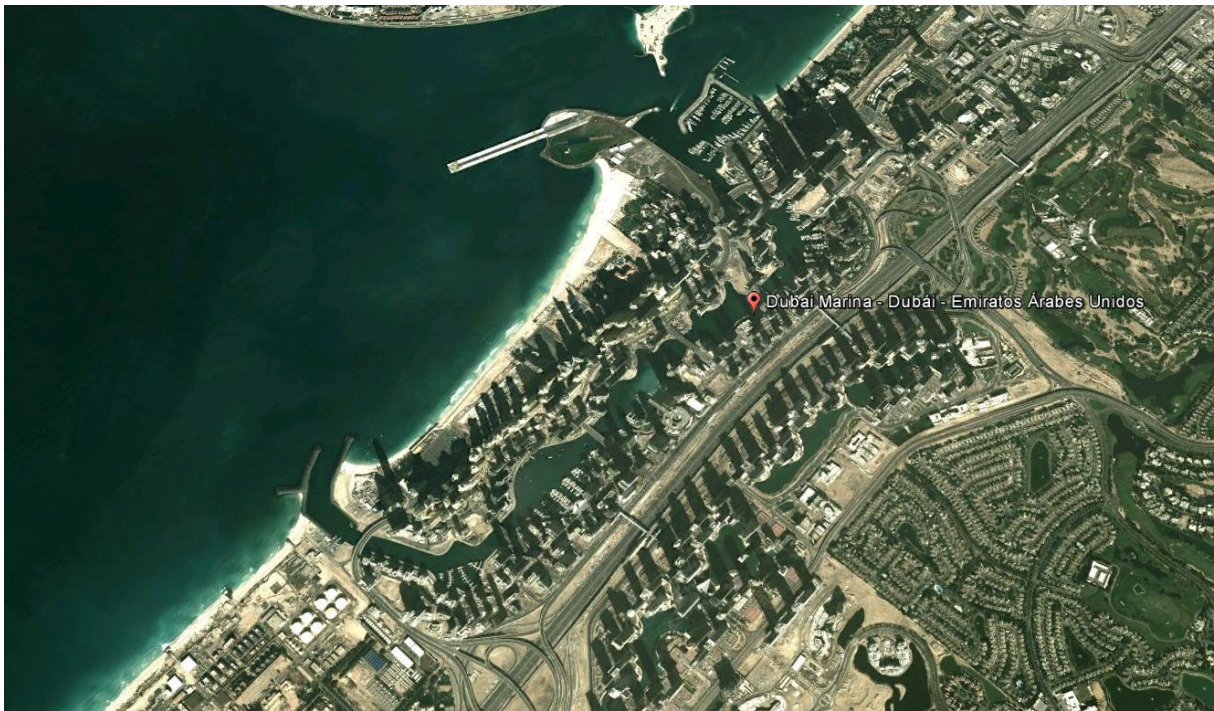


Figura 3: Vista satelital de la Marina y Yacht de Dubái – Emiratos Árabes Unidos.
Fuente: elaboración propia – Google Earth, abril 2013.

Algunos otros ejemplos de zonas populares en donde se practican estas actividades náuticas de forma masiva corresponde a Estados Unidos, en el sur de Florida, en donde se encuentra una alta concentración de puertos privados y públicos que potencian el turismo en sus costas, así como también en España, país que ha potenciado toda sus costas, adaptando sus obras al océano Atlántico al norte del país, como hacia mar mediterráneo, y un caso cercano geográficamente a Chile que también tiene potenciado los puertos deportivos es Argentina en ciudades como Tigre, con puertos deportivos como el Yacht Club Río De La Plata¹¹ cuyo crecimiento, operaciones y servicios tienen más de 128 años de

¹¹ Según Yacht Club Río de la Playa, www.yca.org.ar, 20 de enero de 2016.



actividad náutica en la región, y en Buenos Aires el Yacht Club Puerto Madero¹² que con sus 19 años de existencia cuenta con 250 amarras disponibles y una serie de servicios adicionales como salones y terraza para eventos y convenciones con capacidad de hasta 1.100 personas, servicio de catering, remo, kayak & SUP, escuela náutica, entre otros.

Una modalidad para la implementación de puertos deportivos, conocida en sectores como California, en Estados Unidos, es la existencia de puertos mixtos, en donde se acoplan de manera cooperativa muelles para grandes buques y sectores náuticos para la llegada de naves tipo deportivas o de recreación. La relevancia de los puertos deportivos en este y otros sectores se ve reflejada de manera tangible en herramientas técnicas, documentos de recomendación, papers, organizaciones y todo tipo de información respecto al diseño, construcción y funcionamiento de estas instalaciones.

De manera sencilla es posible apreciar la importante experiencia extranjera luego de siglos de progreso y perfeccionamiento de sus puertos deportivos, hoy en día sirve de guía e inspiración para potenciar la creación de nuevos proyectos y la participación en la náutica de Chile.

3.2.2. EXPERIENCIA NACIONAL EN PUERTOS DEPORTIVOS

Los puertos deportivos, como tales, existen desde hace varios años en Chile, pero de forma discreta y casi en su totalidad son instalaciones privadas, popularmente conocidos como “clubes de yates”, los cuales son generalmente asociados a estratos económicos acomodados debido a sus elevados costos asociados. En la actualidad, existe sólo un puerto deportivo que no corresponde a un club privado, llamado PDV, o Puerto Deportivo Valparaíso, descrito más adelante, el cual facilita sus instalaciones y arriendo de equipamiento y embarcaciones sin necesidad de membrecía.

Según los antecedentes recopilados, el primer club de yates se construyó en Chile hace un siglo. “Fundado el 13 de Julio de 1912, durante el fervor y desarrollo industrial de Valdivia, esta noble institución nació con férreas raíces, siendo el Club de Yates más antiguo de Chile y quizás el más antiguo de Sudamérica”.¹³

Otros lugares con historia corresponden al Club de Yates Algarrobo, fundado en 1939; el Club Naval de Yates Micalví de la Armada de Chile es muy particular ya que está ubicada en una desembocadura al mar en el Cabo de Hornos, Puerto Williams, la cual tiene grandes variaciones de marea, a tal punto de que el mínimo nivel de marea es casi nulo en los periodos de bajamar. Es considerada la más Austral de Chile y además se caracteriza ya que básicamente comenzó como una antigua embarcación varada en la que amarran los veleros; Finalmente Puerto Deportivo Valparaíso, fundado el 2004, tiene la particularidad de ser el primer puerto deportivo de carácter público en el país.

En cuanto a la información oficial de Chile, en el año 2010 se contabilizaron 60 clubes náuticos en los que se sumaban 2.730 embarcaciones inscritas. Para el último boletín estadístico de la DIRECTEMAR, que corresponde a los datos existentes hasta diciembre del 2011, se observó que hay un total de 64 clubes náuticos en el país, los cuales suman 3.099

¹² Según Yacht Club Puerto Madero, www.yachtcpm.com.ar, 20 de enero de 2016.

¹³ Según Club de Yates Valdivia, www.cyv.cl, 12 de mayo 2014.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

embarcaciones inscritas en dichas entidades. Este dato es de mucha relevancia, ya que demuestra el crecimiento que se ha generado estos últimos años, un aumento de 4 puertos nuevos y casi 400 naves a la fecha mencionada.

Es importante señalar que las estadísticas que se han generado en cuando al desarrollo del área en el país, a grandes rasgos, representan la necesidad de proyectarse a disponer de mayor cantidad de sitios de atraque y espacios generales en este tipo de puertos, no sólo por los mismos deportes, sino también como una forma de potenciar el turismo en las diferentes regiones de los más de 83.000 kilómetros de costa de Chile.

En la siguiente tabla se puede ver el listado oficial de establecimientos y el número de embarcaciones registradas en dichos clubes a lo largo de todo Chile.



Tabla 1: Listado de Clubes Náuticos en Chile al 31 diciembre del 2013

Capitania de Puerto	Nombre del Club Náutico	Número de Embarcaciones
Arica	Club de Deportes Náuticos de Arica	80
Iquique	Club Náutico Cavancha	48
	Club de Yates y Botes de Iquique	26
Antofagasta	Club de Yates Antofagasta	72
Taltal	Club Deportivo Náutico de Taltal	37
Caldera	Club de Yates Caldera	40
Coquimbo	Club de Yates La Herradura	30
	Club de Yates Marina Las Tacas	20
Tongoy	Marina Puerto Velero	35
Los Vilos	Club de Yates Pichidangui	44
Quintero	Club de Yates Quintero	50
	Club de Yates Papudo	58
	Cendyr Náutico	19
Valparaíso	Club de Yates Higuierillas	127
	Yacht Club Chile	147
	Club Naval de Deportes Náuticos	26
	Puerto Deportivo Barón	45
Algarrobo	Club de Yates Algarrobo	245
	Club de Yates de El Quisco	41
	Cofradía Náutica del Pacífico	207
Lago Rapel	Marina Hotel Militar Punta Verde	30
	Marina Terramar (Universidad Católica)	45
Lirquén	Club Deportivo Náutico Costa Pingueral	18
	Club Náutico Pingueral	4
	Club Náutico Ten Ten Vilu	18
	Escuela Infantil de Vela Menor Caliumbo	6
	Centro Náutico Tomé	26
Talcahuano	Cendyr Náutico Talcahuano	13
	Asociación de Vela Región Bio Bio	15
	Club de Regatas Miramar	15
	Club de Regatas San Pedro	13
	Club de Remo Llacolén	14
	Club Deportivo Aleman	19
	Club de Remo Canottieri Italiano	14
Carahue	Cendyr Náutico de Nueva Imperial	50
	Cendyr Náutico Municipal de Carahue	25

Fuente: Elaboración propia, datos de Boletín Estadístico Marítimo 2014 – DIRECTEMAR



Continuación Tabla 1:

Valdivia	Remeros Centenario	22
	Remeros Arturo Prat	26
	Deportivo Phoenix	33
	Regatas Valdivia	4
	Yates de Valdivia	77
	Yates Estancilla	14
Lago Villarrica	Náutico Puerto el Estero	115
	Náutico Puerto Pinar	115
	Deportivo Náuticos de Villarrica	30
	Náutico Puerto del Lago	100
	Náutico puerta del Sol	25
	Náutico Puntilla Villarrica	45
	Puerto Nativo	40
	Deportivo Náutico los Riscos	26
	Náutico Puerto Santo Domingo	220
Panguipulli	Escuela Deportes Náuticos Panguipulli	31
	Club Náutico de Remo Panguipulli	4
	Club Náutico Puelche	21
Puerto Montt	Club Deportivo Náutico Reloncaví	104
	Marina del Sur	71
	Marina Oxxean	26
Puerto Varas	Club de Yates Puerto Octay	10
	Club de Pesca y Caza Reloncaví	32
	Cofradía Náutica de Frutillar	26
	Marina Rupanco	30
	Marina Lago Todos los Santos	34
	Club de Pesca y Caza Osorno	45
	Club de Pesca y Caza Puyehue	13
	Club de Pesca y Caza Frutillar	30
	Marina de Puerto Varas	80
Castro	Centro Náutico Marina Quinched	22
Puerto Cisne	Marina Puyuhuapi	3
Punta Arenas	Tridente Spa.	1
Tierra del Fuego	Agrupacion de Kayakistsa Olas Fueguinas	12
Puerto Williams	Club Naval de Yates Micalvi	20
Total		3.229

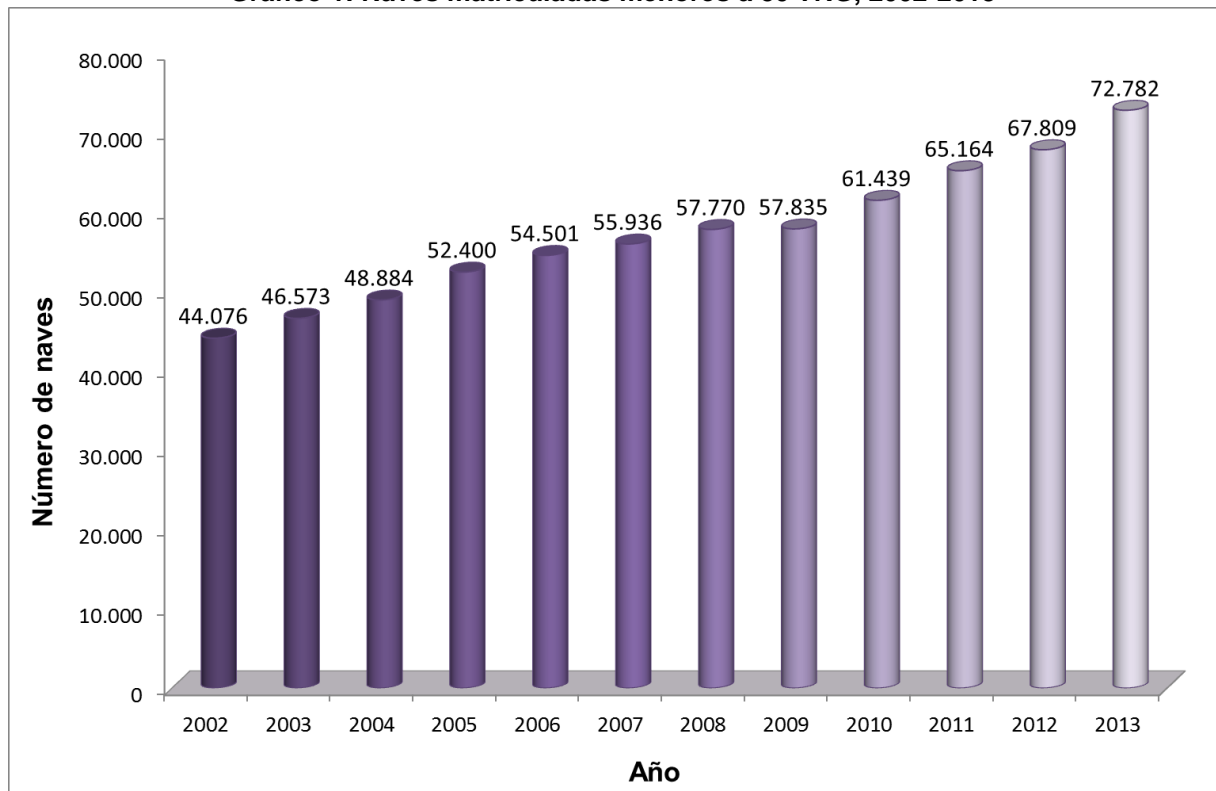
Fuente: Elaboración propia, datos de Boletín Estadístico Marítimo 2014 – DIRECTEMAR

Otras estadísticas interesantes muestran el crecimiento en la adquisición de naves deportivas y recreación, en un recuento desde el año 2002 al 2013, en éste se observa que año a año el interés de particulares e instituciones va cambiando positivamente y llegando a



puntos en donde los puertos deportivos ya no tienen capacidad para recibir a nuevas embarcaciones de paso (haciendo referencia a los viajeros) y a aquellos fijos (que desean mantener resguardada la embarcación en el lugar). Así se conoce el caso del Club de Yates de Higuierillas, el cual, pese a que es considerado uno de los sitios de atraque más grandes de Chile, hoy en día ya no tiene capacidad de recibir más veleros (ver gráfico 1).

Gráfico 1: Naves matriculadas menores a 50 TRG, 2002-2013



Fuente: Elaboración propia, datos de Boletín Estadístico Marítimo 2014 – DIRECTEMAR

En el gráfico 1, el número de naves matriculadas muestra año a año un constante aumento respecto a los valores del año anterior. Se observa una mayor diferencia en el año 2013, que corresponde a 4.973 naves más respecto de la cifra registrada el 2012, este último año de registro del boletín estadístico marítimo 2014, coincide con ser un año en que la economía de Chile registró una variación del crecimiento económico de 4,23%. Por otro lado, la menor diferencia se registra en el año 2009 con un aumento de sólo 65 naves matriculadas respecto a la cifra del año anterior, coincidentemente se observó ese mismo año, una caída del PIB en -1,04% (ver anexo 1). Estas cifras además de incluir embarcaciones deportivas y de recreación, agrupa aquellas de pesca y otras actividades con naves menores a 50 TRG, pero refleja en parte que en Chile, continúa el requerimiento de naves menores, pese a dificultades generadas por eventos naturales, como lo fue el tsunami generado por el terremoto del 27 de febrero del 2011 y da una pauta para considerar proyectos de envergaduras como lo son los puertos deportivos.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Con el fin de ejemplificar la realidad de Chile y sus puertos deportivos, a continuación se muestran algunas de los puertos deportivos del país:

3.2.2.1. Club de yates de Algarrobo (CYA – Algarrobo)

Construido en 1939, es un club de yates privado, que funciona exclusivamente para y con sus socios. Uno de los principales gestores de regatas, escuelas de aprendizaje y cuna de la mayor parte de los veleristas consagrados de nuestro país, registró 226 embarcaciones náuticas en sus instalaciones a diciembre del 2011.



Figura 4: Vista satelital Club de yates de Algarrobo – Algarrobo, Chile.

Fuente: Elaboración propia – obtenida el 18 de julio 2012 en Google Earth 2012.

En la figura 4 es posible observar la conformación que tiene este club de yates, la dársena está delimitada por un conjunto de rocas o islas bajas que actúan como un rompeolas natural, además cuenta con un muelle principal de hormigón, grúa y rampa fija para descender a la plataforma flotante en la que está unido el árbol flotante de la zona de amarre.



3.2.2.2. Club de yates de Recreo (YACHT Recreo – Viña del Mar)

Este lugar tiene una construcción que data desde 1941. Privada y de uso único para socios, esta institución es la primera de estas características en formarse en Chile, “su personalidad jurídica señala que es una corporación sin fines de lucro, abocada a la práctica, promoción y fomento de los deportes náuticos”. A diferencia de otros clubes, la corporación Yacht Club de Chile presta servicios a terceros mediante su club house para ceremonias, reuniones, etc. Por otra parte, son grandes impulsores de regatas y cuentan con un registro de 75 naves a diciembre del 2011.

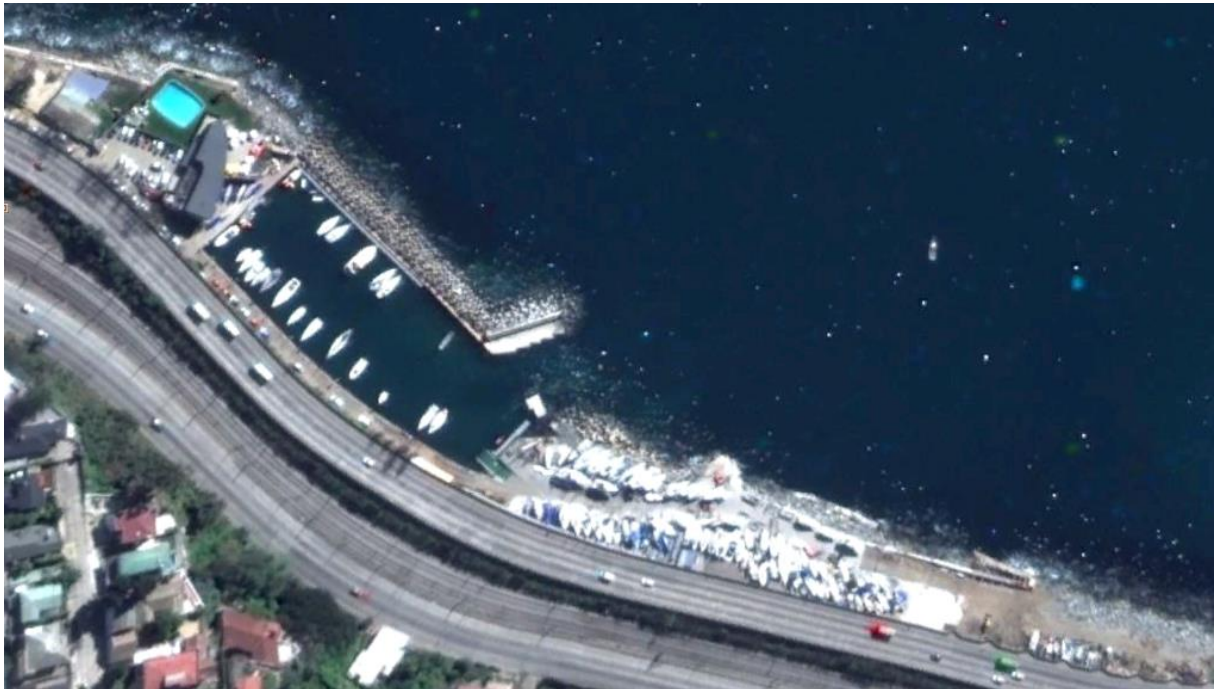


Figura 5: Vista satelital Club de yates Recreo (Yacht Recreo) – Viña del Mar, Chile.

Fuente: Elaboración propia – obtenida el 18 de julio 2012 en Google Earth 2012.

En la figura 5 se puede observar la disposición del rompeolas de tetrápodos construido para generar la dársena, la explanada y la zona recreativa que cuenta con un club house, piscina y otros espacios como estacionamiento. No cuenta con elementos flotantes y la zona de atraque es fija y con boyas de amarre para impedir el desplazamiento lateral de las naves. Este club de yates se encuentra en la bahía de Valparaíso y durante épocas de temporales es fuertemente azotada por el fuerte oleaje que se genera en la zona. Luego de que grandes marejadas (durante los inviernos del 2011 y 2012), generaron importantes sobrepasos en la zona de la explanada y guardería, con daños importantes no sólo a las embarcaciones ahí resguardadas, sino también a las instalaciones, se observaron, en terreno, mejoras estructurales con la incorporación de un muro verteolas, lo que significó una mayor protección con las nuevas marejadas de los meses de invierno del 2013.



3.2.2.3. Puerto Deportivo Valparaíso (PDV – Valparaíso)

En el año 2004 la empresa Puerto Olímpico Valparaíso Ltda. (Puerto Deportivo), se adjudicó la operación del varadero ubicado en el Muelle Barón en Valparaíso. Este centro náutico se ha especializado en ofrecer a público en general todos los servicios de recreación, de eventos, deporte, turismo e instrucción vinculados con el mundo de la náutica y el buceo. Sus fundadores expresaron la necesidad de proporcionar un acceso al mar libre, a cualquier persona, sin la necesidad de ser socios, potenciando la participación a este tipo de actividades a diferentes clases sociales, con un sentido social incluyente en trabajos conjuntos con escuelas de diferentes especialidades, como lo es “Náutica Barón” - una escuela de vela que además trabaja con alumnos de colegios rurales - logrando de esta forma dar el primer paso a una mayor inserción de este tipo de instituciones públicas a nivel nacional. Registró una cantidad de 18 embarcaciones inscritas a diciembre del 2011.

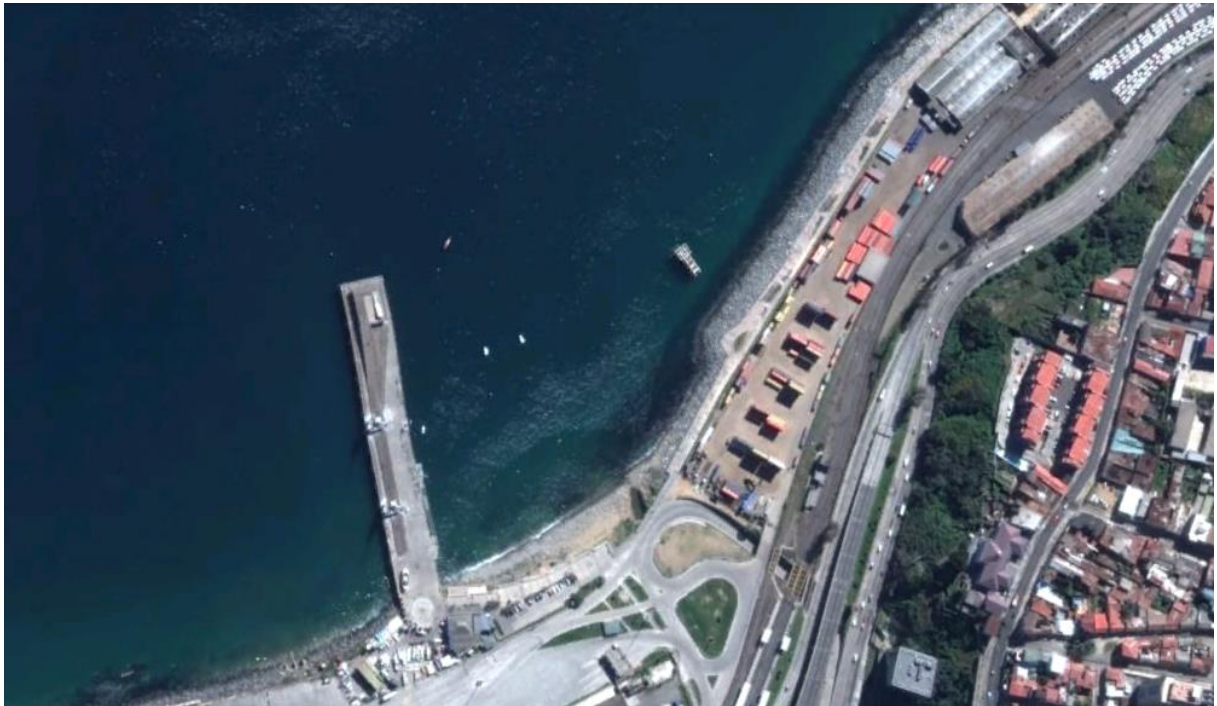


Figura 6: Vista satelital Puerto Deportivo Valparaíso – Valparaíso, Chile.

Fuente: Elaboración propia – obtenida el 18 de julio 2012 en Google Earth 2012.

En la figura 6 se observa el muelle Barón, Valparaíso. La zona que PDV se adjudicó en concesión corresponde al costado norte del muelle (el lado derecho del muelle en la imagen). Se construyó una rampa basculante anclada al costado norte del muelle, que facilita el acceso a naves pequeñas, kayaks y otros, además se instalaron grúas para aquellas embarcaciones que superan el tonelaje permitido en la rampa y boyas de amarre generando atracaderos en la zona. Además, cuentan con una explanada que incluye una guardería para aquellos clientes que no deseen trasladar su velero.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

3.2.2.4. Club de yates El Quisco (El Quisco)

Fundada en 1949, este club de yates privado es de uso exclusivo de sus socios. Sus principios al ser creada fueron “proporcionar al Estado las reservas necesarias de ciudadanos adiestrados en la navegación marítima, costera e interior, mediante el fomento de los deportes náuticos, en todas sus aplicaciones”. Cuenta con un registró un total de 33 embarcaciones a diciembre del 2011.

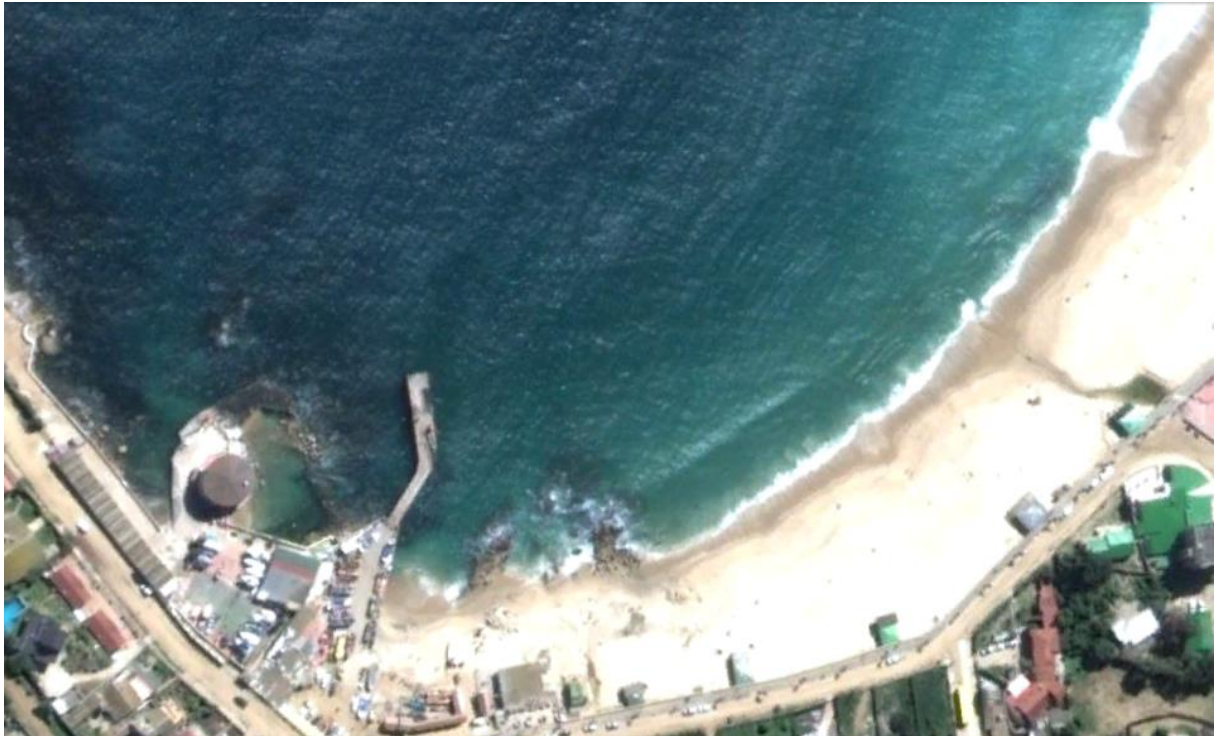


Figura 7: Vista satelital Club de yates El Quisco – El Quisco, Chile.

Fuente: Elaboración propia – obtenida el 18 de julio 2012 en Google Earth 2012.

En la figura 7 se observa la explanada y guardería (zona inferior izquierda de la imagen), en donde se guardan los veleros y naves de los socios de esta institución, cuentan con un casino náutico, un helipuerto, una grúa para mover las naves desde y hacia el mar, boyas de amarre en la bahía y protección, por medio de neumáticos, y escalera gato, por la zona por donde abordan las naves.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

3.2.2.5. Club de yates Higuierillas (Con-Con)

Este club de yates corresponde a uno de los más grandes existentes en Chile, capaz de recibir embarcaciones de hasta 60 pies. Fundado con fecha 11 de enero de 1955, actualmente y conforme a sus principios, “difunde y favorece la práctica de los deportes náuticos en las costas de la V región”. Se encarga del funcionamiento de la escuela de vela (impartiendo cursos para navegar veleros tipo Optimus), regatas y competencias que realiza cada año. Cuenta con un total de 122 embarcaciones registradas a diciembre del 2011.



Figura 8: Vista satelital Club de yates Higuierillas – Con Con, Chile.

Fuente: Elaboración propia – obtenida el 18 de julio 2012 en Google Earth 2012.

El la figura 8 se observan dos protecciones construidas con roca, además de muelles fijos y muelles flotantes que generan 2 dársenas y sus respectivos sitios de atraque, explanada para guardería, Club House, piscina, estacionamiento, entre otros.



3.2.2.6. Club naval de yates de Micalví (Puerto Williams)

Como tal, este lugar tiene sus orígenes el 21 de Noviembre de 1985, en donde se inauguró el Club de Yates Micalví de Puerto Williams, perteneciente a la Armada de Chile. En la actualidad tiene un total de 22 embarcaciones registradas a diciembre del 2011.



Figura 9: Vista satelital Club naval de yates de Micalví – Puerto Williams, Chile.

Fuente: Elaboración propia – obtenida el 18 de julio 2012 en Google Earth 2012.

La particularidad de este recinto está en su zona de atraque, la que consiste principalmente en una serie de boyas de amarre y un viejo buque varado. Esta antigua embarcación de origen alemán, prestó servicio a la Armada de Chile durante 35 años en la región de Magallanes, transformándose en uno de los símbolos de soberanía chilena en la Patagonia Austral, el cual fue declarado pontón y está hoy varado en el Seno Lautau. El 15 de Septiembre de 1967 es declarado Museo Naval Regional, y nueve años más tarde utilizado como club de yates.

Cabe señalar que el sistema de atraque permite que embarcaciones queden abarloadas, es decir, atracadas de costado a otra nave, diferencia importante con respecto a otros puertos deportivos como Club de yates Recreo o Higuerrillas, lugares que trabajan con amarre de punta o amarre al muelle (métodos que serán explicados más adelante).



Al analizar la historia y actualidad de los puertos deportivos de Chile es posible concluir que casi la totalidad de los puertos deportivos se construyeron por iniciativa de privados. El fomento, difusión y participación en actividades náuticas, ya sean deportivas o de recreación, corresponden al esfuerzo conjunto de particulares, CENDYR náuticos y escuelas de vela, entre otros, permitiendo así una mayor participación en éstas actividades no solo a través de cursos de navegación, regatas, campeonatos, membresías a clubes de yates, etc., sino también con la creación de diversos programas y actividades gratuitas en diferentes lugares a lo largo del país.

Un ejemplo de lo mencionado anteriormente es el esfuerzo conjunto de Puerto Deportivo Valparaíso, Náutica Barón Escuela de Vela y la empresa Correa Lorenz, quienes trabajaron con la Escuela Alegría Catán de San José De Piguchén, Putaendo, V Región, el año 2013, en donde alumnos de 7mo y 8vo básico de la escuela rural tuvieron la oportunidad de hacer actividades de kayak y vela en Barón, Valparaíso. Por otro lado, la Fundación Mar de Chile y el operador portuario TPS (Terminal Pacífico Sur), por segundo año consecutivo, en marzo del 2013, desarrollaron talleres náuticos (kayak y vela) para alumnos de enseñanza media de Viña del mar y Valparaíso.

Cuando se habla de puertos deportivos en Chile, se observan ciertos factores relevantes:

- Carencia de información: esto se refiere a la escasez de material técnico e informativo adecuado sobre puertos deportivos en el país. En este punto, instituciones navales como Directemar, cuentan con estadísticas en las que se señalan datos de puertos deportivos y embarcaciones deportivas y de recreación. Por otro lado, algunas empresas privadas, como MSB Consultores Marítimos (ver bibliografía), han generado material propio con ayuda de sus profesionales dedicados al área.
- Baja participación: La falta de accesos públicos al mar (rampas de acceso y/o grúas, estructuras básicas para operar una embarcación, entre otras) y los costos asociados a la tenencia y mantención de embarcaciones náuticas son las brechas más visibles de desmotivación entre la población con respecto a aquellos grupos sociales más acomodados que se han podido involucrar desde temprana edad en este tipo de actividades. Entre algunas creencias populares esta la idea de que sólo aquellos que pertenecen a un club de yates y son dueños de embarcaciones puede participar de los deportes náuticos y de recreación, así como también el desconocimiento de la existencia de lugares como PDV y de los costos actuales de cursos de vela y buceo, arriendo de naves y kayak, entre otros.
- Diferencias culturales: En contraste con otros deportes y actividades recreacionales, las actividades náuticas usualmente no son estudiadas ni aplicadas en colegios ni en ningún sistema de educación, por lo que, agregando los factores antes mencionados, es posible detectar que aquellos no relacionados a estas actividades, poseen un escaso conocimiento general de la náutica en Chile y usualmente sólo al escuchar el término “club de yates” se reconoce y asocia de forma inmediata a



veleros, yates, cruceros, clases altas de país, entre otros, no así por ejemplo con el término “puerto deportivo”.

Con respecto a los aspectos técnicos del diseño de puertos deportivos, la información existente proviene de documentación internacional, siendo un tema de dimensiones más fuertes en otros países, como ya fue mencionado anteriormente (ver punto 3.2.1).

Los primeros clubes de yates del país fueron construidos por ingenieros o arquitectos que conocían de obras civiles, muchas veces socios del mismo club de yates, pero no necesariamente expertos en la materia. Por otro lado, el apoyo profesional fue siempre entregado por la Armada de Chile, quienes cuentan con profesionales expertos en oceanografía y otros aspectos relacionados a las obras marítimas, pero sin experticia en la serie de factores que puede influenciar la durabilidad, funcionalidad y operatividad de un puerto deportivo, como lo fue el caso de las primeras obras de CYA, utilizando la topobatimetría y diques naturales del lugar, etc., los profesionales lograron finalmente generar diseños en base a lo conocido del extranjero, llevando a cabo las construcciones existentes.

Como resultado, estos puertos deportivos han debido ser sometidos a diferentes reparaciones y mejoras para mitigar los efectos de los climas dominantes para los que no habían sido correctamente construidos, pero cuyos errores han servido de experiencia para futuros proyectos a lo largo de Chile.

Un ejemplo práctico, del diseño de estas obras, se puede observar en el club de yates de Recreo, Viña del Mar, gracias a una comparación establecida en época de marejadas - mes de junio 2011 - y también con clima reinante - septiembre 2011 - a modo de establecer comparaciones y permitir distinguir fallas en las obras, de donde se pudo concluir serios problemas de sobrepeso que dejaron inoperante la dársena y sumamente inestable las estructuras, daños a embarcaciones, riesgo de la seguridad para las personas en la guardería y explanada. Problemas como éstos se pretenden solucionar encontrando recomendaciones que permitan salvaguardar la estructura del puerto, personas y naves (ver anexo 2).

3.2.3. PROYECTOS EN DESARROLLO EN CHILE

En la actualidad, los proyectos en desarrollo son muy pocos, debido a que su mayoría consisten en reparaciones post tsunami (terremoto del 27 de febrero 2011) y más recientes a los temporales asociados al fuerte clima de invierno.

A continuación se indican los más relevantes a la fecha:

- Proyecto “La Poza” de Talcahuano, lugar que fue arrasado por el tsunami del año 2011. Este proyecto contempla la construcción de un puerto deportivo en conjunto al puerto comercial y embarcaciones náuticas de la Armada de Chile, por lo que corresponde al primer proyecto en funcionamiento en conjunto con otros puertos en el país.



- Proyecto para Puerto Natales, desarrollado por la DOP, "Diseño Construcción Facilidades Portuarias Turísticas Menores en Puerto Natales", finalmente se considera construir las instalaciones marítimas con un muelle o pasarela flotante con capacidad para 20 embarcaciones con el equipamiento necesario. La inversión para la Ejecución es de MM\$2.850.020 y se pretende desarrollar entre el 2014 y 2017.

3.2.4. USUARIOS Y SERVICIOS DE UN PUERTO DEPORTIVO

A continuación, se presenta un detalle sobre los principales servicios y quiénes utilizan o potencialmente podrían utilizar las instalaciones de un puerto deportivo.

3.2.4.1. Usuarios de un puerto deportivo

Para el propósito de la presente memoria, se llamarán "usuarios de un puerto deportivo" a todas aquellas personas que deseen realizar una actividad náutica y requieran principalmente del acceso al mar que provee el puerto, incluyendo cualquier otro tipo de servicio que se disponga. Se considerará a personas sin conocimientos de navegación, personas con conocimiento y que poseen licencia y también deportistas náuticos, quienes participan en campeonatos y regatas nacionales e internacionales.

Bajo las normas chilenas, toda tripulación que desee navegar deberá contar con los requisitos de licencias y permisos. Además, deberá cumplir con los requisitos de tripulación mínima para salir, de lo contrario podría negársele el zarpe por medio de las autoridades competentes.

En caso de no contar con licencia, las personas que deseen navegar deberán realizarlo acompañadas por alguien que efectivamente cumpla con los requisitos para autorizar el zarpe, previamente mencionados.

Regulado por el Reglamento General de Deportes Náuticos D.S. (M) N°87 del 14/05/97, se señala que aquellas licencias cuyo proceso de obtención está a cargo de las Capitanías de Puerto, son las siguientes:

- Patrón Deportivo de Bahía
- Capitán Deportivo Costero
- Buceador Deportivo Autónomo

La licencia, cuyo proceso de obtención está a cargo de las Gobernaciones marítimas, es la siguiente:

- Capitán Deportivo de Alta Mar



3.2.4.2. Servicios:

Los servicios básicos adecuados para el funcionamiento y operatividad de un puerto deportivo, corresponde a:

- Rampa
- Pluma
- Fondeadero (boyas de amarre)
- Agua potable
- Electricidad
- Combustible
- Comunicación por radio
- Servicios Higiénicos
- Sistema de evacuación de “aguas negras”
- Extintores o sistemas contra incendios

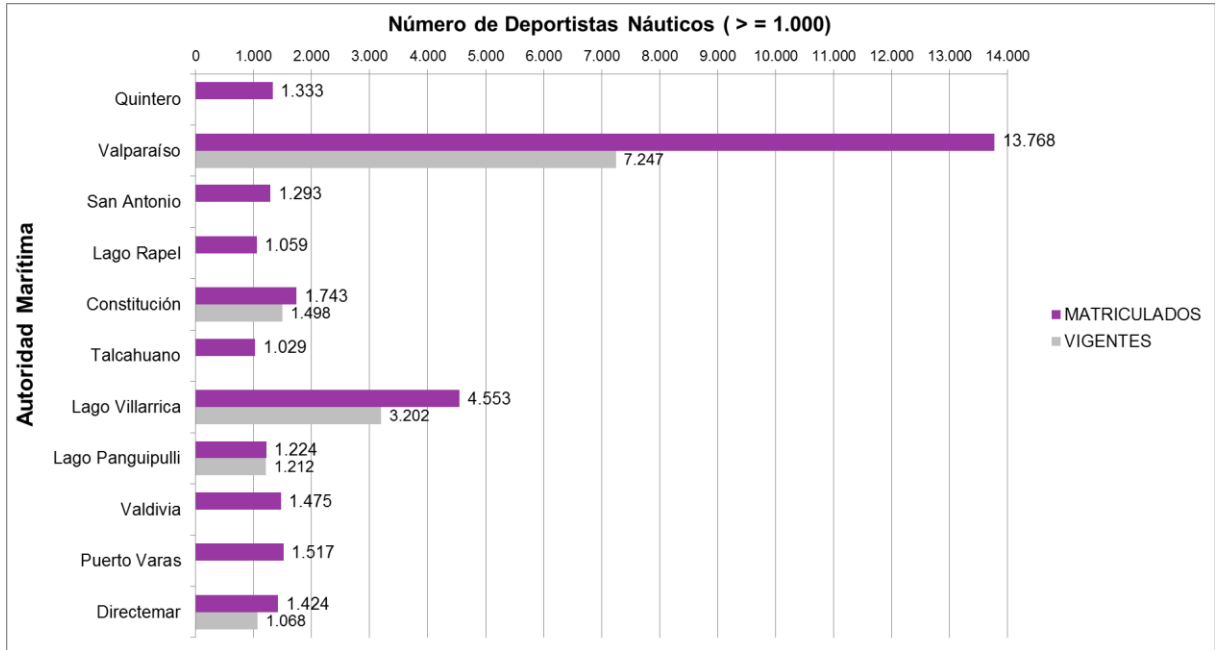
Los servicios adicionales en un puerto deportivo corresponden a:

- Guardería
- Astillero (especialistas en fibra)
- Velería
- Seguridad (en los casos de guardería o varaderos)
- Venta de artículos náuticos
- Capacitación e instrucción
- Hotelería
- Club House
- Piscinas
- Restaurante, entre otros.

Con respecto a la cantidad de usuarios registrados en las autoridades marítimas, es posible distinguir la cantidad oficial de Deportistas Náuticos Matriculados y Vigentes:

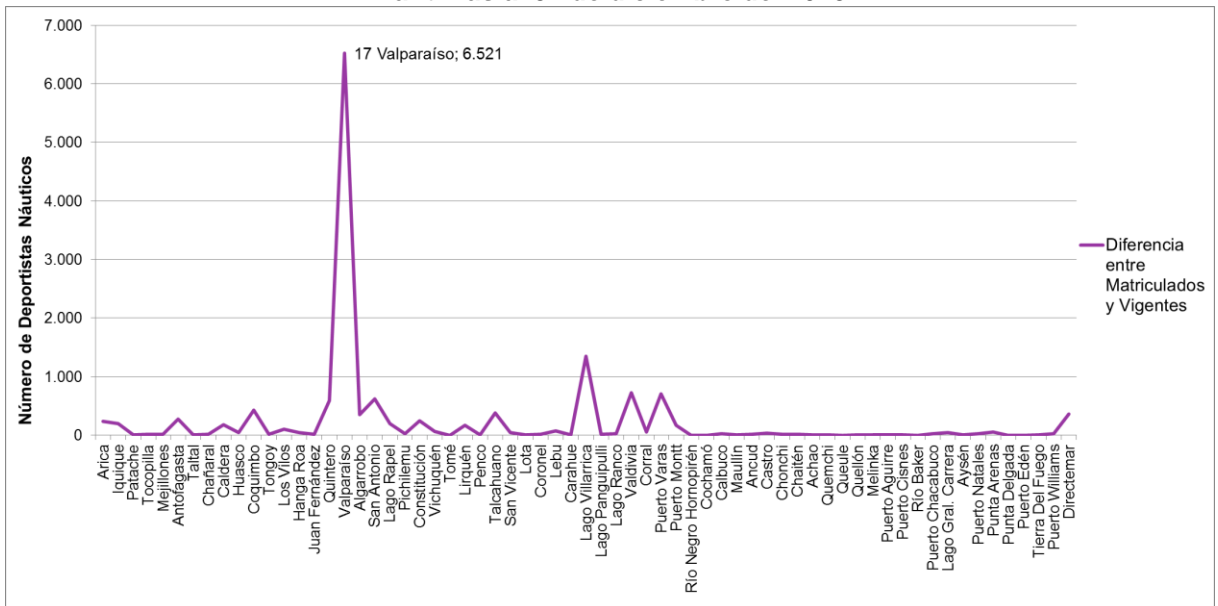


Gráfico 2: Deportistas Náuticos registrados en las Autoridades Marítimas al 31 de Diciembre del 2013.



Fuente: Elaboración propia, datos de Boletín Estadístico Marítimo 2014 – Directemar.

Gráfico 3: Diferencia entre los Deportistas Náuticos Matriculados y Vigentes en las Autoridades Marítimas al 31 de diciembre del 2013.



Fuente: Elaboración propia, datos de Boletín Estadístico Marítimo 2014 – Directemar.



En el gráfico 2 se puede observar la cantidad de deportistas náuticos inscritos a diciembre del 2011, siendo la segunda clasificación con más cantidad de participantes a lo largo de Chile después de los trabajadores portuarios, con un total de 30.898 personas, y cuya mayor concentración de inscritos, realizaron este trámite en las Autoridades Marítimas de Valparaíso.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE EMBARCACIONES DEPORTIVAS Y DE RECREACIÓN

Referido a las obras marítimas, uno de los primeros aspectos que se debe considerar cuando se piensa en diseñar una obra marítima como puertos deportivos, consiste en definir el propósito o finalidad para el cual estará construido éste y para ello se debe precisar las llamadas “naves de diseño”, las cuales permiten establecer parámetros indispensables para la operatividad de una estructura de este estilo, parámetros como el calado de los canales y sitios, ancho de los sitios de atraque, entre otros.

Las características de una nave de diseño que serán esenciales corresponden a:

- Eslora en metros [m]
Emáx: Eslora máxima
Epp: Eslora entre perpendiculares
- Manga en metros [m]
- Calado en metros [m]
- Desplazamiento en toneladas [Ton]

3.3.1. DIMENSIONES

Las embarcaciones deportivas y de recreo, como su nombre lo indica, son todos los tipos de embarcaciones destinadas a fines deportivos o de ocio. En Chile las más utilizadas tienen comúnmente un casco de una eslora que va entre los 2,5 y 24 [m].

Considerando la totalidad de los puertos deportivos construidos en Chile, los sitios más grandes están diseñados para naves de hasta 80 pies de eslora (equivalente a 24.3 metros), como lo es en el caso del Club de Yates de Puerto Montt.

Pese a todo esto, Chile no cuenta con sitios preparados para Superyates y Megayates, embarcaciones cada vez más populares por estar adecuadas para viajes más largos y de lujo, que tienen una eslora superior a 30 metros.

A continuación se describen las naves más recurrentes en puertos deportivos del país:

- La eslora de las más comunes a motor, varían según su tamaño entre los 4 [m] a los 10 [m] las más comúnmente utilizadas.



- Las motos de agua, son un una embarcación pequeña a motor. Su eslora varía entre los 2,1 [m] y los 3,2 [m]. Dentro de sus características de diseño, se consideran el ancho o manga, tipo de motor, capacidad y potencia.
- Los veleros, embarcaciones a vela, tienen una eslora entre los 2,3 [m] y los 8,5 [m]. Dentro de sus características de diseño, se consideran el velamen, quillote, estabilidad, velocidad, facilidad de manejo, capacidad.

La tabla 2 detalla los nombres y clasificación con la que se conocen algunos de los veleros en el país y en el mundo, utilizando estas mismas clasificaciones para separar categorías en las competencias a vela (regatas).

Tabla 2: Clasificación de veleros de la Federación Chilena de Navegación a Vela

Embarcaciones	Optimist	420	Laser	J/24
N° de Navegantes	1	2	1	3/5
Eslora (metros)	2,3	4,2	4,23	7,32
Manga (metros)	1,3	1,63	1,42	2,71
Peso (Kg)	35	80	59	1.406
Superficie Velica (m ²)	3,5	10,25 (Mayor)	7,06 (Laser Standard)	-
Superficie Velica (m ²)	-	2,8 (Foque)	5,76 (Laser Radial)	-
Superficie Velica (m ²)	-	9 (Spinnaker)	4,7 (Laser 4.7)	-

Fuente: Elaboración propia, datos de FEDEVELA.

Pese a existir cierta categorización a nivel competitivo, las clasificaciones legales para la navegación de embarcaciones de éste tipo, se hacen según normativa correspondiente a Chile, que serán descritas en el punto 3.3.2.

3.3.2. CLASIFICACIONES

La clasificación de las embarcaciones deportivas para su inscripción en el registro de matrículas, según la normativa establecida por la DIRECTEMAR, es la siguiente:



3.3.2.1. Embarcación Deportiva de Bahía

Aquella cuyo diseño y equipamiento la hace apta para navegar exclusivamente en aguas protegidas, tales como puertos, bahías, ríos y lagos. Incluye los yates y lanchas deportivas de bahía, motos de agua y similares.

3.3.2.2. Embarcación Deportiva Costera y Alta Mar

Aquella cuyo diseño, características técnicas y equipamiento la hace apta para navegación costera y de alta mar y además posee acomodaciones interiores apropiadas y suficientes para todos los tripulantes, en viajes costeros y oceánicos de larga duración. Incluyendo los yates y lanchas deportivas costeras y de alta mar.

Las capitanías de puerto están a cargo del registro de matrícula de naves, y cabe mencionar en este punto que, algunos tipos de embarcaciones deportivas quedarán exentos de la inscripción (atendiendo la actividad que realizan, su porte y diseño).

Finalmente, y luego de conocer qué es un puerto deportivo, el origen de éstos, el desarrollo extranjero, el significado de terminología relevante, clasificaciones varias, normas, leyes, la realidad nacional respecto a estas obras, etc., es posible continuar con el aprendizaje, recopilando, estudiando y analizando los principales factores que conforman el diseño de un proyecto de puerto deportivo. En el capítulo IV se plantearán los diferentes puntos que permitirán, posteriormente, concluir en una serie de criterios y recomendaciones específicas para Chile.



4. ANÁLISIS DE VARIABLES DE DISEÑO Y PROPUESTA DE RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA PUERTOS DEPORTIVOS

En este capítulo se realizará un análisis de variables de diseño basado en la recopilación de antecedentes nacionales y extranjeros, junto con recomendaciones técnicas y medio ambientales referentes a la ingeniería involucrada en la realización del diseño de un puerto deportivo, además de una serie de definiciones específicas que contextualizarán la terminología utilizada.

Al analizar diferentes documentos nacionales y estudios desarrollados en el extranjero en zonas de California (EE.UU.), Australia, Inglaterra y otros (ver bibliografía) y los puertos deportivos existentes en Chile (clubes de yates), se observa que, a pesar de que el detalle del análisis depende en gran parte de la zona en la que se considere un proyecto (costa, áreas lacustres, fiordos o ríos, etc.), hay un mínimo común en la serie de factores considerados para desarrollar el diseño de puertos deportivos, por lo que es posible determinar aquellos elementos constantemente estudiados, distinguir la relevancia según las necesidades del país y posteriormente generan *inputs* (ver “definiciones”) para los cálculo necesarios.

Dentro de la planificación, específicamente en el diseño de un puerto deportivo en las costas de Chile, es fundamental tener las siguientes consideraciones:

- Área de emplazamiento y Condiciones Naturales
- Condiciones de operatividad
- Volumen de flota (capacidad máxima) y Nave de Diseño
- Estructuras principales de un puerto deportivo
- Estructuras secundarias de un puerto deportivo y,
- Servicios para puertos deportivos.

A continuación, se proponen las etapas esenciales para comenzar el diseño de puertos deportivos. Posteriormente se analizarán las diferentes consideraciones recién mencionadas, junto con recomendaciones para el desarrollo de cada una.

4.1. ETAPAS GENERALES PARA COMENZAR EL DISEÑO DE PUERTOS DEPORTIVOS

A continuación se presenta una guía general de *inputs* necesarios, previos al diseño de un puerto deportivo. Cada factor/estudio será analizado con posterioridad en el presente capítulo (ver puntos 4.2. y 4.3.).



Tabla 3: Resumen general de parámetros iniciales para el diseño de puertos deportivos

Factor/Estudio	Tarea a realizar	Input
Nave de Diseño y volumen de la flota.	Establecer número y dimensiones de naves.	Eslora, Manga y Calado para definir las condiciones de operación.
Geomorfología de la zona de estudio y/o proyecto.	Realización de Topobatimetría.	Reconocimiento de las características terrestres y marítimas del lugar de proyecto.
Oleaje (1)	Estudios de oleaje in situ y/o offshore.	Altura, periodo y dirección del oleaje.
Marea (1)	Mediciones de marea in situ.	Determinación de rangos de marea y planos mareales.
Viento(1)	Mediciones de viento in situ.	Determinación de velocidades de viento, direcciones
Corrientes	Mediciones de corrientes in situ.	Velocidades de corrientes en la columna de agua y superficiales, en el área marítima de proyecto.
Estudios de calidad de fondo	Tomas de muestras in situ	Distribuciones granulométricas y valores D _{n50} para eventuales análisis de sedimentos.

Fuente: Elaboración propia.

(1): algunos de los parámetros de diseño necesarios pueden ser obtenidos de fuentes de mediciones cercanas al lugar de estudios, siempre y cuando sea correlacionados (y consistentes) con mediciones de menor data en el lugar de estudios.

4.1.1. LUGAR O ZONA EN QUE SE DESEA EMPLAZAR EL PUERTO DEPORTIVO

Al analizar esta variable es posible abordar las restricciones de diseño desde la perspectiva terrestre y la perspectiva marítima.

Desde la dimensión terrestre del proyecto, se requiere conocer el espacio disponible para desarrollar las tareas propias de puerto, considerando los flujos de circulación de personas, vehículos, carros de arrastre, maquinaria (especialmente en la fase constructiva) y equipos necesarios para las operaciones del puerto deportivo.



En base a la recopilación bibliográfica, las referencias internacionales para el diseño de los espacios de circulación para “las personas” indican las limitaciones físicas propias del lugar, como por ejemplo, porcentajes de la pendiente de los pavimentos de circulación, anchos de circulación, anchos y texturas de pavimentos, barandas, etc. Estos criterios se aplican directamente a los puertos deportivos debido a que estos lugares se presentan hoy como espacios con un criterio “inclusivo” para todas las personas que puedan disfrutar de la náutica. La circulación sin obstáculos y de una manera funcional del área terrestre de un puerto deportivo requiere de un análisis especial de parte del diseñador en función del espacio terrestre disponible y usualmente este aspecto es cubierto por un arquitecto con experiencia en obras marítimas.

Además, un puerto deportivo requiere de espacio suficiente para circulación y operación de maquinarias y/o instalación de equipos fijos y móviles, como por ejemplo los “Travel Lift¹⁴”, los cuales algunos son ofrecidos en el mercado internacional como sistemas móviles que pueden acercarse a: las zonas de atraque, canales para carga y descarga de botes, zonas de carena de naves, etc. (ver figura 10).



**Figura 10: Maquinaria “Travel Lift” utilizada para embarcaciones náuticas.
Fuente: Nautixespo – Salón Online Náutico y del Sector Marítimo¹⁵.**

Las restricciones para estos equipos y/o maquinarias estarán dadas por los espacios requeridos para sus radios de giro y en función de la definición de las operaciones del espacio terrestre, dado que un mismo espacio puede “funcionar” de diferentes maneras dependiendo de la disposición de los otros elementos del proyecto. De esta manera, la

¹⁴ No visto de manera masiva en los clubes de yates visitados en Chile en el marco de esta memoria.

¹⁵ Según <http://www.nauticexpo.es/prod/ascom/product-25292-402983.html>, 31 de Agosto 2015.



planificación en layout del puerto deportivo permitirá definir los espacios destinados a las maquinarias necesarias para la operación del sitio.

En la figura 11 se muestra un ejemplo de radio de giro de un “Travel Lift” de 9,3 metros de ancho por 8,5 metros de largo, cuyo radio de giro equivale a 12,9 metros de diámetro en el caso de la dirección en dos ruedas, y 12,1 con la dirección en cuatro ruedas. Espacio que se debe considerar libre para la maniobra en la explanada del puerto deportivo.

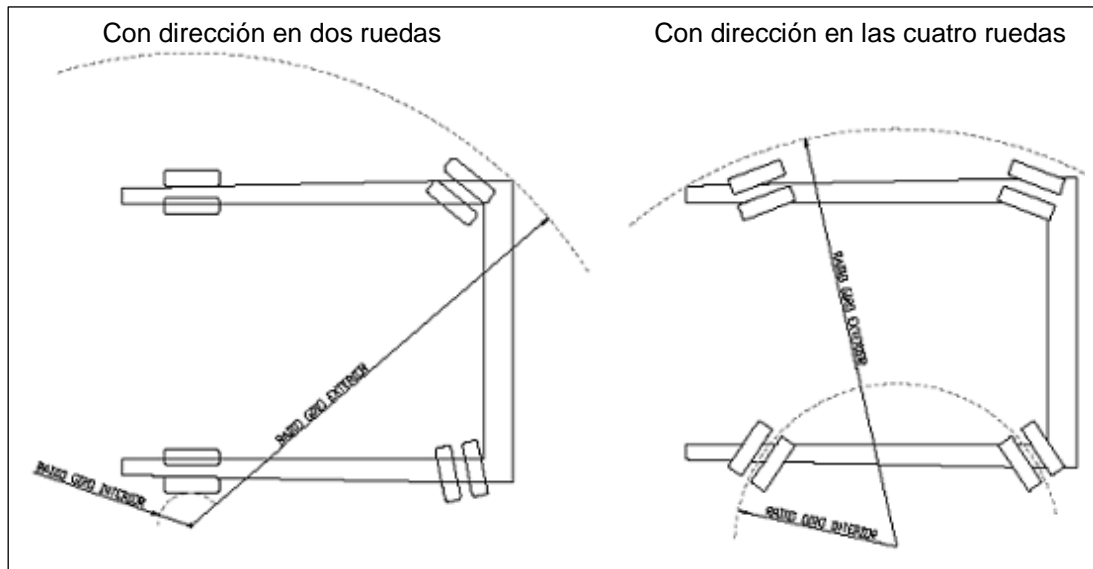


Figura 11: Ejemplo de radio de giro de un “Travel Lift”.
Fuente: Ingenierías Técnicas Portuarias¹⁶.

Si consideramos que sólo se opera con un vehículo y un carro de arrastre como el empleado en el Puerto Deportivo Valparaíso, Club de Yates de Algarrobo y otros centros náuticos de la Región de Valparaíso, las restricciones estarán dadas por el ancho necesario para conducir y los radios de giros que se generen productos de la maniobra con el carro de arrastre. Usualmente las zonas de circulación de los vehículos dentro de las zonas terrestres están delimitadas por pinturas viales, sin embargo conviven paralelamente con las vías de circulación peatonales.

Aunque lo ideal es contar con el área para todas las maniobras consideradas, no siempre se dispone de esos espacios. Es así como el Club de Yates de Algarrobo funciona con los vehículos y carros trabajando en reversa para ingresar a la zona de la grúa que realiza el trabajo de bajar e izar las embarcaciones al agua.

Un aspecto relevante en el uso de vehículos con carros de arrastre indica que en el caso de que el puerto deportivo considere rampas para ingresar el carro y tomar el bote en el agua para luego extraerlo, es que los espacios definidos para la circulación de vehículos están condicionados por el diseño de la infraestructura que a la vez está condicionado por los

¹⁶ Según http://itpsl.es/en/travel_lifts.htm, 31 de Agosto 2015.



estudios previos de batimetría y calidad de fondo marino. El empleo de estas rampas de acceso y salida del mar es usual en lugares donde las embarcaciones superan las capacidades de las grúas marinas o “pescantes” que se emplean, por ejemplo, en caleta de pescadores, donde la embarcación de diseño es notoriamente inferior en peso y características (especialmente quilla, orza o quillote) a las que podría encontrarse dentro de un puerto deportivo o recreacional náutico.

Por último, en la tierra se deberán considerar aquellos equipamientos y servicios que puede ser posible utilizar en puertos deportivos. Estos serán descritos más adelante en el presente capítulo.

Por otro lado, considerando la perspectiva marítima, para decidir el punto de emplazamiento de un puerto deportivo es importante preguntarse lo siguiente:

Del tramo de borde costero considerado, ¿Cuán protegida naturalmente esta la zona de las inclemencias del clima?

- ¿Existe alguna desembocadura cerca, alguna zona protegida?
- ¿Existen otras obras que podrían verse perjudicadas o perturbadas con el puerto deportivo? y de ser así, ¿existe alguna forma de que coexistan con el nuevo proyecto?
- ¿Existe alguna playa importante que en época estival atraiga a mucha cantidad de personas/vehículos?
- ¿Qué estudios básicos debería realizar (siempre que de base cumpla con todas las normativas Chilenas)?, entre otros.

En el área marítima se debe contemplar un espejo de agua suficiente para la dársena y para la navegación dentro y fuera de esta, de embarcaciones náuticas.

Además, si la zona no está protegida naturalmente por la geografía del lugar, se deben considerar obras de abrigo (diques rompeolas).

4.1.2. FLOTA NÁUTICA QUE SE ESPERA EN EL PUERTO DEPORTIVO

Complementario a la etapa anterior, es fundamental considerar la flota náutica que se esperará en el puerto deportivo que se desea diseñar. Cuando el foco de las consideraciones de diseño es la embarcación, se debe realizar un análisis multi-variable tanto en el área terrestre como en el área acuática.

La determinación de la nave de diseño condicionará las obras marítimas iniciando por la zona de operaciones náuticas en aguas abrigadas.

En ese sentido la profundidad de la “poza” o zona de aguas abrigadas, considerando canales de acceso, áreas de maniobras y zonas de atraque estarán restringidas tanto en las dimensiones horizontales como en las verticales relativas a la profundidad.



El layout del número de sitios de atraque estará condicionado por el número estimado de embarcaciones que albergará el espacio, considerando eslora máxima y manga de cada una. Sin embargo desde la perspectiva de la profundidad, es necesario destacar que hay embarcaciones de recreo y deportivas que poseen una quilla, orza y/o quillote que puede llegar a grandes dimensiones (del orden de 1 a 3 metros o incluso más dependiendo de la embarcación), sin contar que veleros de alta velocidad pueden también tener un timón de gran dimensión comparado con alguna otra embarcación tradicional tipo bote pesquero artesanal en donde el calado máximo lo da la profundidad de la hélice que no sobrepasa 1 a 1,5 metros de profundidad.

La consideración anterior debe además estar acompañada de los resguardos del espacio de seguridad bajo la quilla, o también llamado UKC y el cual tiene referencias para su determinación numérica para otros tipos de embarcaciones pero no encontradas para embarcaciones deportivas o de recreo. El diseñador debe tener en cuenta éste margen de seguridad para las operaciones en la porción de agua considerando además las amplitudes de marea que se generen en el lugar específico, para lo cual se deberá tener un estudio de acuerdo a lo ya indicado en esta memoria.

En la figura 12 es posible observar dos tipos de quillotes de embarcaciones deportivas, estructuras recién mencionadas, que se deben tener en cuenta en el calado de diseño en toda la zona de navegación del puerto deportivo.



**Figura 12: Ejemplos de “Quillotes” de embarcaciones deportivas.
Fuente: Empresa Fondear¹⁷.**

4.1.3. CONCRETIZACIÓN DEL DISEÑO

Una vez que se establecen los dos racionamientos anteriores (puntos 4.1.1. y 4.1.2.) sobre aquellas expectativas y requerimientos iniciales de espacio a utilizar y a embarcaciones que

¹⁷Según

http://www.fondear.org/infonautic/barco/Diseno_Construccion/Quilla_PlomoUranio/Quilla_PlomoUranio.htm, 22 de Septiembre 2015.



se considerarían para el diseño, es posible comenzar con los estudios básicos, la obtención de inputs (ver tabla N°3) y los posteriores cálculos de ancho y profundidad de canales, área de dársena, cantidad de sitios, entre otros.

Todo lo relevante al diseño mencionado en éstas 3 etapas, se describirá en los siguientes puntos del presente capítulo.

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS “CONDICIONES NATURALES” DEL BORDE COSTERO Y OTROS

En primer lugar, se explicarán brevemente cuatro conceptos especiales que se utilizan en ingeniería para el diseño de obras marítimas y que serán utilizados más adelante.

4.2.1. CONCEPTOS ESPECIALES

4.2.1.1. Condiciones naturales

Corresponderán a todos aquellos parámetros particulares del clima natural que predomine o defina un determinado lugar. Estos parámetros se definirán de acuerdo a las magnitudes que se obtengan de los estudios de: oleaje, mareas, corrientes, viento, transporte de sedimento, fondo marino y borde costero. Cabe señalar que en cuanto a los aspectos normativos y marco legal nacional, no hay obligación de efectuar el total de éstos estudios. Los resultados que se obtengan de los estudios, caracterizarán la zona de emplazamiento, condicionando las dimensiones y disposiciones a diseñar en el proyecto en cuestión.

Se deben considerar aspectos hidrodinámicos, viento y morfología costera del sector, y una vez realizados los estudios que correspondan, se puede analizar y categorizar esta información en los llamados “clima reinante” y “clima dominante”, y posterior a esto, determinar diferencias entre las condiciones naturales existentes y las condiciones de operación.

4.2.1.2. Clima reinante

El clima reinante corresponde a aquellas condiciones naturales que predominan mayormente en el tiempo (considerando escala temporal en años) y cuyo rango de magnitudes concentra la mayor cantidad de eventos. Se utilizan estas condiciones para establecer el estado natural de una zona del proyecto y determinar posibles modificaciones del borde costero de modo de generar condiciones de operación de embarcaciones.

4.2.1.3. Clima dominante

El clima dominante equivale a aquellas condiciones naturales que describen los eventos de mayor intensidad e independiente de la técnica de selección, representan el menor



porcentaje de datos (escala temporal en años) y describe los peores escenarios climáticos en los que una determinada zona se ve expuesta (tormentas).

Usualmente se utilizan estas características para determinar cuando el puerto deportivo no estará operativo y además se considera para el diseño de, por ejemplo, protecciones costeras.

4.2.1.4. Clima operacional

Corresponde a aquella magnitud que se impone en el diseño para que las maniobras y operaciones, en y para las embarcaciones que se encuentren en el puerto deportivo, se realicen de forma estable y segura para las personas y estructuras.

Desde el punto de vista de la ingeniería de diseño, al realizar una simple comparación entre aquellos puertos deportivos costeros versus aquellos en zonas abrigadas como fiordos, espacios lacustres o ríos, se advierten algunas diferencias no sólo en lo que conforma la dársena, sino también en materiales, dimensión de las obras que los componen, etc. Estas diferencias se deben en gran parte a los factores medio ambientales o naturales que definen el borde costero en la zona de proyecto, debido principalmente a la influencia que estos factores pueden tener sobre las embarcaciones, la navegación, estructuras y personas involucradas.

Es imprescindible que se realicen estudios de detalle que permitan identificar y caracterizar los factores naturales que interactúan en la zona de proyecto, con el fin de analizar y evaluar la influencia sobre el borde costero de cada uno de los factores naturales, por separado y entre sí.

Estos factores naturales tendrán mayor o menor influencia de acuerdo a las características que posea la zona de proyecto. En el caso de los puertos deportivos costeros, debido a las particulares dinámicas que se generan en estas áreas (a diferencia de zonas lacustres y ríos), se genera una necesidad importante de contar con los estudios de detalle y así diseñar espacios adecuados, que faciliten las tareas, apropiados para las maniobras y que proporcionen no sólo seguridad para las embarcaciones, sino también la seguridad de quienes participan directa o indirectamente en las actividades náuticas.

La figura N°13 muestra en la esquina superior izquierda el puerto deportivo de Higuierillas, Concón, Región de Valparaíso. En la esquina inferior derecha se observa uno de los puertos deportivos de Punta Verde, Lago Rapel, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

De forma general, es posible apreciar la influencia que los factores medio ambientales tienen sobre el diseño de puertos deportivos (excluyendo de esta comparación otras variables de diseño, como la capacidad del proyecto, etc.). En este caso, la exposición directa al océano pacífico genera importantes cambios en el proyecto, debiendo considerar protección artificial para generar una dársena apta para el uso de las embarcaciones, observándose estructuras robustas. En cambio en Rapel se ven solamente sitios de atraque, sacando provecho de la forma geográfica abrigada de la zona lacustre.



**Figura 13: Comparación Puerto Deportivo Costero y Puerto Deportivo Lacustre.
Fuente: Elaboración propia – Google Earth agosto de 2015.**

Por lo tanto, las primeras variables relevantes del diseño de puertos deportivos, hacen referencia a las “condiciones naturales” existentes en la zona que se desee emplazar un proyecto de esta envergadura.

RESPECTO DE LAS OBLIGACIONES Y ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA EL DISEÑO DE UN PUERTO DEPORTIVO:

Se hace distinción entre un proyecto privado y uno público. Si bien los puertos deportivos requieren de concesiones marítimas para poder hacer uso del borde costero en Chile (ya sea de forma privada y/o pública), en un proyecto privado, los estudios de detalle se pueden realizar de forma independiente y de acuerdo a lo que se estime necesario al caso, siempre que cumpla con todas las normativas legales, pero cuando se trata de un proyecto público que involucra procesos de licitaciones, desde la ingeniería de detalle hasta la administración de éstas, existen estándares y TdR (Términos de Referencia) que someten a quien realice los procesos, a una serie de requisitos y estudios mínimos para desarrollar el diseño de una obra marítima, todo según normativas y leyes propias de Chile.



Es importante señalar que bajo las condiciones legales actuales del país, se presenta un inconveniente en aquellos puertos deportivos que se encuentren diseñados exclusivamente para naves menores (menores a 50 TRG), ya que estos no estarán legalmente obligados a realizar los estudios solicitados oficialmente por las entidades de gobierno (en este caso por autoridades del Ministerio de Obras Públicas), por lo que aquellos que clasifiquen en esta categoría de naves menores, realizarán a criterio propio los estudios pertinentes para caracterizar las condiciones naturales.

Por otra parte, el reglamento del SEIA considera en sus requisitos a “puertos y vías de navegación”, pero condiciona los estudios para proyectos diseñados para naves mayores, por lo que nuevamente, aquellos puertos deportivos diseñados exclusivamente para naves menores no estarán obligados legalmente, pero tendrán la opción de pasar o no, de forma voluntaria, por el SEIA.

Así mismo sucede con las condiciones solicitadas por las especificaciones técnicas del SHOA (3201 “Instrucciones Oceanográficas N°1 - Especificaciones técnicas para mediciones y análisis oceanográficos”), por ende, si el diseño de un puerto deportivo es nuevamente exclusivo para naves menores, los estudios solicitados por el SHOA serán voluntarios y será la empresa a cargo la encargada de determinar los estudios necesarios para realizar el diseño de obras.

A continuación se presentan los estudios básicos recomendados que permiten conocer las condiciones naturales del borde costero, propuestos para el diseño de un puerto deportivo, así como también por el documento SHOA 3201 “Instrucciones Oceanográficas N°1 - Especificaciones técnicas para mediciones y análisis oceanográficos¹⁸” (en adelante “Instrucciones SHOA 3201”).

4.2.2. OLEAJE

El estudio de oleaje es indispensable para el diseño de puertos deportivos costeros. Principalmente se busca conocer el comportamiento de las condiciones hidrodinámicas en el área en donde se desee emplazar el proyecto, sobre todo cuando se trabaja en costas abiertas, expuestas directamente al oleaje oceánico.

Debido a que la dársena corresponde a una zona abrigada, se deberá determinar si el área reúne las condiciones del clima operacional de forma natural o si se debe complementar de forma artificial. Mediante este análisis se podrán conocer datos como altura de ola en el sitio y decidir si el proyecto deberá contar con obras de abrigo, o es naturalmente resguardado del oleaje y en general, aportará en gran parte a determinar el clima reinante y dominante de la zona de estudio.

Las Instrucciones SHOA 3201 solicitan que los estudios sean realizados con la siguiente información:

¹⁸ Detalles de los estudios descritos por el SHOA se encuentran en este documento oficial.



4.2.2.1. Clima de oleaje en Aguas Profundas:

- 20 años de datos.
- Oleaje espectral bidimensional.
- Generar período (T), altura de ola (H) y dirección (Dir) del oleaje.

4.2.2.2. Clima de oleaje en Aguas Someras:

- Propagación de datos desde aguas profundas al borde costero.
- Generar período (T), altura de ola (H) y dirección (Dir) del oleaje.

4.2.2.3. Clima de oleaje Extremo o de Diseño:

- Análisis de tormentas en aguas someras.
- Establecer período (T), altura de ola (H) y dirección (Dir) del oleaje.

4.2.2.4. Clima de oleaje Operacional:

- Análisis del clima reinante en el sitio de la obra.
- Establecer período (T), altura de ola (H) y dirección (Dir) del oleaje.

4.2.2.5. Medición In Situ:

- Deberá ser mayor a 30 días de datos para caracterizar el oleaje entre un periodo $T = 3$ a 30 segundos.

4.2.3. MAREAS

El estudio de mareas es de gran importancia para complementar el análisis de clima reinante y dominante en el proceso de diseño de puertos deportivos costeros.

En las costas de Chile, las diferencias de marea pueden variar en rangos de centímetros a rangos de varios metros. Pese a que hay zonas en que el efecto de las mareas suele ser despreciable, el sur del país es una zona característica por sus fiordos, islas y canales, que generan un resguardo natural del oleaje directo del océano pacífico, por lo que la geografía de estas zonas hace que predominen grandes diferencias de marea, observándose, por ejemplo en el Canal de Chacao, rangos en promedio de 5 metros entre bajamar y pleamar (Informe ejecutivo, Antecedentes Marítimos sobre el análisis del Canal de Chacao – MOP 2015).

En general, históricamente, las mayores diferencias de marea se han registrado en la zona sur del país, específicamente en canales interiores, siendo un factor incluso más relevante que el oleaje para el análisis y diseño de obras costeras. Pese a esto, al diseñar un puerto deportivo costero en cualquier punto de las costas de Chile, se debe desarrollar un estudio de marea y así analizar la influencia de éstas por sí solas o en conjunto de los otros factores



naturales (como el oleaje, viento, etc.) a la hora de tomar decisiones sobre calados, cotas de estructuras basculantes, etc.

En este caso, las Instrucciones SHOA 3201 solicitan lo siguiente:

- Mediciones del nivel del mar (altura real de la columna de agua).
- Tener mediciones en un periodo de tiempo mayor o igual a 30 días en 3 cotas diferentes.

4.2.4. CORRIENTE

El estudio de corrientes marinas es fundamental para el diseño de la dársena de puertos deportivos costeros, tanto en su dirección como en magnitud, ya que las corrientes influyen directamente en la navegación de las embarcaciones deportivas y de recreación, en donde corrientes de gran intensidad obligan a ajustar los rumbos para mantener un track (ruta). Los resultados de estos estudios permiten distinguir si este factor natural es relevante o no para la zona del proyecto.

Debido a que las corrientes generan efecto en el rumbo de navegación y también pueden influenciar el transporte sedimento dentro de la dársena pudiendo generar futuros problemas de calado, se busca disminuir sus efectos, por lo que la recomendación para la dársena es permitir corrientes longitudinales no mayores a 3 nudos. (Navegación Costera N.R.D. 2006, sobre pilotaje).

Las Instrucciones SHOA 3201 solicitan que el estudio contemple lo siguiente:

- Mediciones mínimo a medio calado a plena carga de la nave de diseño.
- Corrientes Lagrangeanas
- Corrientes Eulerianas

4.2.5. VIENTO

Los estudios de viento también son de gran relevancia para el diseño de puertos deportivos. El viento, en conjunto a la navegación misma de naves, produce agitación de la superficie del agua en la dársena, que a su vez podría generar un aumento del oleaje, resonancia, reflexión y/o refracción en la zona. Por otra parte, dependiendo de la magnitud, el viento también impacta fuertemente sobre la obra muerta de las naves, específicamente de las embarcaciones a vela, entorpeciendo la navegación de las éstas con problemas de estabilidad, deriva y balance, entre otros.

Es necesario entonces conocer del viento, su magnitud y dirección, así como también Fetch (ver definiciones) aplicable, para poder determinar rangos admisibles y la interacción relevante o despreciable con los otros factores naturales, según sea el caso.

Según las Instrucciones SHOA 3201, para el estudio de viento se debe tener en cuenta:



- Determinar el viento Extremo: Viento de diseño
- Determinar el viento Reinante: Viento Operacional
- Las mediciones deberán hacerse aproximadamente a 10 metros de altura

4.2.6. TOPO-BATIMETRÍA

No menos importantes son los estudios de topo-batimetría. Es fundamental para el diseño realizar estudios de topografía del borde costero y batimetría del área de operaciones. Esto permite obtener toda la información respecto al relieve de la costa y las profundidades de la zona del proyecto, junto con determinar el estado de ésta.

Se considera relevante el contar con un plano de resultados que indique los veriles de la zona de estudios, describiendo cualquier particularidad natural que pudiese ser relevante para el proyecto. La sección de batimetría servirá para los cálculos de diseño (cálculos estructurales importantes en caso de incluir pilotes, zona de fondeo, entre otros), evaluación de la necesidad de realizar dragado y obtención el calado de diseño, etc. En conjunto a la sección de la topografía de la costa, se podrá establecer pendientes de rampas, altura de muros y unión de puentes al borde costero, entre otros.

La topo-batimetría es necesaria como input para las modelaciones matemáticas y/o físicas del área de proyecto.

4.2.7. SEDIMENTACIÓN

El estudio del transporte de sedimento se deberá tener en cuenta considerando principalmente lugares en cuya cercanía podría interactuar la desembocadura de un río. Por otro lado, se debe considerar cuando se observen dinámicas importantes de erosión y/o acreción sobre una playa en el corto y mediano plazo (corto plazo: días o semanas, ej.: por un temporal; mediano plazo: meses, ej.: época estival versus época invernal), cuando existan características geográficas naturales como áreas de surf y actividades de recreación, o la presencia de otra(s) obra(s) costera(s), entre otras condiciones que pudiesen darse particularmente en la zona de estudio.

Esto se entiende ya que la construcción de obras artificiales que favorezcan la operatividad del puerto deportivo, podrían generar problemas en el natural desplazamiento del sedimento, generando erosión y/o acumulación de este elemento no solo alrededor de las obras construidas (generando alteraciones en la normal operatividad de la dársena), sino que también en playas adyacentes, alteraciones en la zona de rompiente y altura de ola típica y natural del borde costero que finalmente afectaría la dinámica de la zona junto con “daños colaterales”, como la disminución del tamaño de una playa, afectando directamente el turismo y actividades desarrolladas de la zona.



Cabe mencionar que con el análisis de estos estudios se puede estimar la tasa con la que la dársena deberá ser dragada para mantener el calado de diseño, si así lo determinan los resultados.

4.2.8. SUELO Y LECHO MARINO

Se deberán realizar estudios de suelo en la zona de explanada (tierra) en un proyecto de puerto deportivo costero si se considera el diseño de edificaciones, instalación de grúas, apoyo de rampas, entre otras, con el fin de determinar, si es necesario, medidas de mejoramiento de suelo para garantizar la resistencia y estabilidad de los cimientos u otras estructuras. Por otro lado, se deberán hacer estudios de calidad del suelo o lecho marino en la zona de la dársena y alrededores, si dentro del diseño se considera la construcción de muelles de elementos fijos, pilotes, duques de alba de amarre y/o atraque, entre otros.

El análisis de estos estudios permitirá complementar el cálculo de dimensiones de elementos estructurales, condicionar, mediante la estabilidad y calidad del suelo, profundidad de hincado de pilotes, etc. Además, las características del lecho marino permitirán designar áreas de fondeo, de instalación de boya de amarre, entre otros.

4.2.9. SISMOS

Otro factor no menor a considerar son los sismos. Chile es conocido por ser un territorio altamente sísmico, por lo que cualquier construcción fija (no flotante) que se decidiese diseñar en el borde costero, debe estar sujeto a las normas sísmicas del país (NCh 430.Of2008- NCh 433.Of1996 – NCh 2369.Of2003, entre otras).

Un ejemplo relevante en la normativa sísmica chilena se muestra en la NCh433.Of1996, donde se clasifica el territorio chileno en 3 zonas sísmicas, clasificación que se utiliza posteriormente para condicionar ciertos aspectos de diseño. Para el caso de puertos deportivos, de acuerdo a lo señalado en la norma, la gran parte del borde costero del país clasifica en la zona 3, dejando solo algunos sectores de aguas interiores en el sur del país en zona 2.

La figura 14 muestra un ejemplo de algunas de las regiones centro y sur de Chile según la zonificación de la norma chilena NCh 433. Of1996.

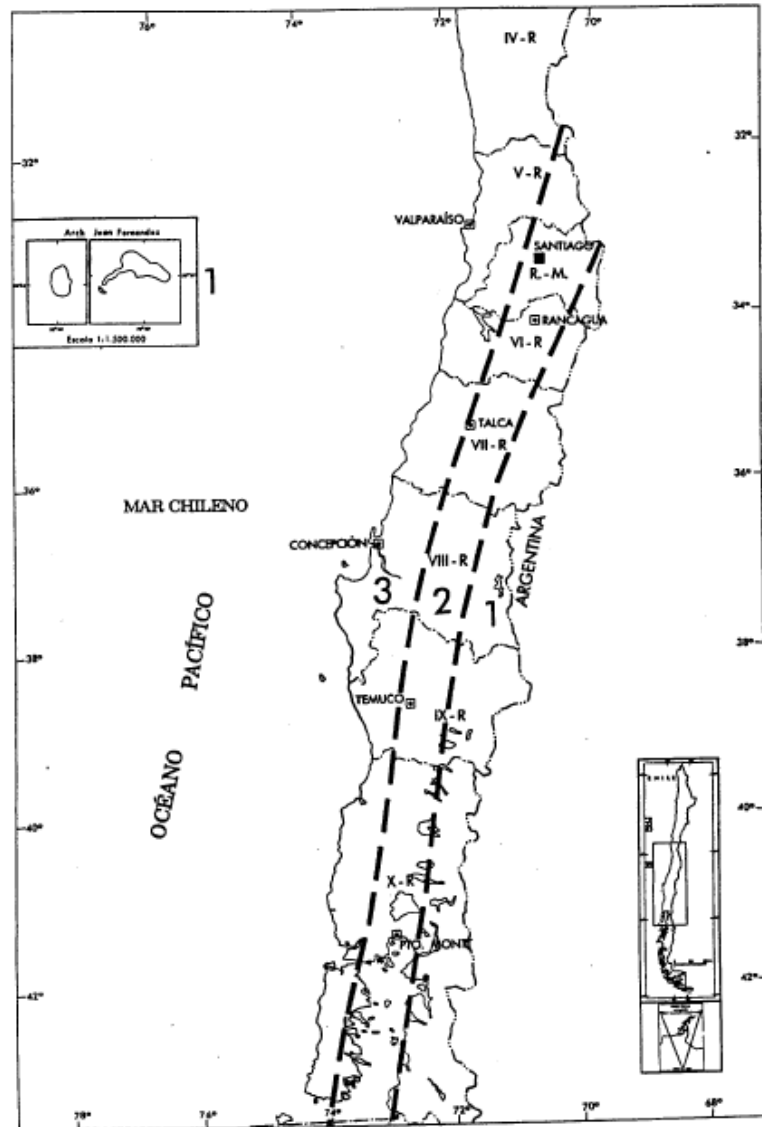


Figura 14: Zonificación sísmica de las regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX, X y Región Metropolitana.
Fuente: Norma Chilena Oficial NCh433.of1996 “Diseño Sísmico de Edificios”.

4.3. DETERMINACIÓN DE LA NAVE DE DISEÑO

Además de conocer las condiciones naturales y los estudios que se pueden realizar para obtener la información anteriormente señalada, es necesario determinar la “nave de diseño”.

Para propósitos del presente trabajo, la nave de diseño será definida como:



Aquella embarcación “ficticia”, cuyo tamaño y dimensiones serán usados como input en el cálculo de los diferentes aspectos del diseño de un puerto deportivo.

Ciertos aspectos que impulsan la necesidad de determinar una nave de diseño, en el caso de la dársena, incluyen profundidad (calado), largo y ancho de los espacios navegables, además de la necesidad de establecer la capacidad máxima de grúas y rampas, entre otros, que faciliten el acceso a las diferentes zonas de un puerto deportivo.

La Nave de Diseño se describirá básicamente con los siguientes rangos:

- Eslora total
- Manga total
- Calado máximo
- Desplazamiento

Dentro de la planificación, es fundamental establecer el volumen de flota o capacidad máxima a la que se prestarán servicios en el puerto deportivo, de esta forma no sólo se puede determinar de mejor forma la nave de diseño, si no también evaluar y calcular el área de la dársena respecto de la cantidad de sitios de atraque que se desea que contenga el proyecto.

Finalmente, para determinar la nave de diseño se deberá considerar la embarcación más desfavorable, en cuanto al tamaño y a las necesidades espaciales de maniobras, que se espere que solicite los servicios del puerto deportivo diseñado. De esta forma se asegura que el diseño cumpla con los estándares impuestos por la planificación del proyecto y el funcionamiento y operatividad de las instalaciones sea el esperado.

4.4. CONDICIONES DE OPERATIVIDAD NÁUTICA APLICABLES EN CHILE

Es importante mencionar que no existe material realizado en Chile donde se regule normativamente la operatividad náutica para puertos deportivos.

En cuanto a recomendaciones para la operatividad de embarcaciones atracadas y los factores naturales de la zona de proyecto, existen ciertos documentos extranjeros que son utilizados para este tipo de obras en Chile. Uno de ellos corresponde a las recomendaciones de la ROM 3.1-99, para las condiciones límites de operación para marinas deportivas.

A continuación se presenta un extracto de la tabla N°8.1 de la ROM 3.1-99, con recomendaciones específicas que hacen referencia a los límites para mantener una habitabilidad aceptable con el pasajero a bordo:



Tabla N° 4.4.1: Condiciones de Operatividad para Embarcaciones Deportivas

"Permanencia de buques en muelle" Embarcaciones deportivas	Velocidad Absoluta del viento $V_{10.1min}$	Velocidad Absoluta de la corriente $V_{c.1min}$	Altura de ola H_s
Acciones en sentido longitudinal al muelle	22 m/s	1.5 m/s	0.4 m
Acciones en sentido transversal al muelle	22 m/s	0.7 m/s	0.2 m

Fuente: Elaboración propia, datos de ROM 3.1-99

En donde,

$V_{10.1min}$ = Velocidad media del viento, correspondiente a 10 m de altura y ráfaga de 1 minuto.

$V_{c.1min}$ = Velocidad media de la corriente correspondiente a una profundidad del 50% del calado del buque, en un intervalo de 1 minuto.

Longitudinal = Se entenderá que el viento, la corriente o el oleaje actúan longitudinalmente, cuando su dirección está comprendida en el sector de $\pm 45^\circ$ con el eje longitudinal del buque.

Transversal = Se entenderá que el viento, la corriente o el oleaje actúa longitudinalmente cuando su dirección está comprendida en el sector de $\pm 45^\circ$ con el eje transversal del buque.

4.5. ANÁLISIS DE OPCIONES DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS PRIMARIAS EN PUERTOS DEPORTIVOS

En este punto se examinarán las distintas propuestas que surgen de un análisis de los conocimientos extranjeros y experiencias nacionales (ver bibliografía) en el diseño y consideraciones de puertos deportivos.

Serán definidas como "estructuras primarias", aquellas que permiten las operaciones básicas de un puerto deportivo en maniobras de acercamiento, arribe y zarpe, embarque y desembarque, atraque, y fondeo de embarcaciones, según sea la planificación inicial para el diseño y la nave de diseño (ver punto 4.2.).

A continuación se presenta una tabla (tabla 4) de variables para simplificar la comprensión del análisis.



Tabla 4: Abreviaturas para los cálculos de las estructuras de la dársena.

Abreviatura	Nombre
Le	Largo de la embarcación (Eslora total)
Be	Ancho de la embarcación (Marga total)
De	Calado de la embarcación
Ls	Largo del sitio de atraque
Bs	Ancho del sitio de atraque
Bss	Ancho del sitio de atraque Simple
Bsd	Ancho del sitio de atraque Doble
Ds	Calado del sitio de atraque
Lf	Largo del finger
Bf	Ancho del finger
Bf'	Ancho del finger final
Bn	Anchura nominal de una vía navegable
B	Ancho de Vías Navegables
W	Desplazamiento de la embarcación
FB	Francobordo
Bam	Ancho del área de maniobra
Dam	Calado del área de maniobra
Bci	Ancho del canal interior
Bce	Ancho del canal de entrada
Bcn	Ancho del canal de navegación
Bp'	Ancho de pasarela
m	Pendiente

Fuente: Elaboración propia.

La figura 15 muestra un esquema general de un puerto deportivo con la finalidad de ejemplificar en planta la disposición de los elementos que se deben tener en cuenta al diseñar este tipo de obras.

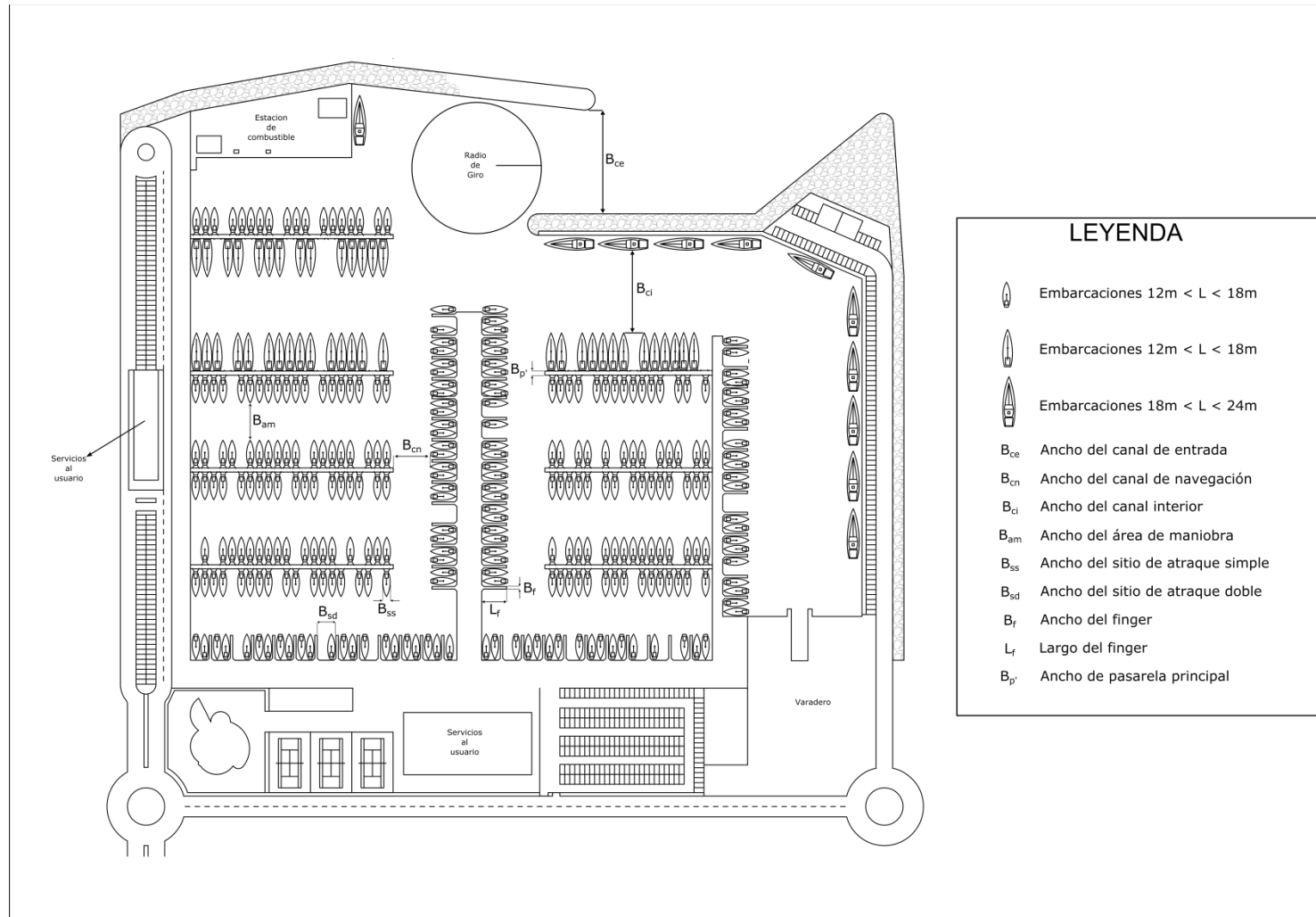


Figura 15: Disposiciones generales de un puerto deportivo costero (demostrativo).

Fuente: "Recomendaciones para el diseño de puertos deportivos en la región de Murcia – Septiembre 2011".



4.5.1. ÁREA DE AGUA O DÁRSENA

El área de agua o dársena (ver definiciones) se puede separar en las siguientes zonas:

- Canal de entrada
- Canales interiores
- Pasajes o canales navegables
- Sitios de atraque

Respecto de los todos los canales, se recomienda que el diseño contemple lo siguiente:

- El cálculo de la profundidad del canal debe realizarse en base al nivel más bajo de marea, es decir el nivel de la mayor bajamar registrado en la data del área de del proyecto.
- Evitar zonas de acreción de sedimentos.
- Los trazados en los canales deberán ser lo más rectilíneos posibles, evitando curvas muy pronunciadas en el trazado, facilitando la maniobrabilidad de las embarcaciones.
- Idealmente, seguir la dirección de las corrientes principales con el fin de minimizar las corrientes transversales, que producen agitación y dificultan la maniobrabilidad de las embarcaciones.
- Los pasajes deberán orientarse, dentro de lo posible, en la dirección del oleaje reinante, evitando ángulos superiores a 15°-20°, en favor de la estabilidad de las embarcaciones.

4.5.1.1. Canal de Entrada

Es el canal por el cual se produce el ingreso y salida de embarcaciones desde y hacia la dársena. Corresponde al canal más ancho y/o profundo de un puerto deportivo, pudiendo tener uno o más carriles de navegación. Es el punto en donde converge el oleaje abrigado y el oleaje natural de la zona.

Ancho del canal de entrada (Bce):

Para el cálculo del ancho es imprescindible considerar el ancho de la nave de diseño y la cantidad de carriles que se espera tenga esta área del puerto deportivo. Sobre estas medidas, se supondrá una distancia de seguridad adicional hacia los extremos del canal (considerando efectos de agitación por otras embarcaciones, remolques, el efecto del viento y/o corrientes, entre otros según sean las condiciones naturales y planificadas para el proyecto), a modo de resguardar y asegurar el paso libre y estable, en circunstancias de clima reinante, de la embarcación por esta zona.



Es posible encontrar una serie de métodos de cálculo para el ancho de vías navegables en la sección 8.4.3., de la ROM 3.1-99, pero es importante indicar que no todas las condiciones de cálculo presentes en el documento se pueden ajustar a las condiciones de un puerto deportivo, o del borde costero de Chile respecto del oleaje y las diferencias de marea.

Una de las propuestas consiste en considerar el Ancho del canal de entrada total (Bt) equivalente la suma del Ancho nominal de una vía navegable (Bn) y el Ancho adicional de reserva (Br), planteado por la ROM 3.1-99. Pero, debido que Br se considera para casos como la inestabilidad de los taludes (cuando el contorno del canal esté diseñado de esa forma), en el caso de puertos deportivos costeros este valor podría ser despreciable y Bt será resuelto solo con el cálculo del ancho nominal. La definición de Bn corresponde a *la distancia medida perpendicularmente al eje longitudinal de la vía y en el punto más estrecho de la sección* (ROM 3.1-99).

Una forma determinística de cálculo del ancho del canal es la siguiente (ver figura N°15):

$$Bn = n[B + bd + 2(be + br) + (n - 1) \times bs + (rhsm + rhsd)i + (rhsm + rhsd)d]$$

Donde:

Bn = Ancho nominal de la vía de navegación

n = número de carriles de navegación

B = manga máxima de embarcaciones que circularán por dicho canal

bd = Sobreancho de la senda del buque. Este valor está dado por el ángulo de deriva respecto del eje de navegación y puede ser causado por incidencia de viento, oleaje, corrientes o remolcadores. Será calculado como $bd = L \times \sin(\beta)$, en donde $\sin(\beta)$ es el ángulo de deriva, que típicamente es 10°

be = Sobrancho por errores de posicionamiento. Es la distancia entre la verdadera posición de la embarcación y la estimada por el capitán. Se calcula un aproximado dado por $be = B$

br = Sobreancho para respuesta. Es la desviación adicional que se produce en el transcurso desde que se detecta la deriva hasta el momento de la corrección efectiva. Se calcula como $br = 0,3 \times B$

bs = Sobreancho de seguridad entre vías de navegación. Distancia que separa los carriles en el canal de entrada. Se estima como $bs = B$

$(rhsm + rhsd)$ = Resguardo adicional y margen de seguridad a cada banda. Este valor permite que la embarcación no resulte afectada por los efectos de succión y rechazo de los márgenes. Se estima como $(rhsm + rhsd) = 0,6 \times B$



Es decir,

$$Bn = n[4,8B + L \times \sin(10^\circ) + (n - 1) \times B] = Bce$$

- Para canales de entrada de un solo carril $Bn = 4,8 \times B + L \times \sin(\beta)$
- Para canales de entrada de doble carril $Bn = 11,6 \times B + L \times \sin(\beta)$

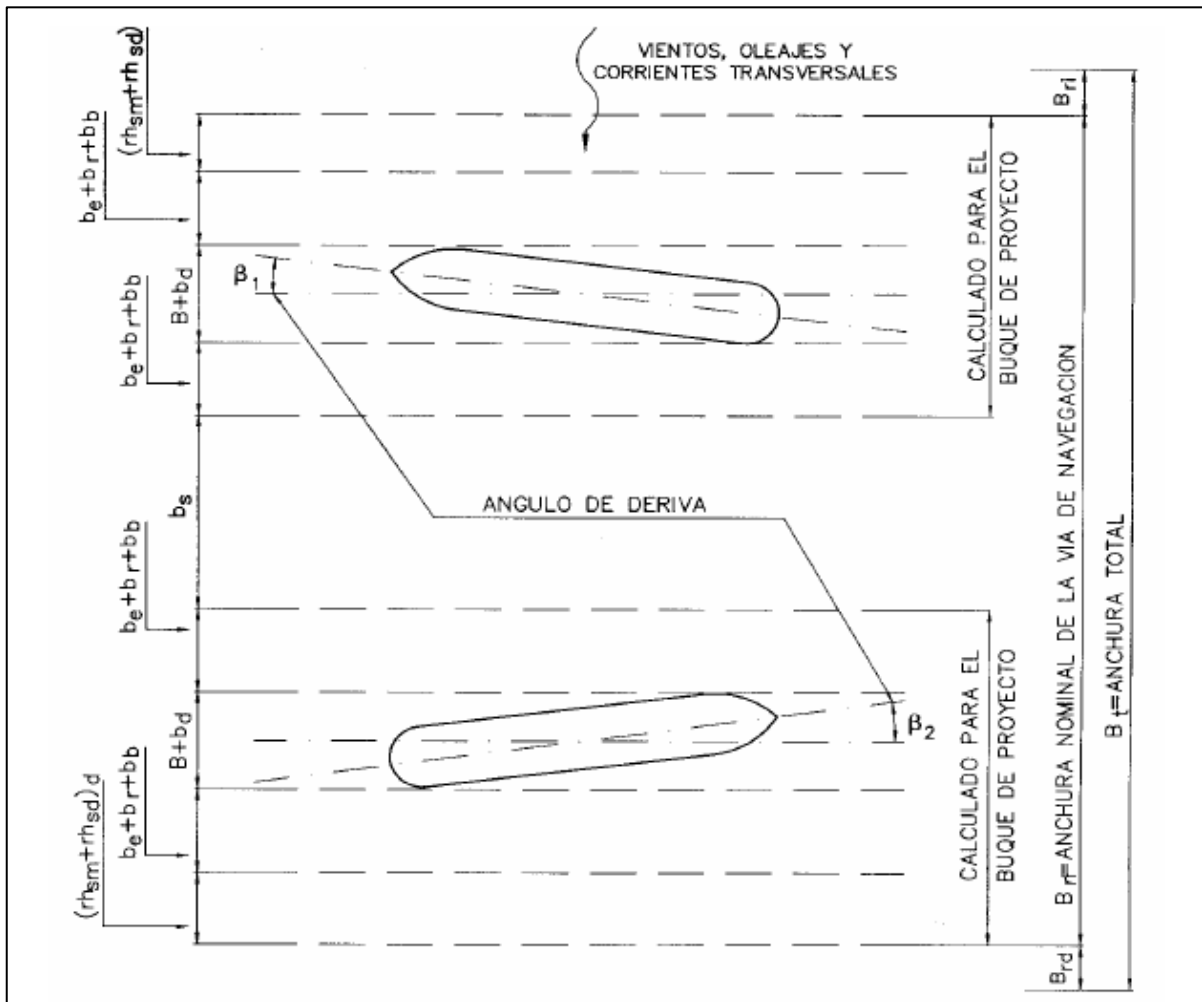


Figura 16: Ancho de Canal de Entrada propuesto por método determinístico.
Fuente: ROM 3.1-99

Por otro lado, una aproximación para éste cálculo (Ancho del Canal de Entrada), sugiere un valor de ancho mínimo de:

$$Bce = 22,86 \text{ [m]} \approx 23 \text{ [m]}.$$

Este valor no considera profundidades adicionales que puedan ser necesarias por acumulación de sedimento entre periodos de dragado, pero si considera el ancho de la nave



de diseño estándar de puertos deportivos y márgenes de seguridad, para reducir complicaciones en la navegación por esta zona.

Profundidad mínima del canal de entrada (D_{ce}):

La profundidad del canal de entrada se debe medir desde el nivel de agua más bajo estimado en la zona incluyendo las mediciones de bajamar más baja. Se deben incluir todas las mediciones mareas in situ y las aquellas históricas del lugar.

Nuevamente se considera la ROM 3.1-99, recomendaciones que son consideradas y valoradas por las autoridades ministeriales en Chile. En este caso se planea la obtención del calado por la siguiente ecuación:

$$D_{ce} = D + rvsm + rvsd$$

Donde:

D = Calado máximo de la nave de diseño

$rvsm$ = Resguardo de seguridad y control de maniobrabilidad del buque

$rvsd$ = Margen de seguridad¹⁹. Resguardo vertical libre que deba quedar siempre disponible entre el casco del buque y el fondo.

Cabe mencionar que los resguardos de seguridad y control y el margen de seguridad variarán respecto de la calidad del suelo, por ejemplo: fondos limosos o arenosos, o fondos rocosos.

O por otra parte, la profundidad mínima debe considerar los efectos de las condiciones naturales y un grado de embancamiento. Para el caso específico de puertos deportivos, se recomienda que la profundidad mínima sea aproximadamente:

$D_{ce} = 0,9144 \text{ [m]} \approx 1 \text{ [m]}$ bajo el calado de diseño (nave de diseño), o

$D_{ce} = 1,5240 \text{ [m]} \approx 1,5 \text{ [m]}$ medida desde la línea de agua, lo que sea mayor.

¹⁹ En Chile, este mismo resguardo es calculado bajo las condiciones del UKC (Under Keel Clearance o "Espacio libre Bajo la Quilla") = distancia entre el casco de la embarcación y el lecho marino.

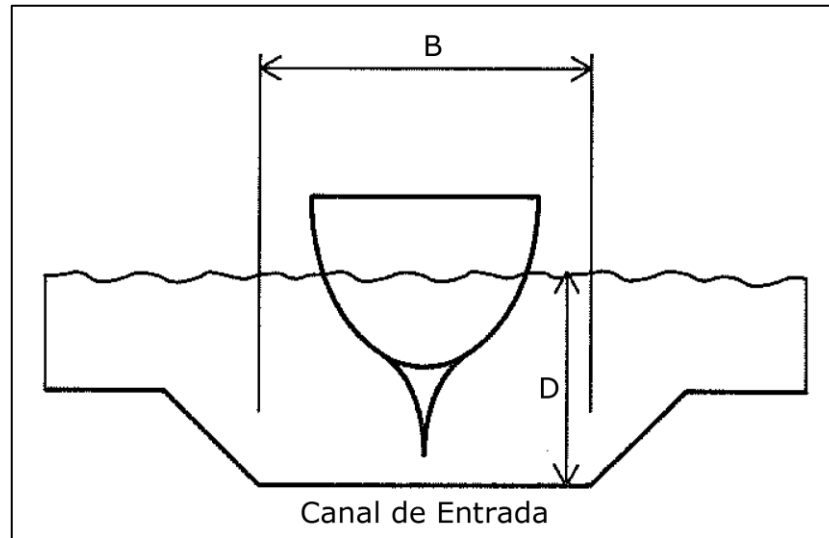


Figura 17: Esquema de las dimensiones del canal de entrada.

Fuente: Elaboración propia y “Guidance on Facility and Management Specification for Marine Yacht Harbours and Inland Waterway Marinas With Respect to User Requirements – PIANC 1991”.

4.5.1.2. Canales Interiores

Es el o los canales dentro de la dársena, que permiten la circulación de las embarcaciones desde el canal principal hacia los pasajes o canales de navegación y/o fondeaderos según sea el caso.

Ancho de canales interiores (B_{ci}):

Respecto de la eslora de la nave de diseño, es posible determinar que:

$$B_{ci} = 1,5 \times L_e$$

En caso de que existan fuertes vientos o corrientes cruzadas, se deberá considerar:

$$B_{ci} = 1,75 \times L_e$$

Por otro lado, respecto del valor estimado establecido para el ancho de los canales interiores, en un cálculo más conservador, se sugiere que tenga la misma dimensión que el Canal de Ingreso, es decir:

$$B_{ce} = 22,86 \text{ [m]} \approx 23 \text{ [m]}.$$

Profundidad mínima de canales interiores (D_{ci}):

Según la ROM 3.1-99, para fondos limosos o arenosos se debe sumar 0,3 [m] al calado de diseño. En el caso de fondos rocosos, se debe sumar 0,5 [m] al calado de diseño.



Por otra parte se muestra la posibilidad de calcular este valor, considerando la medición del Nivel de Agua de Referencia y el calado de la nave de diseño, lo que arrojaría que la profundidad mínima del canal interior sería:

D_{ci} = el valor mayor entre 3,5 [m] y $1,25 \times D_e$

Para la profundidad mínima bajo el calado de diseño (nave de diseño) se sugieren valores concretos que varían de:

$D_{ci} = 0,6096$ [m] $\approx 0,6$ [m] bajo el calado de diseño, y

$D_{ci} = 1,2192$ [m] $\approx 1,2$ [m] de profundidad medida desde la línea de agua, cualquiera sea mayor.

4.5.1.3. Pasajes o Canales de Navegación

El o los pasajes corresponden a aquellos canales de agua por donde viajan las embarcaciones desde el o los canales interiores hacia los sitios de atraque. Estos canales se generan al disponer de más de un “árbol” o “árbol flotante” dentro de la dársena (ver definiciones) y sus dimensiones están sujetas a las características espaciales de las embarcaciones que utilicen los sitios de atraque en cada pasaje.

Se debe tener especial cuidado con estas vías, debido que los espacios, aunque son menores a los canales, deben permitir la maniobrabilidad de las embarcaciones.

Ancho de los pasajes o canales de navegación (B_{cn}):

Dependiendo de la disposición de los sitios de atraque se recomienda, para el cálculo del ancho de los pasajes, lo siguiente (ver Figura 18):

Sin amarras laterales $B_{cn} = 1,75 \times L_{sp}$

Con amarras laterales: $B_{cn} = 1,5 \times L_{lepp}$

Donde,

L_{sp} = Largo del sitio de atraque mayor, perpendicular al pasaje.

L_{lepp} = Largo de la nave mayor (nave de diseño) amarrado lateralmente, paralelo al pasaje.

Es importante señalar que para el pasaje perpendicular a los sitios de atraque se debe tener en cuenta que en caso de que se consideren embarcaciones con eslora mayor al largo del sitio de atraque, se permitirá el sobrepaso de éstas, siempre que se considere en el cálculo el largo de la nave en vez del largo del sitio de atraque. Con respecto al pasaje paralelo a los sitios de atraque, el ancho determinado no considera el ancho del sitio de amarre lateral.

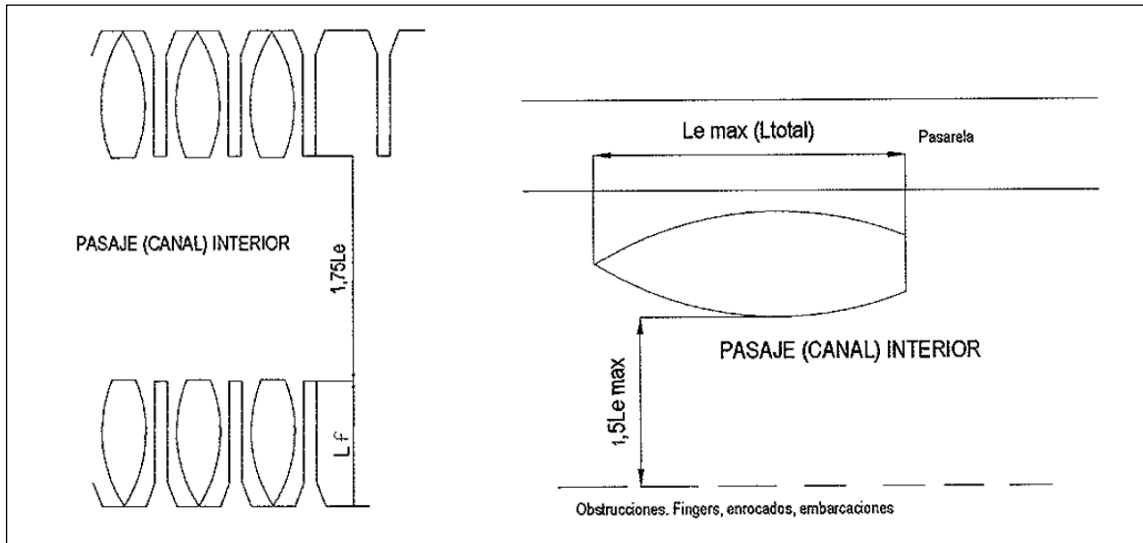


Figura 18: Esquemas de Pasajes o Canales de Navegación con y sin amarras laterales.

Fuente: “Guía básica para el diseño de Marinas y Puertos para embarcaciones menores a base de atracaderos flotantes – MSB 2010”.

Casos específicos:

Embarcaciones a motor y sin efecto de marea (zonas de abrigo constante):
 $Bcn = 1,3 \times Le$

Para estructuras como amarre flexible o gran exposición a fuertes vientos y marea:
 $Bcn = 2 \times Le$

Con zona de atraque a popa sin fingers: $Bcn = 2,5 \times Le$

Para embarcaciones tipo catamarán, de varios cascos, se deberá calcular el valor mayor entre 25 [m] o $(2 \times Le)$

Profundidad mínima de los pasajes o canales de navegación (Dcn):

Se aconseja considerar las mismas profundidades vistas para los canales interiores, pero una alternativa para facilitar el diseño de los calados en esta zona de la dársena, es calcular la misma profundidad para los pasajes y para sitios de atraque. Entonces, considerando el calado de embarcación más desfavorable para el diseño, la ROM 3.1-99 sugiere lo siguiente:

Para muelles y atraques abrigados: $Dcn = 1,10 \times De$

Para muelles y atraques poco abrigados: $Dcn = 1,15 \times De$



Por otro lado, es posible determinar D_{cn} a partir de los largos de los sitios de atraque (L_s). En la tabla 5 se presentan rangos de profundidades mínimas a considerar, separadas según las características de propulsión de las embarcaciones náuticas, es decir, de naves a motos o a vela.

Tabla 5: Profundidad mínima para sitios de atraque y pasajes o canales de navegación.

L_s	$D_s = D_{cn}$	
	Motor	Vela
Hasta 14 [m]	1,82 [m]	1,82 [m]
Hasta 17 [m]	2,43 [m]	2,43 [m]
Hasta 20 [m]	2,43 [m]	3,04 [m]
Sobre 20[m]	Determinaciones específicas	

Fuente: Elaboración propia, datos de “Layout and design guidelines for marina berthing facilities – California Department of Boating and Waterways (DBW) (2005)”.

Tal como ha sido señalado en los cálculos anteriores de profundidades de vías navegables, los valores de la tabla 5 deben ser aplicadas con referencia a los datos de bajo nivel de agua históricos específicos, como por ejemplo tablas de mareas en el caso de puertos deportivos costeros.

En el caso de que los sitios de atraque no incluyan la instalación de fingers, se considerará un sitio de atraque por cada 12 [m] con el propósito de poder calcular la cantidad de sitios de atraque de un puerto deportivo y determinar el número mínimo de acceso a sitios de atraque diseñar.

4.5.1.4. Sitios de Atraque

Se les llama así al área de espacios de agua delimitadas para amarrar las embarcaciones náuticas.

Largo de los sitios de atraque (L_s):

En el caso de puertos deportivos, el largo de los sitios estará dado por el largo de la embarcación o, de existir, por el largo de fingers (L_f).

En este último caso, el largo de los fingers equivaldrá al largo sitio de atraque siempre y cuando éste no contemple el sobrepaso de la nave en cuanto a longitud. Un ejemplo de esto son los fingers 3/4 (ver punto 4.5.2.), por lo que:

$$L_s = L_f$$

Ancho de los sitios de atraque (B_s):

El cálculo del ancho de los sitios de atraque debe ser realizado en función del largo de las embarcaciones que se esperen atraque en ese sitio, además en función del espacio que se



contemple para las embarcaciones, pudiendo ser simples (para una embarcación) o doble y finalmente si la propulsión es a motor o vela.

Ancho sitios de atraque Simple (B_{ss}):

La formulación del ancho de los sitios de atraque es más específica, quedando en función de un logaritmo natural, además de considerar aspectos tales como si la embarcación es a motor o a vela y por otro lado agrega factores de reducción específicos para cada caso. Sin embargo, particularmente para puertos deportivos, el ancho de los sitios de atraque simple se puede calcular de una forma más simplificada tomando en consideración las embarcaciones recreacionales promedio (En este caso puntual, se refiere a embarcaciones recreacionales a todas las que se utilizan para actividades deportivas y de recreación náutica), pudiéndose estimar de la siguiente forma:

$$r = \text{Resguardo de } 0,3[m] \text{ a } 0,5 [m]$$

$$\therefore B_{ss} = B_e + r$$

El atraque de las embarcaciones en los sitios simples puede variar de proa o de popa. En la figura 19 es posible distinguir las dimensiones que se analizan.

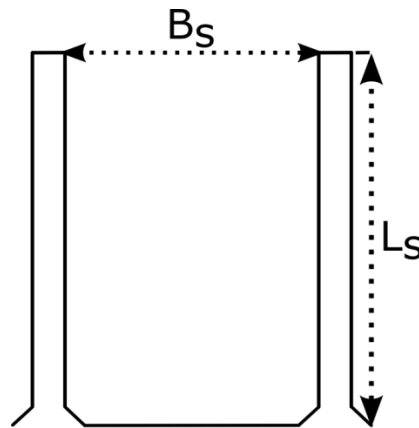


Figura 19: Esquema general de un sitio de atraque simple.
Fuente: Elaboración propia.

Ancho sitios de atraque Doble (B_{sd}):

El ancho de los sitios de atraque doble (ver figura 20) debería ser calculado al menos como el doble del tamaño del sitio simple, siempre y cuando el sitio tenga por ambos lados la misma longitud.

$$B_{sd} = B_{ss} \times 2$$

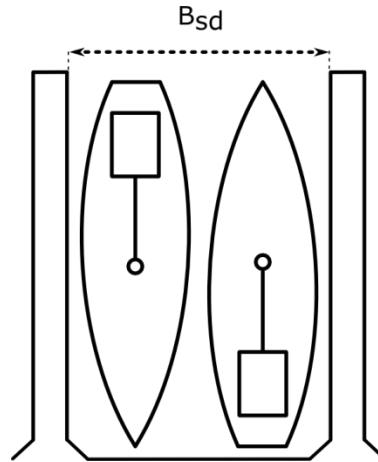


Figura 20: Esquema general de un sitio de atraque doble.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, si el lago de los sitios es diferente en ambos extremos, el ancho del sitio se calculará de la siguiente forma (ver figura 21):

$$Bsd = Bss1 + Bss2$$

Donde,

$Bss1$ = Ancho del sitio de atraque de largo 1 ($Ls1$)

$Bss2$ = Ancho del sitio de atraque de largo 2 ($Ls2$)

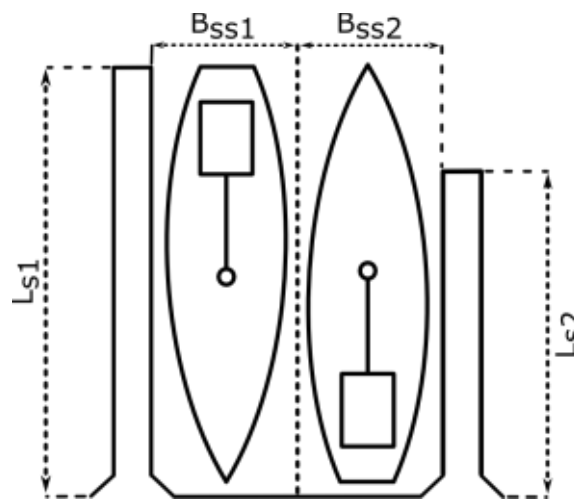


Figura 21: Esquema de un sitio de atraque con diferencias en los extremos.
Fuente: Elaboración propia.



Profundidad de los sitios de amarre (D_s):

Como ya fue mencionado en el punto 3, se propone usar la misma metodología con la que se determina la profundidad de los pasajes o canales de navegación (D_{cn}), indistintamente de si se trata de un sitio de atraque simple o uno doble. Por lo que:

$$D_s = D_{cn}$$

4.5.1.5. Área de Maniobras entre los atraques

Hace referencia al espacio que se debe reservar para cuando un árbol quede al lado de otro. Este espacio tiene como objetivo permitir las maniobras de atraque y salida de las embarcaciones.

Luego, se recomienda que esta distancia mínima (B_{am}), sea determinada entre los extremos de los sitios de atraque que se enfrentan, según la tipología de amarre, que se observa en la tabla 6.

Tabla 6: Cálculo del área de maniobras entre los atraques.

Tipología de Amarre	Bam	
	Le ≤ 12 [m]	Le > 12 [m]
Amarre en punta mediante tren de fondeo	2,0 · Le	1,75 · Le
Amarre en punta mediante finger	1,5 · Le	1,5 · Le
Amarre abarloado a muelle	1,75 · Le	1,75 · Le

Fuente: Elaboración propia, de ROM 3.1-99

4.5.2. SITIOS DE ATRAQUE (FINGERS Y PASARELAS)

Los fingers pueden ser diseñarse de dos formas:

- Basculante²⁰, con estructura unida a la pasarela por medio de un sistema de rotulas que le permiten girar en el plano vertical, o
- De pilote guía, es decir, unidos rígidamente a la pasarela flotante del cual arrancan y cuyo extremo tienen un orificio o guiadera que abraza un pilote vertical.

Por otro lado, respecto del amarre de las embarcaciones en los fingers, es importante mencionar que las Cornamusas deben estar consideradas según el largo del finger, es decir:

- No menos de 2 cornamusas para fingers de hasta 11 [m].
- No menos de 3 cornamusas para fingers sobre los 11 [m].

²⁰ Esta alternativa (basculante) no está recomendada para zonas con gran diferencia de mareas.



Se recomienda agregar 1 cornamusa adicional en la pasarela principal entre los fingers que conforman los sitios de atraque doble.

4.5.2.1. Fingers

Corresponden a la estructura (flotante o fija) unida típicamente perpendicular a la pasarela principal, que en conjunto definen el largo y ancho de un sitio de atraque. Existen diferentes tipos de estructuras, siendo la más común aquella que contempla en su cálculo del largo del finger (L_f) en base la eslora de la embarcación de diseño (L_e).

Largo del finger (L_f):

Estará dado por el largo de la embarcación de diseño (nave de diseño):

$$L_f = L_e$$

Ancho del finger (B_f):

Se aboga a que el ancho del finger sea, al menos $L_f = 0,1 \times (L_e)$, siempre que el resultado no sea menor a 0,9 [m]. American Department of Defense – USA3.

Por otro lado, específicamente para fingers flotantes, se plantea una serie de rangos aptos para embarcaciones náuticas de puertos deportivos costeros:

Tabla 7: Determinación del ancho mínimo para un finger flotante.

Ancho mínimo	Rango de Longitud
1,5 [m]	Todos los fingers flotantes accesibles
0,7 [m]	Bajo los 6,1 [m]
0,9 [m]	6,1 [m] y sobre
1,2 [m]	10,9 [m] y sobre
1,5 [m]	18,2 [m] y sobre
1,8 [m]	24,3 [m] y sobre
2,4 [m]	36,5 [m] y sobre

Fuente: Elaboración propia, datos de “Layout and design guidelines for marina berthing facilities – California Department of Boating and Waterways (DBW) (2005)”.

4.5.2.2. Fingers $\frac{3}{4}$

Reciben su nombre debido a sus características longitudinales respecto del diseño de L_f .



Largo del finger 3/4 ($Lf_{3/4}$):

Corresponde a aquellos fingers cuyas longitudes solo alcanzan un 75% de la longitud de la embarcación (Le), y deberán ser considerados siempre y cuando resista las solicitaciones de las embarcaciones atracadas.

Por ende:

$$Lf_{3/4} = 0,75 \times Le$$

Ancho del finger 3/4 ($Bf_{3/4}$):

Será calculado de igual manera que el finger común, es decir:

$$Bf_{3/4} = Bf$$

4.5.2.3. Fingers Escandinavos

Debido a sus características físicas, están sujetos a evaluación de resistencia estructural según el tipo de embarcación que se desee atracar.

Largo del finger escandinavo ($Lf_{\text{escandinavo}}$):

Se caracteriza por ser menor a Lf , pero debido a su estructura, se sugiere una limitación de su longitud este restringido por lo siguiente:

$$Lf_{\text{escandinavo}} = \text{máx. } 9[m]$$

Ancho del finger escandinavo ($Bf_{\text{escandinavo}}$):

Será calculado de igual manera que el finger común, es decir:

$$Bf_{\text{escandinavo}} = Bf$$

En la figura 22 es posible distinguir los tipos de fingers recién mencionados.

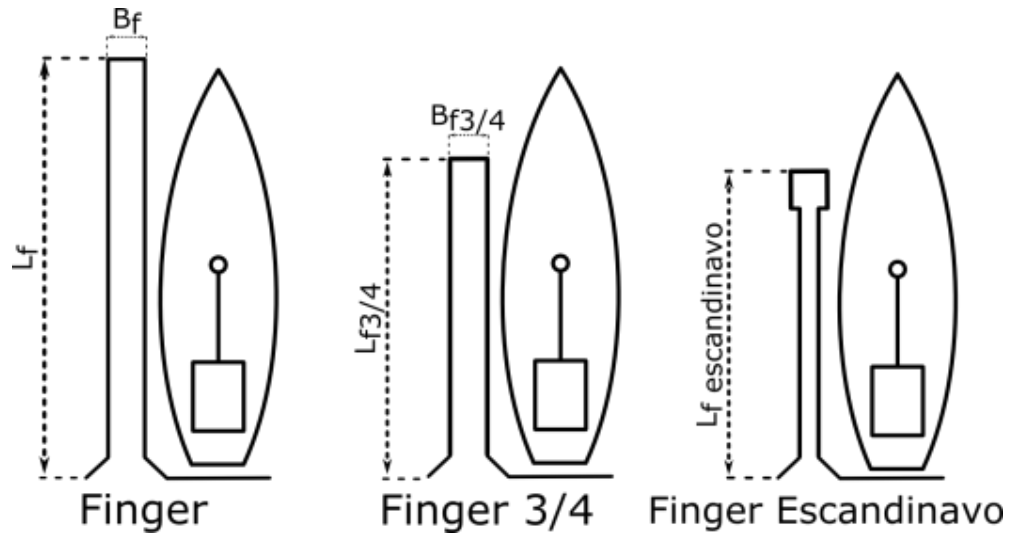


Figura 22: Esquema de tipos de fingers.

Fuente: Elaboración propia.

Importante: Ningún tipo de fingers de longitud mayor a 12 [m] podrá quedar libre, es decir, deberá incluir una pila de apoyo al final (pilote guía) con la finalidad de establecer su estabilidad y resistencia.

4.5.2.4. Pasarelas Principales

Es o son aquellas estructuras (flotantes) a la que sujetados los fingers y que permite el traslado de personas desde y hacia los fingers, y por ende, hacia a la embarcación.

Se recomienda que:

- El ancho libre de la pasarela principal sea mínimo de 1,8 [m].
- El largo libre de la pasarela principal sea como máximo de 230 [m]

4.5.2.5. Pasarela Marginal

Es la pasarela generalmente perpendicular a las pasarelas principales cuando hay más de un árbol (flotante), por lo que esta estructura es aquella que une los árboles al muelle, rampa o cualquiera sea el elemento que une la costa (tierra) con las estructuras de la dársena.

Se recomienda que:

- El ancho libre de las pasarelas principales será mínimo de 2,4 [m] cuando no tienen una pasarela basculante.



- El ancho libre de las pasarelas principales será mínimo de 1,8 [m] cuando tenga una pasarela basculante.

4.5.2.6. Niveles de Coronación de las obras de atraque

El nivel de coronación corresponde a la altura vertical medida desde el nivel de marea operacional (obtenido en el análisis para clima reinante) hasta la cubierta. Esta cota se debe considerar respecto de la eslora de las embarcaciones de diseño y además por el nivel medio de operación de las aguas. Para la obtención de estos valores la ROM 3.1-99 recomienda lo siguiente:

- Para embarcaciones deportivas de eslora > 12 [m] se deberá sumar 1 [m].
- Para embarcaciones deportivas de eslora ≤ 12 [m] se deberá sumar 0,5 [m].

Se deberá tener especial cuidado en zonas donde las diferencias de marea sean significativas. En este caso se aconseja aumentar en 1 [m] las condiciones dadas anteriormente.

4.5.2.7. Otras tipologías para sitios de atraque

- Muelles: La estructura fija, que proporciona un amarre de embarcaciones de línea de atraque continua, donde las embarcaciones suelen amarrar de forma paralela a la longitudinal del muelle. Es posible generar explanada en la unión del muelle hacia la línea de costa (tierra).
- Pantalanes (ver punto 3.1.1.): Estructura fija o flotante. El atraque es similar al del muelle, pero además puede generar líneas de atraque discontinuas en conjunto a duques de alba o boyas de amarre. Estas estructuras no disponen de relleno y por lo tanto no se pueden utilizar para generar explanada.
- Duques de alba: Estas estructuras exentas de la costa no solo se pueden usar como punto de amarre en casos como el pantalán, sino también como punto de atraque o de ayuda a las maniobras de atraque.
- Boyas de amarre: Estructuras flotantes ancladas al lecho marino por medio de cadenas o cuerdas hacia muertos (bloques de gran peso), anclas, o ambas. Estas pueden ser utilizadas para el amarre y también como punto de atraque cuando no se dispone de sitios delimitados de atraque. Para limitar el movimiento de una embarcación por este medio de amarre, es posible generar un campo de boyas en donde una sola nave es amarrada a varias boyas simultáneamente.

La figura 23 muestra una idea general de los métodos de amarre recién señalados:

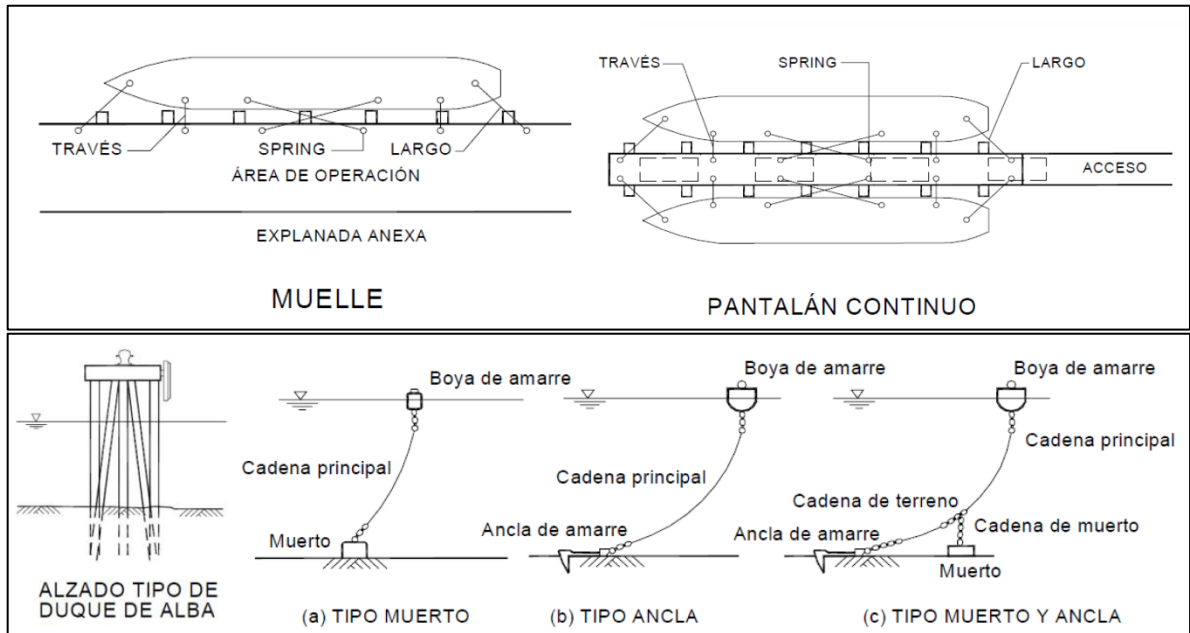


Figura 23: Esquema de tipologías de amarre.

Fuente: “Recomendaciones para el Diseño de Puertos Deportivos en la región de Murcia – Sept. 2011”.

4.5.3. PILOTES GUÍA (O DE AMARRE) Y ZONAS DE FONDEO

Es importante determinar el sistema de fijación más adecuado para las estructuras flotantes y basculantes de un puerto deportivo. Los resultados de los estudios de corrientes y marea deben ser inputs fundamentales para decidir el sistema que se implementará y que proporcionará seguridad, reduciendo el daño a éstas puedan enfrentar con un eventos naturales imprevisto (sismos, tsunami, etc.).

Se debe tener en cuenta que no es rentable realizar un proyecto de pilotes si se considera cada factor o condición natural para el diseño de estos. Además de distinguir las condiciones naturales que son relevantes para la zona de proyecto, es importante darle énfasis a las cargas sísmicas cuando se trata de un país como Chile. El tipo de pilote, peso y largo, además de la calidad del suelo, son factores de diseño fundamentales para este tipo de cargas.

En Chile, los cálculos de diseño de pilotes se vienen desarrollando desde hace bastante tiempo, dado que existen distintas normas y recomendaciones (nacionales y extranjeras) utilizadas para todo tipo de obras marítimas, como muelles para grandes puertos o de pescadores, en el país. Esto quiere decir que el cálculo de pilotes no es diferente en metodología a las formulaciones existentes y utilizadas por ejemplo, en procesos de licitación regulados por la Dirección de Obras Portuarias del MOP.

Para el caso de puertos deportivos se realizan las siguientes recomendaciones:



- Se considera el diseño de pilote cuando se desea otorgar estabilidad al extremo de una pasarela principal flotante muy extensa (pilotes guía).
- Se considera el diseño de pilote cuando se desea generar pilotes de amarre de cooperación en sitios de atraque doble (flotante) que superan los 11 [m] aproximadamente.
- El corte de elevación del pilote no debe ser menos de 1,2 [m] sobre la cubierta de las estructuras flotantes.
- Los pilotes deben contar con conos de punta aguda, generalmente contruidos de fibra de vidrio, polietileno, u otros materiales resistentes a la radiación ultravioleta, para evitar la presencia y “anidaje” de aves en el extremo de estas estructuras.
- Los materiales pueden incluir: madera, acero, concreto u otros, dependiendo de las necesidades que se generen para el pilote.
- En un pilote guía, para facilitar el movimiento horizontal (movimiento oscilatorio generado por las condiciones naturales reinantes del área) de las estructuras flotantes sujetas al pilote, se puede incorporar el “sistema de rodillos”, el cual considera un set de ruedas que rodean el pilote, que permite evitar el roce de los elementos y que se presenta como alternativa a la opción de fijar las estructuras, que sin duda, con la oscilación del mar, generarían un alto esfuerzo extra en la unión y posiblemente colapsando y causando la rotura de uno o más elementos involucrados.
- Para el mejor funcionamiento del sistema de rodillos, se recomiendan pilotes octogonales de concreto, que gracias a sus paredes planas prolongan la vida útil de las ruedas.

Por otro lado, la Zona de Fondeo (o Fondeaderos) corresponde a un área determinada en el diseño de un puerto deportivo, en donde la profundidad y calidad del suelo permiten un “estacionamiento” ordenado de las naves. En esta zona las embarcaciones pueden anclar de forma segura en un lecho marino de mayor sujeción para el ancla.

Se debe considerar lo siguiente:

- El borneo de una embarcación deportiva se reducirá si se realizan fondeos a varias anclas, o uno tipo boya y muerto.
- La profundidad de esta zona dependerá de la nave de diseño y condiciones naturales, igual que el resto de las vías de navegación.
- Generalmente las zonas de fondeo aparecen señaladas en las cartas náuticas.
- El tipo de fondo es determinante para el fondeadero y la zona debe estar resguardada de los vientos y corrientes.
- Los fondos arenosos son idóneos para evitar que el ancla “arrastre”. Los de piedra o algas son, en menor medida, recomendados.



- Se debe evitar diseñar estas áreas muy cerca de zonas turísticas que puedan terminar perturbando el paso normal de embarcaciones o usuarios del litoral.
- Los cables que se utilicen para fijar muertos o boyas deben estar tensos para mantener las estructuras flotantes en posición estable.

4.5.4. OBRAS DE PROTECCIÓN Y DEL BORDE COSTERO

Todos los elementos de una dársena se calculan en base a una estabilidad propia de una zona protegida, pero estas condiciones no siempre se encuentran en costas como las de Chile, en donde su mayoría se observa expuesta al oleaje oceánico. Es por esto que se debe examinar la incorporación de obras de protección tales como Dique Rompeolas, Muros Verticales u otros según corresponda.

Al igual que para el diseño de pilotes, existe material conocido, del extranjero y nacional (normas), que facilitan el diseño de estas obras de protección y del borde costero.

Respecto del diseño de un puerto deportivo se debe tener en cuenta que cuando el área del proyecto no cuente con condiciones hidrodinámicas protegidas y sea imposible proporcionar condiciones de operatividad a la zona de emplazamiento del puerto deportivo, se deberá considerar la incorporación de una obra de abrigo (dique rompeolas). Esta estructura deberá proporcionar resguardo del oleaje reinante y disminuir los daños del clima dominante, a modo de asegurar el buen funcionamiento, operatividad y maniobrabilidad en la dársena y seguridad para las personas que utilicen las instalaciones.

Por otro lado, es fundamental contar con obras de conexión entre la dársena y el borde costero, estas corresponden a Rampas y Muelle(s), que serán descritos a continuación:

4.5.4.1. Rampas

Respecto de las rampas se recomienda:

- Un puerto deportivo, desde el punto de vista de seguridad frente a emergencias, debería contar con un mínimo de 2 rampas de servicio, cubriendo posibles secciones que no tengan otra alternativa para evacuar.
- Debería contar con pasamanos o barandilla a ambos lados de la rampa.
- La superficie de la rampa debe ser de un material áspero que asegure la tracción de quienes transitan por ella.
- Las placas de transición (que son aquellas planchas que sirven para unir el extremo de la rampa con la pasarela marginal o pasarela principal), bajo ninguna circunstancia debe exceder una pendiente de 1:12.

Cuando las rampas sean diseñadas para agua costera se recomienda:



- Pendientes de 3:1 máximo en 0.00 NRS o mayor.
- Pendientes de 2,5:1 bajo 0.00 NRS.

4.5.4.2. Muelle(s)

Respecto de los muelles se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Los muelles o puentes, que al igual que las rampas sirven para unir las estructuras flotantes con la línea de costa (tierra), se pueden diseñar exclusivamente para el uso de personas o es posible diseñar muelles que contemplen el paso de personas, vehículos y equipos de apoyo para movilizar embarcaciones náuticas.
- Debido que los diseños se hacen en territorio constantemente sometido a sismos y tsunamis, se debe tener especial cuidado en el diseño sísmico de los elementos que componen un muelle.
- En ambos casos (muelles o puentes) se debe incorporar al diseño el uso de barandillas o pasamanos. Esto, para poder evitar accidentes de caídas de personas, equipos, vehículos, etc.

A continuación, se seguirá con el resto de estructuras complementarias generales que deben tomarse en consideración para el diseño de puertos deportivos.

4.6. ANALISIS DE OPCIONES DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS SECUNDARIAS EN PUERTOS DERTIVOS

Toda estructura que no fuese mencionada en el punto anterior, será considerada como Estructura Secundaria.

Por ende, se indican algunas de estructuras secundarias, que aportan en complemento a las necesidades de un puerto deportivo:

4.6.1. ÁREA DE RESPALDO O EXPLANADA

Fuera de la dársena existen aquellos elementos que unen ésta con la línea de costa (tierra), tales como muelles, rampas o pasarelas, que ya fueron mencionadas en los puntos anteriores, pero siguiendo hacia la zona terrestre del puerto deportivo se encuentran otra serie de áreas que apoyan el funcionamiento y operatividad de estos proyectos.

La explanada entonces, corresponde al área terrestre que contiene todo aquellas estructuras que facilitan el acceso de embarcaciones al mar, como las grúas y por otro lado elementos de resguardo de embarcaciones en seco (fuera del agua) como los Varaderos.



En general, los varaderos, o también pueden llevar el nombre de diques secos o guardería, sirven para resguardar embarcaciones fuera del agua.

En algunos puertos deportivos de Chile, específicamente los clubes de yates poseen y consideraron dentro de su diseño, este tipo de espacios, en algunos lados previstos de techumbre (tipo galpón) para guardar seguras las embarcaciones en temporada invernal o cuando no se está practicando actividades náuticas. Por otro lado, en Puerto Deportivo Valparaíso es posible encontrar este espacio como un servicio de arriendo en el cual cualquier persona que pueda costear el servicio puede acceder al espacio sin restricciones.

Respecto de los Varaderos, se debe considerar lo siguiente:

- Los varaderos deben estar resguardados del oleaje dominante de la zona, a modo de garantizar la protección de estos en época de temporales, sobre todo en costas abiertas, donde las marejadas suelen dañar considerablemente las dársenas traspasando incluso hasta la explanada.

En el caso de las Grúas, como otro elemento presente en la explanada, es importante señalar que:

- El área de apoyo de la grúa puede estar incluido en el diseño del muelle, o será posible incorporarlo en la línea de costa como elemento fijo para las maniobras de acceso y salida al mar de embarcaciones.
- Otra opciones considerar las grúas "Travel Lift" (que serán mencionadas más adelante) y que en el diseño de la explanada debe considerar, además de las solicitudes de pavimentación del sueño, el área de giro y tránsito por donde operará este tipo de grúa. Además se debe considerar el espacio para resguardarla cuando no esté en uso.

4.6.2. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se consideran obras complementarias del área de respaldo a estaciones de servicio, astilleros, casetas de seguridad, estacionamiento y cualquier otro elemento de apoyo a servicios primarios y secundarios (ver punto 4.7.).

El astillero es un establecimiento donde se construyen y reparan buques. En Chile no es común ver puerto deportivo con astillero incluido en sus instalaciones, pero es importante considerarlo para diseños donde el tránsito de embarcaciones sea considerablemente grande y más aún si se recibirán embarcaciones del extranjero o tripulaciones de periodos de navegación largos, que ante una eventualidad dependerían de las instalaciones para reparar cualquier en puerto la embarcación náutica.

Respecto de la caseta de seguridad, es importante que se cuente con el espacio apto para el trabajo de personal de seguridad. Ésta debe estar dispuesta de forma estratégica para



resguardar de forma eficiente el ingreso de personas al puerto deportivo. Es común observar casetas de seguridad en clubes de yates de Chile, no así en PDV de acceso público.

En cuanto al estacionamiento, es de suma importancia y necesidad la incorporación dentro del diseño, de espacios para estacionamiento. Esta zona debe considerar lo siguiente:

- Espacios para un vehículo estacionado.
- Espacio para vehículos recreacionales.
- Espacio para vehículos con tráiler.
- Espacio para vehículo recreacional con tráiler.
- Los estacionamientos no tienen que ser específicos para cada diseño de puerto deportivo, pero sí o sí, debe cumplir con las normas chilenas correspondientes.
- Se debe considerar el acceso a los estacionamientos. En caso de que la entrada de vehículos al puerto deportivo sea por un costado de la calle transitada, se debe tener en cuenta la altura necesaria para que pasen veleros con astas por esa zona y posterior a eso evaluar la altura del tendido eléctrico (que en Chile están a la vista colgados por medio de postes de luz) y de ser necesario solicitar, para ese tramo, un cambio por tierra de los cables del tendido eléctrico y de esa forma liberar el paso respecto de la altura.

Además de lo mencionado, se debe considerar en la explanada cualquier otra obra de apoyo para los servicios primarios y secundarios (Ver punto 4.7.), esto puede incluir incluso un tanque subterráneo en la tierra para establecer una estación de gasolina (donde se debe seguir toda la normativa existente en Chile, para evitar problemas de filtración y contaminación del área).

4.7. SERVICIOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS PARA PUERTOS DEPORTIVOS

En un puerto deportivo, los servicios prestados dependerán de las características funcionales de las naves de diseño que se consideren. Esta distinción se hace principalmente en el caso de diseñar para embarcaciones a motor y vela, o solamente diseñar para embarcaciones a vela, ya que los requerimientos de operación de las naves a motos son diferentes, como por ejemplo, que necesitan gasolina o algún tipo de combustible para funcionar.

Es importante mencionar que aunque siempre se deben considerar un mínimo de servicios, existen casos muy simplificados en este aspecto. Un ejemplo es Puerto Deportivo Valparaíso – Valparaíso, que como ya ha sido descrito, no cuenta con servicios de carga de combustible, o instalaciones eléctricas en la dársena, entre otros.

A continuación serán propuestos aquellos servicios primarios y secundarios generales para el diseño de un puerto deportivo, considerando que éste estará planificado para la presencia de embarcaciones a vela y motor.



4.7.1. SERVICIOS PRIMARIOS

4.7.1.1. Electricidad

Es importante contar con conexiones de energía eléctrica para las embarcaciones que lleguen a puerto. Para ello se sugieren conexiones por medio de pedestales que permitan el fácil acceso, pero de forma segura, a la carga de electricidad.

Se deberán cumplir con todas las normas chilenas eléctricas relevantes, con el fin de que el voltaje sea el correcto para las conexiones, los pedestales sean seguros, así como también para las cañerías o sistema de cableo en la dársena del puerto deportivo.

El abastecimiento de energía eléctrico dependerá directamente de la demanda esperada para el puerto, por lo que se debe tener en cuenta que la capacidad de suministro sea diseñada para suplir necesidades futuras.

Por último, no solo se debe considerar el diseño de pedestales, también se debe estudiar todo el tendido eléctrico del puerto, incluyendo toda edificación y estacionamiento de la explanada, y por otro lado la iluminación, que deberá tener la intensidad (nivel lumínico) correcta para espacios viales o zona de muelles y pasarelas, entre otros.

4.7.1.2. Agua Potable

Es fundamental contar con conexiones de agua potable para abastecer a medianas y grandes embarcaciones. Al igual que la electricidad, se sugieren diferentes disposiciones de pedestales con conexión a llaves de agua potable para suministrar a las embarcaciones que atraquen.

Además se debe considerar conexión de agua potable para el resto de las instalaciones y edificaciones que puedan ser diseñadas en el puerto, tales como Baños y Duchas. Al igual que con la electricidad, la red de cañerías y las consideraciones de seguridad para no causar contaminación de ésta se debe realizar ceñido a la normativa chilena relevante.

La red de agua potable se debe diseñar con un sistema de canalizaciones a presión y el caudal deberá ser determinado en base a la flota que se espera en el periodo de tiempo más solicitado, que generalmente corresponde a la época estival.

Se deben tener en cuenta los desagües que deberán recolectar toda el agua de saneamiento, y por otro lado, la red de drenaje de pluviales, que tiene por finalidad el evitar contaminación del lavado de la superficie por las lluvias (el suelo puede acumular hidrocarburos o materiales gruesos o finos en suspensión).

4.7.1.3. Combustible (cuando el diseño contemple embarcaciones a motor)

Es necesario disponer de algún modo de carga de combustibles o fuentes de energía portable como lo son las bombas (estaciones) de diésel, bencina o petróleo, LPG (propano – C₃ H₈ o butano – C₄ H₁₀) o LPG en tanques.



Es posible considerar pedestales de conexión para la carga de combustible, pero se debe tener mucho cuidado con el sistema de bombeo y cañerías de ésta, dado que la falla de alguno de los mecanismos podría causar grandes daños al ecosistema. En este caso, al igual que con el resto de servicios, el diseño se debe ceñir a las normas chilenas relevantes.

Importante: en caso de tener capacidad para recibir embarcaciones de alta mar, o cuyas características incluyan baños, entre otros), será indispensable disponer de bombas de descarga de residuos.

4.7.2. SERVICIOS SECUNDARIOS

A continuación se recomendarán algunos de los servicios secundarios que también se pueden incorporar al diseño de puertos deportivos, algunos de utilidad y otros de gran atractivo para los usuarios.

4.7.2.1. Comunicación

La disponibilidad de conexión telefónica, internet u otros métodos, deberán ser considerados especialmente cuando se espere el atraque de naves mayores de navegación oceánica y dispongan de sistemas digitales/GPS, y otros instrumentos deban ser conectados a una señal local o simplemente conexión a internet.

Generalmente se diseña una sala de equipos de telecomunicaciones (en la explanada, idealmente en zona segura del clima dominante) que alberga todos los sistemas en un mismo espacio.

4.7.2.2. Tv – cable

Otros servicios de televisión, cable digital y otras formas satelitales servirán para proporcionar un complemento a aquellas embarcaciones que, por ejemplo, necesitan atracar por largos períodos de tiempo.

4.7.3. SERVICIOS ADICIONALES (POTENCIALES)

Otros servicios que se consideran en algunos puertos deportivos de mayor envergadura, pueden incluir desde restaurantes hasta hoteles 5 estrellas, entre otros.

En Chile, se observan servicios potenciales turísticos como escuelas de navegación, escuelas de buceo, surf, etc. Por otra parte, servicios hoteleros, de hospedaje de pasajeros en llegada de grandes cruceros (cuando los puertos deportivos coexisten con puertos grandes), etc.

Otros servicios potenciales pueden ser:



4.7.3.1. Reparación

Este servicio consiste en la asistencia técnica de personal capacitado y espacio físico para reparar velas, motores, entre otros.

Este servicio queda incorporado si en el diseño se considera la construcción de un astillero, como ya fue mencionado anteriormente.

4.7.3.2. Venta de velas

Este servicio, aunque costoso, potencia cualquier puerto deportivo capacitado para recibir gran variedad de embarcaciones deportivas y de recreación, preparándolos para eventos como “regatas”, viajeros transoceánicos, entre otros.

4.7.3.3. Oficina de aduana o extranjería

En caso de arribo de embarcaciones extranjeras, es un servicio potencialmente importante para aquellos puertos deportivos diseñados para recibir a capitanes de alta mar, entre otros.

Terminando en análisis de los principales aspectos de diseño que se pueden considerar para un puerto deportivo costero en Chile, a continuación se presentarán algunos aspectos constructivos relevantes para este tipo de proyectos.

4.8. ALGUNOS ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS PUERTOS DEPORTIVOS

Lo indicado en los puntos anteriores de este capítulo considera las variables técnicas relacionadas con las embarcaciones, operatividad y otras consideraciones relativas a la embarcación y equipos de tierra. Sin embargo, dada la naturaleza de algunas obras civiles, el proyecto del puerto deportivo podría quedar condicionado, a lo menos en parte, a la metodología de construcción de alguna de sus obras.

4.8.1. OBRAS TERRESTRES

Se considerarán “obras terrestres” de un puerto deportivo aquellas que dicen relación con las actividades NO relacionadas con las operaciones propias de embarcaciones en el límite de la porción de agua y/o poza de abrigo, sin considerar muelles y/o malecones paralelos a la línea de atraque.

Las obras terrestres, si bien pueden llegar a tener una participación importante en el presupuesto destinado a la construcción del Puerto Deportivo, no varían el proyecto de manera significativa como lo hacen las obras marítimas ya que están condicionadas al entorno físico “fijo” o “no dinámico” el cual es conocido por medio de la topografía previa que se debe realizar al área del proyecto.



La actividad predominante en la construcción de las obras terrestres es la ejecución de la denominada “explanada” elemento donde se emplazarán la serie de instalaciones y zonas de circulación tanto de equipos y personas. El gran esfuerzo de diseño y construcción de la explanada es dar cabida a todos los espacios y de la misma manera llegar a cada uno de los niveles de referencia (calle y/o espacios públicos hasta las cercanías de zonas de atraque).

Dependiendo de la topografía del lugar y de la forma en que fue concebido el proyecto deberán ejecutarse trabajos que podrían considerar rellenos y/o complementos al terreno para alcanzar niveles indicados en los planos. Esta tarea es usualmente no revierte mayores desafíos salvo que haya que cubrir grandes pendientes del terreno, situación que de todas maneras debía ser prevista en los análisis previos.

Descontando esta última situación, tanto la maquinaria como los métodos constructivos son relativamente conocidos y estandarizados para la mayoría de las empresas constructoras, dado que los trabajos que no consideren obras en agua se “facilitan” desde la perspectiva de ejecutar rellenos o cortes en el terreno con maquinaria convencional y minimizando los riesgos asociados al clima marítimo.

Dentro de las obras terrestres se pueden considerar además las obras civiles y edificaciones, que si bien no son foco de esta memoria, es necesario indicar que deben ser funcionales a los servicios que se entreguen en el proyecto. Una de las edificaciones más relevantes corresponde a las que prestan servicios a las embarcaciones ya que deben estar provistas de servicios como:

- Electricidad para múltiples trabajos de reparación y/o mantención de embarcaciones, ventilación, iluminación y fuerza para carga de equipos y baterías,
- Agua potable para lavado de embarcaciones y motores posterior a su uso en el mar,
- Alcantarillado y/o sistemas de recolección de aceites y/o otros químicos para procesos de mantención de motores.
- Etc.

En otra dimensión, estas estructuras deben estar diseñadas con las dimensiones acordes a las embarcaciones que emplearán esas instalaciones. Muchas veces la eslora y manga no son los únicos parámetros que indican en el diseño de los gálibos de estas instalaciones, sino también las dimensiones de quillotes y mástiles los cuales no siempre son posibles de remover de las embarcaciones o veleros. Considerando estas variables, usualmente se construyen galpones (cuando los presupuestos lo permiten) para albergar las embarcaciones, de lo contrario, se destinan espacios libres para el acopio de naves considerando las variables de alturas. Es usual ver que estos espacios están libres de tendidos eléctricos que pudieran interferir en los espacios de circulación de las naves lo cual finalmente se convierte en un criterio de diseño para las obras terrestres de un puerto deportivo.



4.8.2. OBRAS MARÍTIMAS

Los aspectos constructivos de las obras marítimas revierten un análisis más complejo desde la perspectiva de que muchas veces lo calculado y proyectado no depende necesariamente a las ecuaciones o condiciones de diseño derivadas de las condiciones marítimas sino que finalmente dependen directamente de aspectos como:

- El método constructivo a emplear,
- Las maquinarias y/o tecnología disponible para la ejecución de los trabajos,
- Los materiales definidos y/o disponibles para la ejecución de los trabajos,
- Profundidades de emplazamiento de las obras marítimas,
- Condiciones climáticas marítimas, etc.

Como fue señalado en capítulos anteriores, un puerto deportivo puede disponer de diversos elementos para su configuración. Por ejemplo, en el caso de disponer de rampas para lanzar embarcaciones al agua, estas deberán diseñarse de tal manera de albergar la manga de la nave máxima de diseño y deberá tener su inicio en la cota de la explanada y/o zona de circulación de embarcaciones y vehículos, asimismo la cota inferior de la rampa de varado deberá estar en un punto que permita el calado más el resguardo bajo la quilla y/o bajo el nivel de la hélice del motor. Es necesario destacar que se emplean rampas de varado para el lanzado al agua, idealmente para embarcaciones tipo lanchas, botes menores o sodiac, los cuales no poseen orza o quillote bajo ellos. La materialidad de la rampa de varado es usualmente en Chile de hormigón armado.

En línea con lo anterior, para embarcaciones que posee grandes dimensiones tipo veleros que disponen de mástil y quillote, las estructuras marítimas varían desde malecones hasta muelles. Estas deben diseñarse considerando variables como:

- Distancia desde las zonas de circulación de maquinarias y equipos, ya que deben conjugar las cotas de explanada o zonas de circulación y las profundidades en la poza o porción de agua donde se botará la embarcación.
- Profundidades de diseño y circulación en la porción de agua.
- Condiciones de borde de obras civiles, es decir obras marítimas ejecutadas como obras ganadas al mar o zonas cedidas al mar.
- Configuración de los estratos de suelo donde se plantea ejecutar las obras ya que condicionan el diseño de muros conformados por bloques de hormigón, muros de hormigón armado y tablestacados.

Para el caso de malecones que sirvan para el atraque estos podrán materializarse por medio de muros de hormigón armado tipo cantiléver, muros de bloques de hormigón en masa o tablestacado. Cada uno tiene limitaciones y ventajas dependiendo de las condiciones de construcción y dependerá del presupuesto disponible. Si bien esta memoria no tiene su foco en el diseño de estos elementos, los aspectos constructivos implican que los muros cantiléver tendrá una mejor opción de ser empleados en zonas donde el sello de fundación



se encuentre preferencialmente en la zona intermareal ya que se facilita su ejecución. Esta misma condición se genera para los muros de bloques de hormigón en masa.

Cuando al diferencia de marea es mayor y la mecánica de suelos lo permite indicando la presencia de estratos principalmente arenosos, el empleo del tablestacas ya sea metálicas o de PVC permite generar frentes de atraques continuos y verticales lo que favorece las maniobras en esta zona y permite ganar profundidades para las operaciones náuticas.

Si el proyecto no permite concebir obras marítimas que permitan ganar profundidad para concretar una obra tipo malecón entonces se podrá optar por una estructura tipo muelle transparente el cual penetre en la porción de agua definida para poder lanzar y recoger embarcaciones desde el agua, actividad ejecutada usualmente por una grúa o pescante. Los métodos constructivos de muelles se describen en la literatura técnica, especialmente en el texto “Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas”.

Especial cuidado se debe tomar para el diseño de rompeolas o molos de abrigo. Estas obras que usualmente se diseñan por medio de formulaciones empíricas están condicionadas constructivamente a una serie de variables que pueden hacer variar el diseño original. Algunas de estas variables dicen relación con:

- La geometría del rompeolas: si bien el diseño (por ejemplo) podría considerar una geometría relativamente esbelta, esta estructura marítima debe considerar la actividad del paso de camiones y/o máquinas retroexcavadoras o grúas para la colocación de núcleos, filtros y coraza del rompeolas. Esta situación constructiva se transforma finalmente en un criterio de diseño para este tipo de obras.
- Las materialidades disponibles de acuerdo al diseño: si el proyecto ha considerado el empleo de roca para la materialización del molo, se debe tener en cuenta los parámetros propios del material para cumplir con las ecuaciones del diseño hidráulico y estructural del sistema. Un lineamiento al respecto de este punto se da en el documento “The Rock Manual” del CIRIA-CUR, Capítulo 3, tabla 3.12, en donde se establecen parámetros de medición por medio de diferentes ensayos, para la determinación de la calidad de la roca a emplear.

Asimismo, si el diseño considera el empleo de elementos prefabricados de hormigón especialmente para la coraza, la metodología constructiva puede ser aún más condicionante, no sólo por el hecho de que los elementos prefabricados requieren una fabricación en condiciones controladas (protegidas de viento, humedad, temperaturas extremas, etc), sino que también la colocación se debe realizar extremando las maniobras ya que estos elementos deben mantener su integridad tanto en el servicio como el proceso de colocación en la coraza del rompeolas.

En este caso particular esta es una de las obras marítimas que más expuesta se encuentra a la variabilidad climática y dependerá de ello los días disponibles para concretar la obra.



4.8.3. DRAGADOS

A pesar de que una de las principales condicionantes de diseño de puertos deportivos es la profundidad de la zona de operaciones y atraque para las embarcaciones, muchas veces se hace necesario “ganar profundidad” en zonas que naturalmente no tienen suficiente calado para generar una dársena. En este caso es necesario realizar trabajos de extracción de material (sedimento, rocas, etc.) del lecho marino, para lo cual es necesario establecer un diseño de profundización del área o dragado. Este proceso estará sujeto a la caracterización del material de fondo y las posibilidades de extracción del material. Las maquinarias y metodología de extracción condicionarán estas faenas y a su vez, podrían determinar las profundidades máximas a las que se pueda llegar con estas tareas.

Dependiendo de la metodología constructiva de esta tarea, las obras civiles anexas deberán considerar el peso de las maquinarias que realizarán el dragado por lo que ésta condicionante de diseño debe ser considerada en esas obras civiles.

Se debe hacer hincapié en los cuidados que se deben tener durante este proceso, dado que la extracción de material podría evidenciar restos arqueológicos, históricos, entre otros, debiendo informar a las autoridades pertinentes y suspender las faenas hasta que se otorgue autorización de seguir trabajando en la zona sin generar daños a restos protegidos, lo que en ocasiones implicaría modificar o ajustar los planes de dragado o diseño para poder continuar, lo que podría ralentizar la obra.

4.8.4. MATERIALES COMÚNMENTE UTILIZADOS EN PUERTOS DEPORTIVOS (EXPERIENCIA EN CHILE)

Para efectos de este trabajo, se hará mención a los principales materiales que actualmente han sido incorporados a la construcción de las zonas de atracadero de puertos deportivos del mundo y en Chile (Ejemplos: Club de Yates de Algarrobo y Yacht de Recreo) (ver capítulo 3).

En las estructuras construidas en Chile, específicamente referido a lo que se encuentra en la dársena, es posible encontrar estructuras de hormigón armado o liviano (hormigón de áridos livianos – naturales o artificiales –, hormigones con aire incorporado en su masa – cavernoso, aireado –), acero, madera, y más recientemente estructuras flotantes de polietileno de alta densidad, entre otros.

En el extranjero hace más de 70 años que ya se comenzó a incorporar estructuras flotantes, pontones flotantes, fingers flotantes, etc., debido a los beneficios que aportan a un puerto deportivo. En terreno, se observaron casos nacionales que ya siguen esta tendencia.

Algunos beneficios de las estructuras flotantes:

- Facilidad que presenta su mantención y/o remplazo de piezas.
- Compatible con las diferencias de marea.



- En caso de eventos naturales especiales, como un tsunami, el sistema reforzado, pero flexible que permiten solamente movimientos verticales, reduce las posibilidades de daño.

En cuanto a estructuras flotantes, es posible crear muelles, pontones y plataformas por medio de cubos o flotadores de polietileno, que se unen entre sí, símil a un puzle, y que horizontalmente pueden ser fijados a muertos por medio de cadenas o cuerdas, o fijas a pilotes hincados en el lecho marino (ver figura 24).

Algunas consideraciones importantes para la elección de materiales son:

- Disponibilidad Canteras (en el caso de diseñar obras de abrigo o relleno de talud).
- Estructuras flotantes (fabricantes y/o importadores).
- Fábricas en Chile.



Figura 24: Ejemplo de estructura flotante de polietileno en forma cubos
Fuente: Nautixespo – Salón Online Náutico y del Sector Marítimo²¹

²¹ Según <http://www.nauticexpo.es/prod/candock-inc/product-22725-431971.html>, 23 de Septiembre 2015



5. PROPUESTA PARA IMPULSAR LA INCOPORACIÓN DE PUERTOS DEPORTIVOS DE USO PÚBLICO EN CHILE

En este capítulo se indaga de manera general, en aquellos aspectos que comprenden las posibles formas de incorporar la participación del Estado de Chile y sus administraciones, en proyectos de puertos deportivos (PD) en el país.

Para el general de la población en Chile, acceder a estos sitios es algo difícil, ya que estos establecimientos, que son los que cuentan con los espacios necesarios para actividades náuticas, son de acceso privado (clubes de yates), volviéndose ésta la principal razón de enfatizar las posibilidades que tiene Chile de darle mayor protagonismo los puertos deportivos “no privados”.

De acuerdo a la información que se ha estudiado hasta este punto en la presente memoria, es posible analizar a fondo el concepto y contexto del “uso público”, permitiendo tener una perspectiva crítica y realista, información que puede ser aplicable a cualquier puerto deportivo de Chile con el fin de impulsar la participación directa del estado en el mundo de la náutica, favoreciendo el acceso al público general, al mismo tiempo de potenciar los deportes y turismo náutico de manera cotidiana. Para esto es necesario, en primer lugar, definir el concepto de “uso público”.

5.1. CONCEPTO DE “USO PÚBLICO”

Este concepto tiene múltiples interpretaciones bajo el punto de vista de quien lo utilice y también de las políticas gubernamentales de cada país, por lo que para simplificar su comprensión, en el presente capítulo se definen dos aspectos; el “aspecto legal”, que abarca todo aquello relacionado a esta terminología en normas, leyes u otros documentos de Chile, y por otro lado se define el “aspecto general”, que corresponde al contexto actual de la frase en cuestión y el contexto en que se entenderá y definirá el “uso público” en la presente memoria para ser utilizada en puertos deportivos de Chile.

5.1.1. Aspecto Legal:

Para acotar este aspecto, en Chile (como ya se mencionó en el punto 3.1.3.) existen leyes y normas que regulan desde permisos, inscripciones y licencias de navegación, hasta las autorizaciones de zarpe y arribo de embarcaciones en los puertos, así como también aquellos permisos para el acceso de embarcaciones extranjeras.

Es posible, mediante definiciones oficiales y leyes vigentes en Chile, generar una definición legal del “uso público” en el país:



La legislación en Chile no establece la definición específica de que se debe entender por “uso público”, siendo esto una deuda pendiente de la administración con el régimen regulador de los bienes destinados al uso de todos los habitantes de la república.

Es por esto que, para definir que se entenderá por uso público, se debe comenzar desde lo más profundo del análisis lingüístico. Etimológicamente la palabra uso proviene del Latín “usus”, sustantivo derivado del verbo “uti” que se refiere específicamente a la acción y efecto de usar; y la palabra público también deriva del latín “publicus” y esta a su vez de “populicus”, que se refiere a un adjetivo de pertenencia que significaba lo perteneciente al “populus” que hace referencia al pueblo, por lo que apegado a la etimología estaríamos frente a tener que entender el uso público como aquello que está destinado a ser utilizado por el pueblo. Esta definición en estricto correcta, plantea un problema, el cual es la amplitud del concepto por lo que no se entendería la real aplicación a un puerto deportivo, en los términos del presente trabajo.

Desde un punto de vista legal, como se comenzó planteando no hay respuesta a esta interrogante, es por ello que se debe realizar un trabajo de materialización y adaptación de preceptos legales para lograr un concepto que pueda generar una real aplicación en el contexto normativo y social de Chile.

En primer lugar se determinará cuál es la definición o concepto que se debe tener respecto de la palabra “uso”. Legalmente el término “uso” hace referencia a varios articulados y temáticas. Dentro de éstas, la que permite obtener un concepto más cercano a qué se entenderá por “uso público” en este trabajo, es aquella que hace referencia a la facultad del dominio denominada “uso”, que en la doctrina se define como aquella facultad que permite al propietario de una cosa servirse de ella.

En segundo lugar, el concepto “público”, se comprenderá en su sentido natural y obvio, por lo que se entenderá respecto de lo perteneciente al estado o sus instituciones y es controlado por ellos, esta definición guarda perfecta sincronía con la clasificación de los bienes que establece que “Se llaman bienes nacionales aquellos cuyo dominio pertenece a la nación toda. Si además su uso pertenece a todos los habitantes de la nación, como el de calles, plazas, puentes y caminos, el mar adyacente y sus playas, se llaman bienes nacionales de uso público o bienes públicos. Los bienes nacionales cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes, se llaman bienes del Estado o bienes fiscales”²².

Ahora para efectos del presente trabajo, y a falta de un pronunciamiento de la legislación, se definirá “uso público” como “aquella utilización que pertenece a todos los habitantes de la república, sean estos chilenos o extranjeros, y cuya administración dependerá directamente por el fisco o la entidad privada que realice esta labor por cualquiera de los medios legales disponibles en la legislación chilena”.

²² Según el Código Civil de Chile, art. 589.



5.1.2. Aspecto General:

Es importante delimitar el concepto “uso público” referente a las posibilidades y realidades del país. Para lograr este objetivo, es posible resumirlo en dos factores principales:

5.1.2.1. Factor económico

Con respecto a lo económico, es usualmente malentendido que la expresión “uso público” está asociado a la “gratuidad” de lo que se hable, ya sea este un servicio o espacio. Por ejemplo, las playas del país son bienes nacionales de uso público y todos los Chilenos tienen libre acceso a ellas, pero cuando se hace referencia al “uso público” de un espacio, esto implica que no es privado, no directamente gratis.

En base a esto, se destacan las grandes diferencias que existen hoy en los puertos deportivos de Chile:

Tabla 8: Comparación entre puertos deportivos privados vs públicos.

	Recintos Privados	Recinto Público
Postulación	Proceso de postulación vía invitación de otro miembro de la sociedad	Sin postulación
Membresía	Se confirma la membresía realizando el pago de un monto inicial millonario	Sin membresía obligatoria
Mensualidad	Pago mensual/anual para mantenerse socio de clubes de yates y tener acceso a los beneficios de las instalaciones	Sin mensualidad
Restricciones	Se limita el acceso de personas acompañantes (sin membresía) de socios de clubes de yates	Sin restricciones de este tipo

Fuente: Elaboración propia.

Si bien en la tabla 8 se entienden grandes diferencias económicas en el proceso de membresías y mensualidades, que generan automáticamente una exclusión en los puertos



deportivos privados de la mayoría de los quintiles²³ de Chile, no implica la gratuidad de los espacios de “uso públicos”.

Para que un recinto de esta envergadura sea llamado de “uso público”, deberá hacer accesible, simple y económicamente sostenible la participación de cualquier persona en ellos. Esto se entiende dado que de lo contrario, altos costos reducen las posibilidades de aquellos cuyos recursos actualmente no les permite participar de actividades náuticas, siendo totalmente incongruente el incluir enormes cobros para asociarse a un puerto deportivo, no así impedir la realización de cobros que permitan la sustentabilidad del lugar, gastos asociados a la mantención, sueldos y por otra parte y como toda empresa, generar ganancias, que se traduce en cobros por concepto de arriendo de espacios, embarcaciones, rampa, grúa, etc. y/o también de clases, instrucciones, paseos, entre otros.

Es por ello que, teniendo en cuenta todo lo recién mencionado, para efectos de la presente memoria, cuando se hable de “uso público”, no deberán ser considerados en efecto todos aquellos factores excluyentes, logrando así generar una real diferencia que facilite la inclusión desde la brecha económica.

5.1.2.2. Factor social

Respecto al entendimiento popular del término “uso público”, éste se asocia directamente a que el espacio o servicio es de libre acceso, es decir, que cualquiera lo puede utilizar.

Asociado a los puertos deportivos, es un término un tanto desconocido, ya que la realidad de Chile es que la náutica se desarrolla en el mundo privado y hasta la fecha no existen políticas públicas por parte del estado para cambiar y/o fomentar esta asociación de conceptos.

Facilitando el ingreso a este tipo de infraestructuras no solo se genera un aumento del turismo costero, sino también el comienzo, a largo plazo, de un cambio cultural respecto a las actividades náuticas. Este último cambio se vería reflejado en una disminución de la concepción generalizada que actualmente tiene la náutica nacional, es decir, de que dichas actividades náuticas, actualmente de “alto costo”, se encuentran destinadas a un grupo mínimo de gente.

Por ende, el concepto será definido como:

Puerto Deportivo de “Uso Público”: Aquel que cuenta, como mínimo, con las instalaciones básicas necesarias para el funcionamiento y operación de embarcaciones náuticas de índole deportivas y recreacionales y cuyo ingreso, independiente de la administración que se considere, será un servicio de libre acceso a la población, sin la necesidad de membresía y con costos asociados solo al arriendo de espacios, equipos y/o embarcaciones, uso de estructuras costeras y/o de herramientas, asistencia de profesionales o personal que trabaje en las instalaciones.

²³ Quintil: forma de clasificar a las familias Chilenas según su nivel de ingresos económicos.



De esta forma se rompe la brecha económica y social y quienes posean embarcaciones, kayaks, motos de agua, etc., podrán disponer de rampas de acceso, grúas o muelles en el borde costero, y por otro lado, quienes no posean de dichos equipos, podrán contar con arriendo de estos, todo ello sin necesidad de pertenecer a un club de yates, similar a como hoy en día opera el recinto Puerto Deportivo Valparaíso, Chile.

5.2. ESTADÍSTICAS RELEVANTES PARA LA VIABILIDAD DE PUERTOS DEPORTIVOS EN CHILE

La Directemar, año a año recopila todos los antecedentes marítimos desde las autoridades marítimas a lo largo del país. Con este material publica al año siguiente un Boletín Estadístico de acceso público (por transparencia), en que señala todos aquellos antecedentes tanto de embarcaciones como de personal, deportistas y otros relacionados a las actividades del borde costero, esto incluye actividad portuaria, pesca y actividades náuticas. Las estadísticas que presenta la Directemar muestran algunos puntos (ver anexo 3, tabla 9) relacionados a los puertos deportivos existentes en Chile, autorizaciones, cantidad de deportistas, etc.

En el gráfico 4 presenta la totalidad de deportistas náuticos que se han matriculado y por otro lado quienes tienen licencia vigente en las autoridades marítimas, hasta el 31 de diciembre del 2013.

Es importante en este punto recordar que los números observados corresponden solo a deportistas náuticos, pero no considera aquellas personas que navegan por recreación. De esta forma se puede inferir que el número de personas interesadas en la náutica, no solo son mayor al número estadístico del gráfico en observación, sino que también la capacidad portuaria para estas actividades es mucho menor en la actualidad.

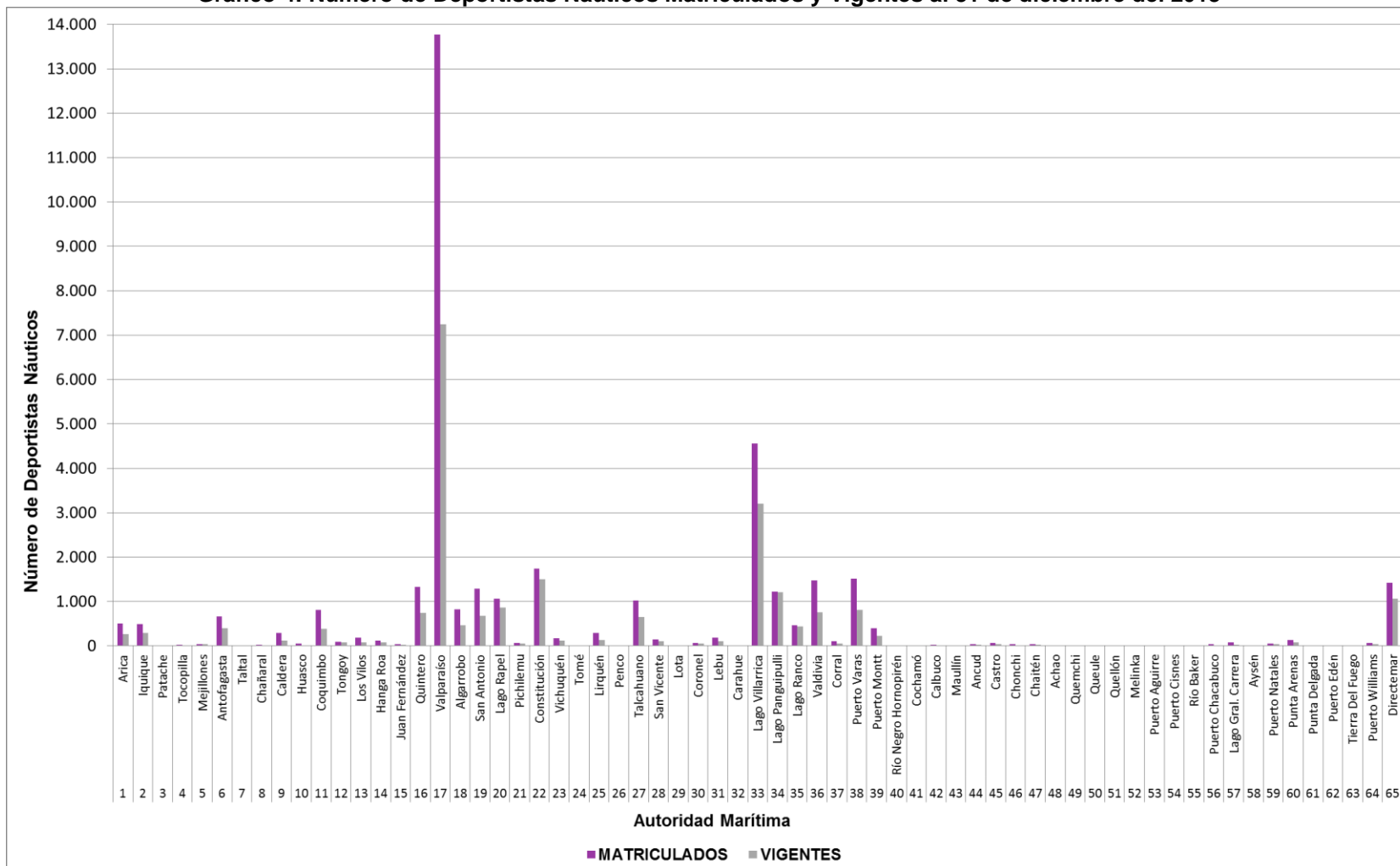
El gráfico 4 indica los datos reales de los deportistas náuticos matriculados y vigentes en la totalidad de capitánías de puerto de Chile. Se advierte en la gráfica que las diferencias entre las zonas norte y sur con respecto al centro del país son significativas, del orden de miles de personas, y si bien no existe una clara razón de por qué sucede este fenómeno dado que no va directamente relacionado a la localidad donde cada deportista practica las actividades náuticas, es posible plantear la siguiente hipótesis:

Si cada uno de los deportistas náuticos vigentes, que corresponden a 22.655 en todo Chile hasta el 31 de diciembre del 2014 (sin incluir a las personas que navegan en forma recreacional), quisiera ir a navegar por las costas de Chile de forma separada, la capacidad total de los clubes de yates de Chile se vería sobrepasada, dado que se tiene un registro de embarcaciones que suma un total de solo 3.299, valor que se aproxima a la realidad en la que se mantiene el país, específicamente la realidad del motor de deportes náuticos, que en este caso son los clubes de yates, en su formato de recinto privado.

La cantidad de deportistas náuticos (sin considerar incluso la cantidad de navegantes por recreación) corresponde a un 687% aprox., por sobre la cantidad de naves totales inscritas en los puertos deportivos (clubes de yates) en Chile.



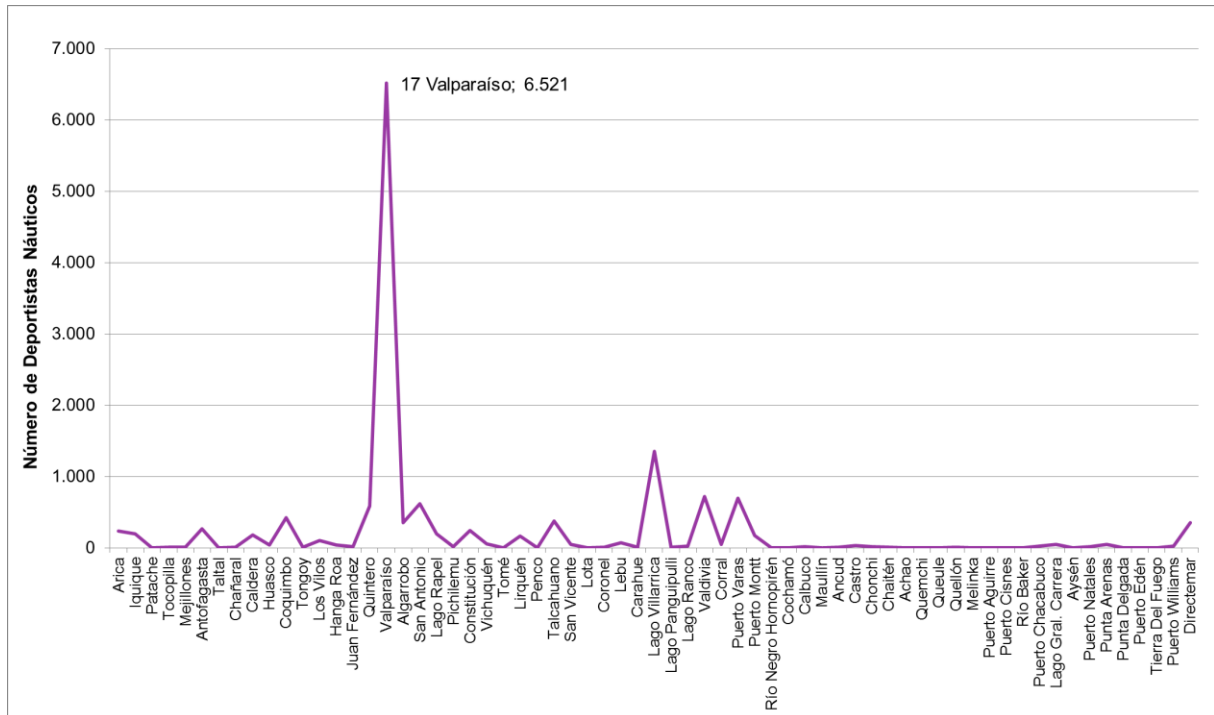
Gráfico 4: Número de Deportistas Náuticos Matriculados y Vigentes al 31 de diciembre del 2013



Fuente: Elaboración propia – datos de Boletín Estadístico 2014, Directemar



Gráfico 5: Diferencia entre Deportistas Náuticos Matriculados y Vigentes al 31 de diciembre 2013



Fuente: Elaboración propia – datos de Boletín Estadístico 2014, Directemar

En la curva del gráfico 5 se advierten las más grandes diferencias, donde el peak corresponde a la autoridad marítima de Valparaíso, con una diferencia de 6.521 deportistas que no se encuentran vigentes en los registros.

En el siguiente gráfico es posible distinguir la diferencia que existe entre aquellos deportistas náuticos matriculados y aquellos deportistas náuticos vigentes hasta el 31 de diciembre del 2013. Se distingue la distribución espacial, a lo largo de Chile, concentrándose una mayor cantidad de inscripciones realizadas en la zona central, región de Valparaíso.

Por medio de estas estadísticas es imposible identificar la real razón de la gran concentración de personas inscritas en el sector de Valparaíso, pero se presta para conjeturas sobre la ubicación geográfica en donde se concentra la mayoría de los deportistas, y existe una posibilidad de que un gran número de estas personas concentre su residencia en la capital de Chile, o en sectores de mayores ingresos, ya que actualmente esto va directamente relacionado a las oportunidades de prácticas actividades náuticas (debido a los altos costos involucrados, que ya han sido mencionados)

Si bien la Directemar hace un trabajo constante e importante recopilando información marítima, es importante señalar que respecto de puertos deportivos en Chile, es muy escasa la estadística relevante. Esto se podría traducir en un bajo interés por parte de las autoridades de comprender más el valor de la náutica en Chile, así como también las



restricciones que tienen las autoridades de obtener datos importantes, dado que casi el 100% de los puertos son clubes de yates privados.

5.3. VARIANTES SOCIO-ECONOMICAS RELACIONADAS A LA IMPLEMENTACION DE PUERTOS DEPORTIVOS EN CHILE

Es importante que el mundo de la náutica en Chile se deje de analizar como una “actividad deportiva aislada” o una “actividad elitista”, ya que si bien hasta el día de hoy la náutica, como tal, es de pocos y de quienes cuentan con membresía o acceso directo a clubes de yates, se pretende que al incorporar puertos deportivos públicos, o de “uso público”, se potencie y crezca el interés de participar en actividades de recreación y deportivas en las costas de Chile.

Estas son algunas de las posibles razones por las cuales no se ha masificado la náutica costera en Chile:

1. Como ya fue mencionado en el capítulo III, sin considerar Puerto Deportivo Valparaíso (ver punto 3.2.2.3.), en Chile no existen puertos deportivos costeros de acceso público (exceptuando en aquellos eventos, regatas de índole competitivo internacional en la cual se puede inscribir cualquiera que cumpla los requisitos de la competencia u otro medio de invitación a los recintos privados). Esto significa que las actividades que no sean de índole competitiva, como la náutica recreacional, no tienen ningún tipo de fomento, apoyo o espacio para el resto de los chilenos y turistas. Razón principal por la que a diario se ve dificultada y restringida la participación de un mayor número de personas en actividades desarrolladas en las costas de Chile.
2. Económicamente, no sólo se ven comprometidos los aranceles y gastos involucrados en membresías a clubes de yates actualmente, si no también se considera el costo de mantención, reparación y mano de obra calificada. Se genera un ciclo en el que actualmente los costos por actividad náutica son considerados altos, esto en conjunto al punto anterior dificulta el acceso de aquellas clases sociales que consideran estos costos como un exceso y/o lujo. Al no poder participar de las actividades náuticas, éstas últimas no se consiguen masificar y por ende, al no aumentar la cantidad de demanda actual, no se logra una disminución en los costos asociados, lo que cierra finalmente este “círculo vicioso”. El mayor ente comprometido es el Estado de Chile, ya que al mantenerse al margen de la náutica deportiva y recreativa del país, no ha generado cambios sustanciales para revertir este fenómeno.
3. Respecto a la historia e imagen con la que se ha proyectado en el tiempo este tipo de actividades. En la ingeniería del país, a nivel nacional, se tienen escasos y además mal interpretados conocimientos generales, por lo que los puertos deportivos son un tema poco conocido o estudiado. Por ejemplo, sobre el diseño de puertos deportivos, la cantidad de empresas privadas de ingeniería que han participado en este tipo de



obras marítimas es mínima, debido a la baja demanda que han tenido en el tiempo (considerando sólo los clubes de yates de Chile). Es necesario en este punto hacer mención a la influencia de la capacidad económica de cada familia chilena o turistas. En Chile se ha generado un pensamiento elitista, debido a que las familias más acomodadas del país (clase alta) se han podido involucrar desde pequeños en el desarrollo de las actividades náuticas, a diferencia de las personas de clase media a baja, quienes tienen un mayor acceso a actividades masificadas y apoyadas por parte del poder ejecutivo. Un pensamiento “popular” generalizado consiste en la creencia de que “las actividades náuticas son actividades de alcurnia”. El mal entendido genera, hasta el día de hoy, un desconocimiento sobre la existencia de puertos deportivos de “uso público”, asociando a aquellos puertos en que atracan embarcaciones deportivas y de recreación, por ejemplo veleros, corresponden a recintos privados exclusivos y construidos por “personas de grandes recursos económicos”.

Variantes a considerar para implementar un puerto deportivo en Chile:

1. Proceso administrativo: Es posible realizar un puerto deportivo en Chile a través de concesiones, lo que otorga el uso del espacio y borde costero, tanto el diseño, construcción y administración de éste. En este último aspecto, la administración puede ser directamente encargada por la municipalidad de la zona a considerar o puede ser una administración privada.
2. Acceso al puerto deportivo: Se debe considerar no sólo el tránsito y crear soluciones viales compatibles con la zona de estudio, si no también adecuadas respecto a altura disponible en las rutas por tendido eléctrico, entre otros, teniendo en cuenta las características particulares de las embarcaciones (Mástil, Quilla u Orza, etc.), de modo que el acceso de embarcaciones, veleros, etc. sea lo más expedito posible. Además es necesario considerar estacionamientos aptos para el caso (sitios amplios, suficiente para el desplazamiento de, por ejemplo, remolques, carros, etc.).
3. Servicios acorde al país: Realizar estudios de mercado para determinar servicios asociados a la náutica, pero a la vez acordes a las preferencias de los chilenos y turistas que visitan comúnmente las zonas costeras, de modo de no subestimar o sobrevalorar servicios que puedan generar conflicto con la lógica implementada en puertos deportivos de “uso público”.

5.4. RECOMENDACIONES PARA PROYECTOS DE PUERTOS DEPORTIVOS DE “USO PÚBLICO” EN CHILE

Para concluir este capítulo, se describirán una serie de recomendaciones que pueden ser sencillas, pero de gran valor asociadas a enfatizar el “uso público” como una forma de desarrollar nuevos proyectos de puertos deportivos en las costas de Chile, favoreciendo la



inclusión de todas las personas en las actividades náuticas del país. Las recomendaciones son las siguientes:

- No considerar membresía. Como ya fue mencionado con anterioridad, de esta forma se incluye a cualquier persona que desee disponer de las instalaciones y se evitan costos de membresía millonarios de los actuales clubes de yates.
- Evitar el pago de “mensualidades”, reemplazándolas con el cobro por uso de un producto y/o servicio. De esta forma la persona puede cancelar sólo el costo de los equipos o servicios, incluso si no cuenta con una embarcación o equipo propio.
- Se debe evaluar la posibilidad de obtener subsidio para este tipo de proyectos de “uso público”. Respecto de este punto debe dejarse en claro que el aporte hecho por el fisco no genera la gratuidad total de los servicios ofrecidos por estos puertos deportivos. Sólo en casos calificados y principalmente en cuanto a materias de fomento de los deportes náuticos y de acercamiento de las comunidades y grupos intermedios a las actividades náuticas, se podrá considerar la obtención de fomentos tendientes a realizar actividades gratuitas para los grupos antes mencionados, estos financiamientos se podrán obtener de la postulación a capitales concursables.
- Se debe definir la recepción de una variedad importante de tipos de embarcaciones asociadas a actividades náutica, permitiendo la participación de naves de carácter turístico, con la finalidad de generar cofinanciamiento y así poder reducir los costos de operaciones asociados a los servicios básicos y complementarios que se prestaran a los distintos usuarios.
- Considerar servicios complementarios mínimos igual a un Puerto Deportivo privado, escuelas de navegación, de buceo y otras, participación en regatas, etc. Es necesario que estas entidades participen activamente en el plano de la difusión y fomento de actividades náuticas, esto porque su participación en los servicios complementarios debe ser brindada con estrecha relación a estos principios, para evitar que se genere una competencia con aquellos prestadores de servicios similares, pero que se mueven en el sistema privado, ellos porque no le sería lícito al fisco competir en un plano de superioridad o con beneficios por sobre los privados.
- Accesibilidad universal, facilidad para el arribo de embarcaciones extranjeras, lazo directo con las gobernaciones y entidades a cargo de aduanas. Respecto de este punto es necesario establecer oficinas o agentes, de aduana y de la gobernación marítima, para poder regular el tránsito e ingreso de embarcaciones internacionales. Todo esto con la finalidad de poder simplificar los procedimientos para su ingreso, abastecimiento y posterior zarpe.
- Además, cuando corresponda, se deben generar espacios para establecimiento de entes fiscalizadores como el servicio agrícola y ganadero, o la policía de investigaciones, para poder desarrollar sus actividades de control, de manera expedita, con la finalidad de prestar el mejor servicio a aquellas embarcaciones.



- Respecto de la figura de la concesión marítima, la cual es necesaria si alguna persona desea realizar actividades en las zonas costeras, es del caso tener presente que en el caso de desarrollar un proyecto de puerto deportivo de “uso público”, se realizaría por medio de la figura de la destinación, la que consiste en la facultad que posee la administración de poder destinar un bien del estado para la satisfacción de alguna necesidad, y determinar que dicho bien se explote de manera tal que consiga satisfacer dicha necesidad.
- Si bien el estado necesita justificar el gasto de recursos en una necesidad pública, para que alguna actividad realizada por él, caiga bajo el concepto de servicio público, en esta materia sería pertinente establecer que si bien no existe una necesidad pública que satisfacer, si existe la necesidad de fomentar la utilización del recurso costero, tan abundante en Chile, y poder dar uso a kilómetros de costas que hoy no generan mayores ingresos para la administración.
- Concepto de “Libre Acceso”, respecto de éste, se establece que consistiría en facilitar la utilización de las instalaciones a toda persona que desee realizar deportes náuticos, sin mayores gastos que los asociados a los servicios prestados efectivamente por el puerto deportivo y la facilitación, a precios accesibles, de equipamientos para quien desee incursionar de manera esporádica en estas actividades.
- En busca de lograr y facilitar la creación de puertos deportivos, es que se propone establecer una fórmula preliminar para su realización, la que sería a través de los fomentos deportivos que entrega el Ministerio del deporte. Pero esto sólo respecto de la administración y explotación de las instalaciones, ya que la construcción deberá ser efectuada por medio de la construcción de obra pública.
- Respecto de los estudios de impacto ambiental, se ha detectado la necesidad de ampliar su exigencia, para la realización de obras de menor tamaño como serían los puertos deportivos, ya que estos estudios sólo se encuentran establecidos con el carácter de obligatorios cuando una instalación portuaria está destinada a recepción de naves mayores. Siendo facultativo para esta clase de obras someterse a la elaboración de un estudio de impacto ambiental, situación que en la práctica no se realiza voluntariamente por los altos costos que tiene su realización.
Este punto es determinante, por cuanto, el impacto en la conservación de especies de flora y fauna marina podría ser extremadamente alto frente al realizar obras sin considerar sus repercusiones en el ecosistema del litoral, además de las consecuencias que podrían tener dichas obras en el litoral cercano.
- El DFL 850, ley orgánica constitucional del ministerio de obras públicas, art. 19 entrega a la dirección de obras portuarias la supervigilancia, fiscalización y aprobación de los estudios, proyectos, construcción, mejoramiento y ampliación de toda obra portuaria, marítima, fluvial o lacustre, y del dragado de los puertos y de las vías de navegación que se efectúen por los órganos de la administración del estado, por entidades en que éste tenga participación o por los particulares.



Producto de lo anterior, es que a pesar de que no existe una normativa acabada y obligatoria que rija el diseño y construcción de un puerto deportivo, igualmente por esta vía es que la administración toma conocimiento de la construcción de algún proyecto de esta clase, y procede a fiscalizar el proceder en la ejecución del proyecto. Y de esta manera intervendría a manera de control, en la planificación y desarrollo de un proyecto de naturaleza pública.

5.4.1. Ejemplos

A continuación se indican dos ejemplos, uno nacional y otro internacional de puertos deportivos de “uso público”.

5.4.1.1. Puerto Deportivo Valparaíso

Sólo existe un puerto deportivo en Chile que se puede describir como de “uso público” y este corresponde al Puerto Deportivo Valparaíso, ubicado en Barón, Valparaíso, Chile (ver punto 3.2.2.3.).

Las características administrativas de esta empresa corresponden a un establecimiento de administración privada, con un dueño cuya empresa posee una concesión para el uso del muelle Barón, permiso para instalación y funcionamiento de una grúa (lift) y construcción y uso de una rampa de acceso para embarcaciones deportivas y de recreación.

Los servicios que prestan son:

Guardería,
Acceso al mar, y
Velería.

Arriendo de:

Vela,
Motos, y
Kayaks

Cursos:

Vela básico,
Patrón de bahía,
Capitán costero – licencia Armada de Chile,
Perfeccionamiento,
Trabajo en equipo,
Kayak,
Clases particulares, y
Escuela de verano.

Y venta de:

Embarcaciones,



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Velas, y
Veleros.

Además cuenta con acceso a vehículos con embarcaciones vía terrestre por Avenida Argentina, paso bajo nivel, y con estacionamiento público controlado.

5.4.1.2. Barcelona Clúster Nàutic²⁴

El gabinete de Estudios Económicos e infraestructura de la cámara de comercio de Barcelona realizó un estudio con dos objetivos, realizar un análisis empresarial y económico de la actividad de conjunto de miembros de Barcelona Clúster Nàutic, asociación de empresas náuticas en la región metropolitana de Barcelona.

Los resultados del estudio demostraron el crecimiento de las 305 empresas relacionadas 100% al área náutica. Estas empresas generaron factura por unos 456 millones de euros, que si se considera el impacto directo, indirecto e inducido, suponen una actividad por el valor de 836 millones de euros. Bajo el mismo supuesto, las actividades generarían alrededor de 8.300 puestos de trabajo, generando un impacto considerable si se entiende que este clúster fue consolidado hace solo 2 años, clúster que nació en octubre 2013.

La entidad cuenta con 56 socios (hasta Abril del 2015), “que en conjunto facturan 180 millones de euros y generan 2.650 puestos de trabajo, sumando directos e indirectos”. El informe también explica que en cuando al impacto económico directo, “se estima que pueden generar un incremento de actividades de 60 millones de euros, que llegarían a los 89 millones si se suman los efectos indirectos”. Las empresas socias más importantes son: Marina Barcelona 92, Marina Vela y Marina Port Vell.

En cuanto a puestos de trabajo, se calcula que estas inversiones crearán 525 puestos de trabajo (directos e indirectos), una cifra que, en caso de tener en cuenta el impacto total, incrementaría hasta los 1.586 puestos de trabajo, con un impacto sobre la producción agregada del área metropolitana de 210 millones de euros – es decir, sumando la facturación de las empresas que invierten, la facturación indirecta, la inversión realizada y la facturación inducida –.

Por otra parte, se debe hacer referencia a los gastos que generan las embarcaciones, gasto que generan las embarcaciones que amarrarán en el Port Vell finalizadas las obras de ampliación. Y es que con un gasto anual de 470 millones de euros –del cual dos terceras partes recaerá sobre la economía de la ciudad y su entorno metropolitano–, su estada tiene efectos en diferentes actividades como son el mantenimiento industrial, el combustible y aprovisionamientos diversos, el gasto de tripulantes y pasajeros o las tasas de gestión y regulación, entre otros.

Estos valores son un reflejo directo del importante crecimiento que genera solamente esta entidad en la región metropolitana de Barcelona, y lo que ha significado en cuanto a la creación de nuevos empleos, no sólo directos de las empresas y socios señalados, sino

²⁴ Según Naucher Global, Noticia del 14 de julio del 2015, http://www.naucher.com/es/actualidad/el-cluster-nautico-preve-que-las-empresas-inviertan-90-millones-y-generen-1600-empleos-en-tres-anos/_n:3569/, 1 de Septiembre 2015.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

también de los puestos generados de forma indirecta que fueron impulsados gracias a la iniciativa de Barcelona Clúster Nàutic.

Citando al presidente del Barcelona Clúster Nàutic, Antoni Tió, "la relevancia de las cifras que recoge el estudio, dado que ofrece datos contrastables y actualizados de un sector con un importante potencial para convertirse en uno de los motores económicos de Barcelona". "Los datos avalan el acierto de Barcelona no solamente al apostar por el sector de la náutica, sino al hacerlo a través de su reindustrialización con el objetivo de hacer crecer la ciudad a través de su litoral". 14 de julio 2015.



6. CONCLUSION

Mediante el trabajo realizado en el marco teórico y práctico, se generó un entendimiento contextualizado de aquellos aspectos generales, de diseño, normativos y legales que tienen relación con puertos deportivos, por consiguiente, el proceso permitió formar un punto de vista objetivo y global respecto de estos proyectos.

Los estudios de investigación y recopilación de antecedentes se centraron en los diferentes factores de diseño de puertos deportivos “costeros”, quedando en evidencia la brecha de conocimientos técnicos que hay entre Chile y el extranjero.

Si bien en el país existen más de 70 “puertos deportivos” (en su mayoría clubes de yates), el origen de éstos cuenta una historia de “improvisación” y perfeccionamiento progresivo en el tiempo en cuando a:

- Mejorar las condiciones de cada lugar
- Solucionar problemas de operatividad
- Incorporar o reparar defensas costeras, para potenciar el resguardo de las dársenas tras temporales en época invernal.

Desde el punto de vista de la ingeniería de diseño, la principal tarea fue distinguir el aporte de información histórica nacional y de aquellas formulaciones que fuesen aplicables para las condiciones de la costa de Chile, prescindiendo de aquellas que técnicamente no aportaban en cuanto a facilitar, restringir y/o condicionar el diseño.

6.1. RESPECTO AL DISEÑO DE PUERTOS DEPORTIVOS

- Las fuentes utilizadas fueron casi en un 100% material extranjero. Se debe tener especial cuidado en los casos en que se utilicen formulaciones resumidas, generadas a partir de supuestos²⁵ característicos del país de origen de la información. Según sea el caso, esto podrá ser corregido modificando dichos supuestos acorde a las condiciones meteorológicas respectivas de la zona de estudio de cada proyecto chileno.
- Del análisis de variables de diseño es posible inferir que hay 4 “condiciones naturales costeras” que constantemente restringen el diseño de los elementos de la dársena y los colindantes, estos son: Viento, Corrientes, Marea y Oleaje. Otro factor de diseño limitante corresponde a la profundidad de la dársena, se debe tener precaución en la estimación de la nave de diseño en casos en que la embarcación cuente con quilla retráctil²⁶, y por otro lado con aquellas

²⁵ Según sea el caso, supuestos iniciales sobre velocidad media del viento, o nivel medio del mar, etc.

²⁶ Sistema que permite que la nave pueda adaptarse a zonas de navegación poco profundas (como lagos).



embarcaciones singulares que tengan quilla de gran tamaño. Se sugiere considerar excepciones dentro las dimensiones de nave de diseño, que si bien podrían no ser incluidas en los sitios de atraque, permitiría que el puerto deportivo disponga de espacio con calado suficiente para recibir este tipo de naves, por ejemplo, en la parte interna del rompeolas o en muelles fijos para un atraque abarloado.

- Además, sobre las estructuras primarias fue posible determinar 4 importantes líneas de diseño que agrupan los elementos principales de un puerto deportivo (1. Área de Agua, 2. Sitios de Atraque, 3. Pilotes Guía y Zonas de fondeo y 4. Obras de Protección y del Borde Costero). Y por otra parte, otros dos grupos para elementos secundarios (1. Área de Respaldo y 2. Obras Complementarias). Todos necesarios para un óptimo funcionamiento de puertos deportivos en Chile, seleccionando también, aquellos servicios primarios, secundarios y potenciales de puertos deportivos, con el fin de determinar los elementos a considerar según las necesidades de cada proyecto.
- En condiciones de clima reinante, se considerarán los resultados de los 4 estudios de Viento, Corrientes, Marea y Oleaje para establecer cuál(es) factor(es) predomina(n) en la zona de proyecto y para establecer si existe la necesidad de modificación del borde costero con el fin de obtener una dársena con las condiciones de operatividad deseadas.
- El estudio de marea debe ser analizado especialmente para todo cálculo de calado, considerando la bajamar más baja registrada, y para rampas, principalmente en zonas como los fiordos del sur de Chile donde, como fue señalado en el desarrollo del presente trabajo, las diferencias de marea pueden llegar al orden de los 5 metros, que de no ser considerado deja inoperante los elementos diseñados.
- Mediante un estudio de las acciones que provoca el viento, corrientes y oleaje longitudinal y transversal al muelle o zona de atraque, se debe comprobar el cumplimiento de las condiciones de operatividad en la dársena.
- El viento y corrientes intervienen directamente sobre la navegación de naves menores, principalmente “a vela”. Influyendo, por ejemplo, en la trayectoria de navegación de éstas, o durante estadias prolongadas provocando el borneo de la nave en zona de fondeo (siempre se debe hacer el cálculo del radio de borneo en base al largo del sistema de amarre más la eslora de la nave de diseño para evitar que al moverse ésta impacte con algún obstáculo o embarcación – ver anexo 4, figura 25 –), siendo factores que se deben tener en cuenta especialmente para analizar la orientación de los sitios de atraque y dársena.
- El estudio de oleaje, además de establecer altura de ola (H_s), también deberá ser considerado, por ejemplo, para cálculos de agitación y resonancia especialmente en dársena de gran tamaño cuando se diseñen sitios para embarcaciones turísticas mayores, como cruceros.
- Los estudios con condiciones de clima dominante se utilizarán para conceptos de obras de abrigo y resguardo de la dársena y explanada (como rompeolas o muro



vertical), muelles y toda estructura fija que deba resistir la fuerza producida por las condiciones naturales en clima dominante. Esto no implica necesariamente que por ejemplo, durante una tormenta, los puertos deportivos puedan mantener la operatividad del lugar.

- Acerca del material nacional, se corroboró la carencia de estudios específicos del borde costero de Chile, no sólo sobre las condiciones naturales (que pueden ser estudiadas in situ en cada proyecto), sino también por falta de datos históricos y también falta de consideración de embarcaciones menores dentro de las normativas chilenas existentes.
- Por ende, respecto al punto anterior, es necesario elaborar una red de trabajos a lo largo de toda la costa de Chile, mediante instalación de equipos y boyas para medir desnivelación de marea, oleaje, corrientes y viento, material que permitirá zonificar al país, identificar características particulares de cada región y facilitar la obtención de datos de condiciones iniciales del borde costero confiables para iniciar un diseño de esta envergadura, incluyendo como “beneficio colateral”, una mayor autonomía para trabajos del SHOA respecto a seguridad nacional en desastres naturales, como en caso de tsunamis.
- En los sistemas de evaluación de impacto ambiental y normas del SHOA se estudió el criterio establecido oficialmente respecto de puertos deportivos en Chile, encontrándose como resultado que las embarcaciones menores, que son utilizadas en puertos deportivos, no son consideradas de igual manera que otro tipo de embarcaciones como naves mayores.
Si bien los proyectos de esta índole no generan el mismo impacto, nivel de contaminación o peligrosidad comparado con grandes puertos (como el puerto de San Antonio, región de Valparaíso), el área involucrada se ve alterada de una u otra forma respecto de necesidades como dragado para la obtención del calado de diseño, uso del borde costero, riesgo de contaminación con embarcaciones menores a motos, con accidentes en los ductos de combustible o en sistemas de descarga de residuos, lo que evidencia una falta de interés por parte de las autoridades e instituciones de gobierno de salvaguardar la calidad y control en el diseño de éstas obras portuarias.
- Queda a criterio de los participantes en el proyecto (ingenieros, arquitectos, etc.) el someter un puerto deportivo a sistemas de evaluación de impacto ambiental.
- La complejidad en el diseño de un puerto deportivo costero está dada por la cantidad de variables que se deben conocer y analizar. Es recomendable comenzar por los objetivos generales que se esperan del diseño, para luego resolver las estructuras y servicios que se requerirán.



6.2. RESPECTO A LA PROPUESTA DE “USO PÚBLICO” DE PUERTOS DEPORTIVOS

- Parte del trabajo fue investigar las posibilidades reales de Chile dentro del marco legal y acerca de los factores nacionales económicos y sociales. La revisión de esta información reveló un déficit importante a nivel nacional en cuanto a una definición oficial de “uso público”, así como también un déficit en inculcar las actividades náuticas en la cultura chilena, y escasa aplicación de éste concepto (o alguna idea similar) en proyectos privados o por parte del Estado.
- Se elaboró una definición simplificada de “uso público”, orientada a acotar las consideraciones que diferencian a estos de los clásicos clubes de yates existentes en el país, por lo que el concepto propone una nueva oportunidad de desarrollar actividades náuticas para la población general de forma eficiente y consistente con la realidad nacional, que de ser utilizado facilitaría el acceso a futuros puertos deportivos en las costas de Chile.
- Se observa una necesidad de participación directa del poder ejecutivo y legislativo, de modo de optimizar y/o corregir las normativas, leyes y la eficiencia en sistemas cooperativos en los procesos de concesión, incentivos que son necesarios para comenzar este tipo de proyectos.

6.3. RECOMENDACIONES GENERALES

El trabajo realizado en esta memoria representa un aporte sumamente importante, ya que estos son los primeros análisis técnicos de ingeniería generados específicamente para Chile sobre puertos deportivos, y establecen las condiciones actuales con las que podría comenzar un proyecto como estos.

A partir de los antecedentes y conclusiones planteadas en los diferentes puntos de la presente memoria, se propone a futuro la continuidad de esta línea de estudios, desarrollo e investigación, dentro de lo cual se sugieren los siguientes aspectos:

- Desarrollo de una nueva norma (NCh) o complemento de alguna ya existente, específica para el diseño y/o construcción de puertos deportivos en las costas de Chile.
- Validación de cada criterio recopilado, mediante el material utilizado en el presente trabajo.
- Estudios básicos (de detalle) para la estabilidad de puertos deportivos (resonancia, entre otros).
- Elaboración de un diseño específico de un puerto deportivo de alguna zona de Chile.
- Políticas y/o técnicas de “uso público” de puertos deportivos en Chile.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

- Obras de protección (diseño específico para resguardar la dársena de un puerto deportivo en alguna zona de Chile).
- Adecuar normas medio ambientales en base a las falencias encontradas en el desarrollo de la presente memoria, entre otras.

Finalmente, es importante señalar que el análisis técnico realizado en la presente memoria es general, pero es posible utilizar este material como herramienta base para el diseño de proyectos nacionales. Éste debe ser acompañado de estudios de ingeniería de detalle y una validación de las formulaciones utilizadas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

California Department of Boating and Waterways (DBW) (2005) - *“Layout and design guidelines for marina berthing facilities”*

Generalitat Valenciana. Consellería de Territorio y Vivienda (2007) – *“Guía de buenas prácticas ambientales para puertos deportivos de la Comunitat Valenciana”*.

Consejería de obras públicas y ordenación del territorio (2011) – *“Recomendaciones para el diseño de puertos deportivos en la región de Murcia”*

PIANC (1979) – *Standards for the construction, equipment and operation of yacht harbours and marinas with special reference to the environment* – Supplement to Bulletin n°33 (Vol II-1979)

PIANC (1991) – *“Guidance on facility and management specification for marine yacht harbours and inland waterway marinas with respect to user requirements”* – Supplement to Bulletin n°75. ISBN: 2-87223-039-4

PIANC (1997) – *“Review of selected standards for floating dock designs”* – Supplement to Bulletin n°93. ISBN: 2-87223-080-7

PIANC (2004) – *“Disability access guidelines for recreational boating facilities”* – ISBN 2-87223-147-1

PIANC (1981) – *“Design of breakwaters for yacht harbours”* – Supplement to Bulletin n°38 (Vol I-1981)

PIANC (2004) – *“Dredging of marinas”*

PIANC (1976) – *“Final report of the international Commission for sport and pleasure navigation”* – Supplement to Bulletin n°25 (Vol III-1976)

PIANC (1997) – *“Guidance on marine sanitation pumpouts”*– Supplement to Bulletin n°93

PIANC (2001) – *“Marina service connections”* – ISBN 2-87223-122-6

PIANC (2002) – *“Mooring systems for recreational craft”*– ISBN 2-87223-126-9

PIANC (2008) – *“Protecting water quality in marinas”* – Report n°98 (2008)

PIANC (2002) – *“Recreational navigation and nature”*– ISBN 2-87223-130-7

PIANC (1997) – *“Review of selected standards for floating dock designs”*– Supplement to Bulletin n°93



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

PIANC (1979) – “*Standards for the construction, equipment and operation of yacht harbours and marinas, with special reference to the environment*” – Supplement to Bulletin nº33 (Vol II-1979)

PIANC (2000) – “*Standards for the use of inland waterways by recreational craft*” – Supplement to Bulletin nº103

PIANC (1988) – “*The provision of navigation aids for pleasure craft*” – Supplement to Bulletin nº62

PIANC (2009) – “*The use of alternative materials in marine structure construction*” – Report nº105 (2009)

Puertos del Estado (1991) – ROM 0.3-91 “*Recomendación para Oleaje y Atlas de Clima Marítimo en Litoral español*”

Puertos del Estado (1999) – ROM 3.1-99 “*Proyecto de la Configuración Marítima de los Puertos: Canales de Acceso y Áreas de Flotación*”

MSB Consultores Marítimos (2010) – “*Guía básica para el diseño de marinas y puertos para embarcaciones menores a base de atracaderos flotantes*”.

MSB Consultores Marítimos (2010) – “*Muelles Flotantes*”.

VI Congreso Argentino de Ingeniería Portuaria, Seminario Latinoamericano “Desarrollo Sustentable de la Infraestructura Portuaria Marítima y Fluvial en América Latina” – “*Planeamiento de marinas, experiencia internacional para América Latina*”

Páginas Web:

Salón Online Náutico y del Sector Marítimo – Nauticexpo, 31 de Agosto 2015. (<http://www.nauticexpo.es/prod/ascom/product-25292-402983.html>)

Ingenierías Técnicas Portuarias, 31 de Agosto 2015. (http://itpsl.es/en/travel_lifts.htm)

Empresa Fondear, 22 de Septiembre 2015. (http://www.fondear.org/infonautic/barco/Diseno_Construccion/Quilla_PlomoUranio/Quilla_PlomoUranio.htm)

Salón Online Náutico y del Sector Marítimo – Nauticexpo, 23 de Septiembre 2015. (<http://www.nauticexpo.es/prod/candock-inc/product-22725-431971.html>)

Naucher Global, 1 de Septiembre 2015. (http://www.naucher.com/es/actualidad/el-cluster-nautico-preve-que-las-empresas-inviertan-90-millones-y-generen-1600-empleos-en-tres-anos/_n:3569/)

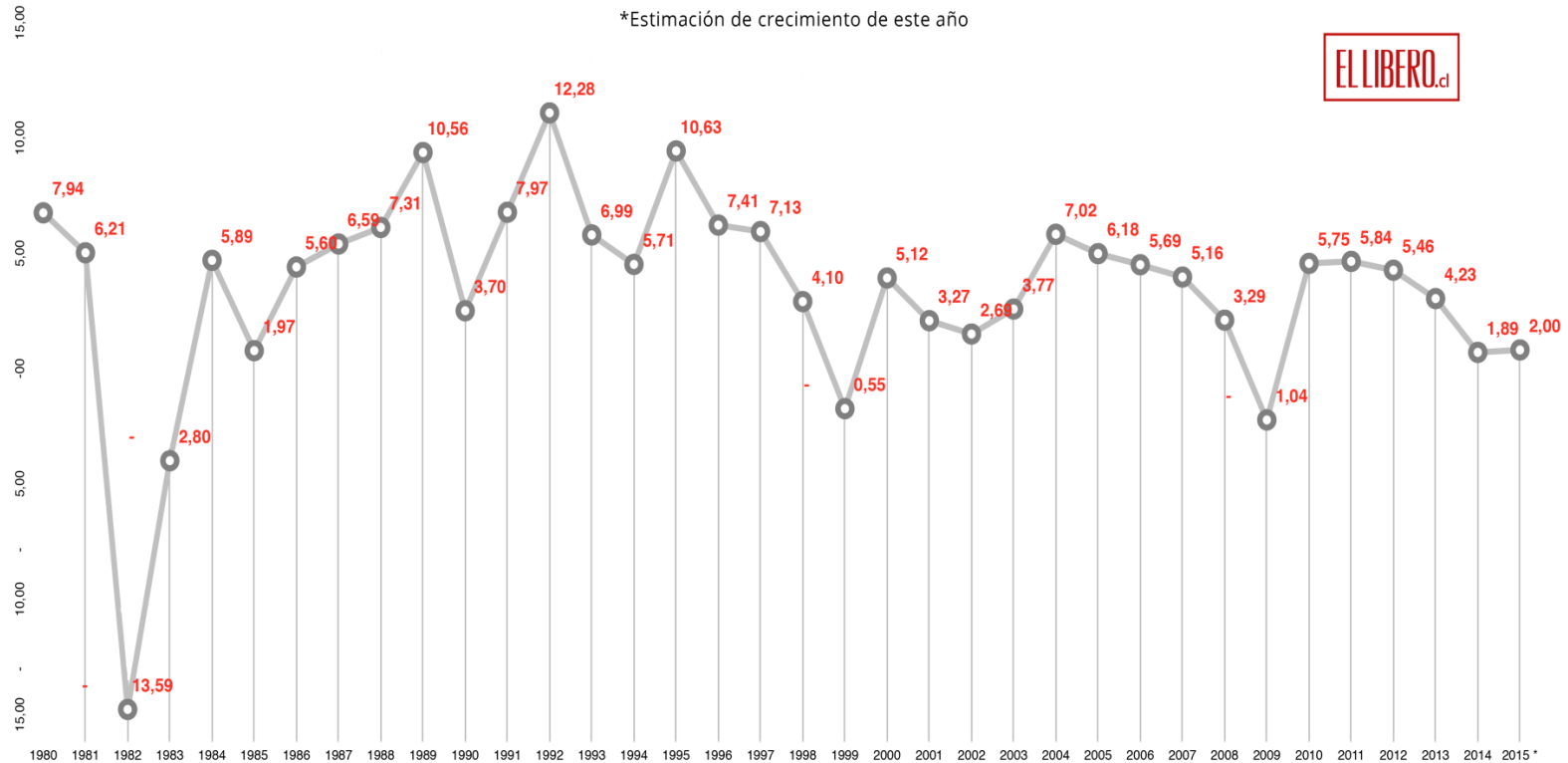


ANEXOS

ANEXO 1

Crecimiento económico de Chile 1980-2015*

*Estimación de crecimiento de este año



Fuente: Medio periodístico El Libero²⁷, reportaje del 06.07.2015.

²⁷ Según <http://ellibero.cl/actualidad/proyeccion-economica-dos-anos-seguidos-de-escaso-crecimiento-solo-se-remontan-a-la-crisis-de-los-80/>, 1 de febrero 2016.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

ANEXO 2

TRABAJO EN TERRENO – VALPARAÍSO 2011

FOTOGRAFÍAS DE PUERTOS DEPORTIVOS

MATERIAL PARA LA MEMORIA “CRITERIOS DE DISEÑO Y ASPECTOS GENERALES CONSTRUCTIVOS DE MARINAS DEPORTIVAS DE USO PÚBLICO EN CHILE”, ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL OCEÁNICA – FACULTAD DE INGENIERÍA – UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO.

13 de septiembre de 2011

TRABAJO FOTOGRÁFICO EN BAHÍA DE VALPARAÍSO, CHILE

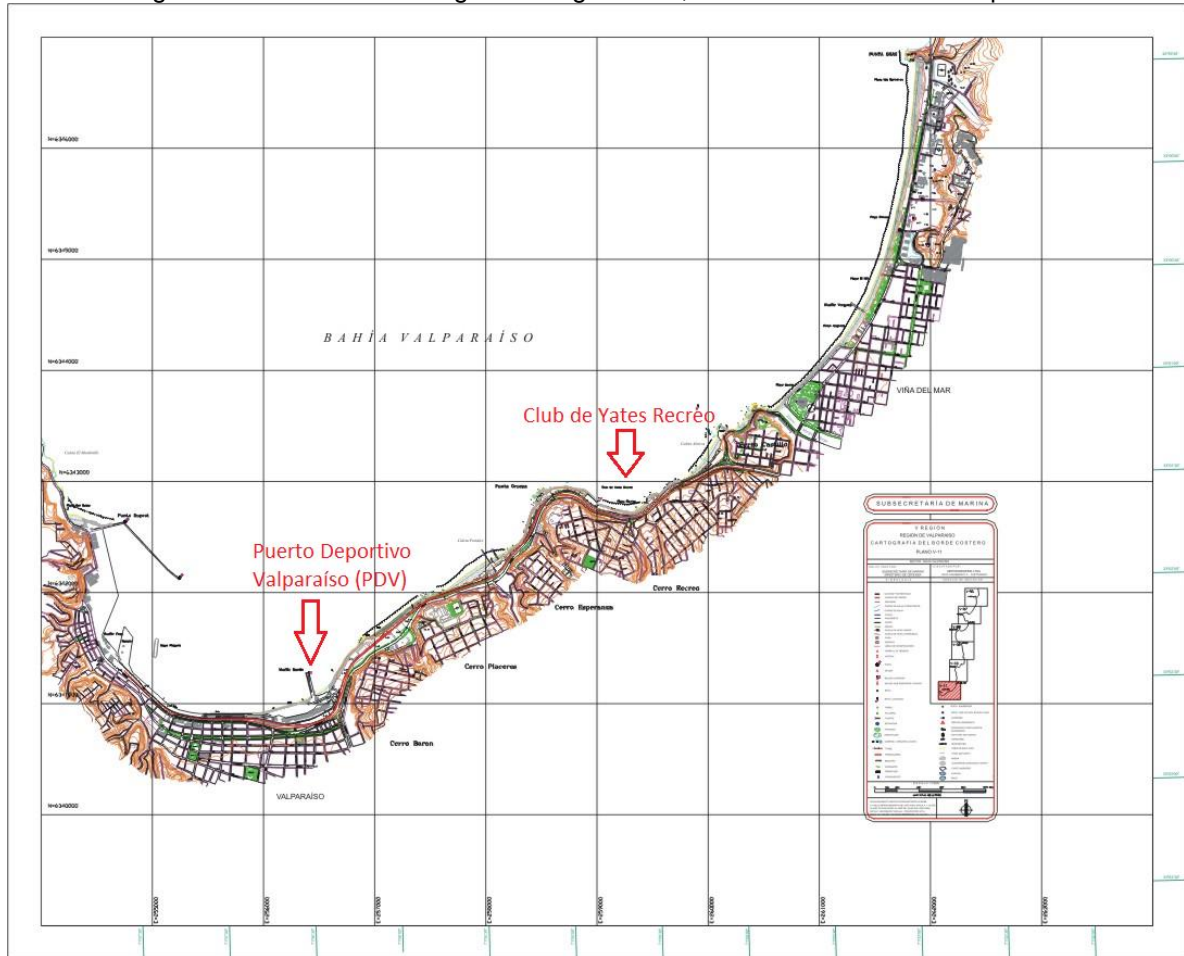
El día 7 de septiembre de 2011 se realizó un trabajo en terreno relevante para la memoria “Puertos Deportivos: Recomendaciones Generales de Diseño y Propuestas Técnicas para su Implementación en las Costas de Chile”, en donde se fotografiaron puertos deportivos de la región de Valparaíso.

Las fotografías se sacaron en dos puntos importantes de la bahía de Valparaíso, uno corresponde al muelle Barón, en donde se encuentra Puerto Deportivo Valparaíso, y el otro se trata de Recreo, en donde se encuentra el Club de Yates Recreo (Yacht Club de Chile).

A continuación se muestra un plano de la ubicación de ambas locaciones:



Imagen N° 1: Ubicación de lugares fotografiados; Plano de la Bahía de Valparaíso.



Fuente: Planos del Borde Costero de SHOA²⁸.

Clima del día 7 de septiembre del 2011

El trabajo se realizó en un día con clima reinante, con 20°C de temperatura máxima y con vientos entre 10 y 15 nudos aproximadamente (fuente: meteochile.cl y meteoarmada.directemar.cl). Cabe señalar que el viento generó pequeñas perturbaciones en la superficie del mar, produciéndose whitecapping y observándose una superficie más bien rizada (la presencia de vientos con mayor velocidad, es característico del mes de septiembre en la zona de estudio).

²⁸ Según http://www.shoa.cl/servicios/b_costero/m_borde.php?id=115, 10 de septiembre 2011.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Imagen N° 2: Superficie del mar - 7 de septiembre de 2011.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

El “buen clima” fue uno de los factores que se buscó para realizar una estimación del comportamiento de las estructuras frente al clima reinante.

Se cuenta con un registro fotográfico en época de marejadas del club de yates de Recreo, pudiendo establecer una serie de comparaciones de los elementos naturales y estructurales que interactúan.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Según los datos con los que se cuenta, en el período de tiempo en que fueron tomadas las fotografías había condición de bajamar y marea llanante:

Tabla N° 1: Marea del día 7 de septiembre de 2011 para la bahía de Valparaíso.

07/09/2011	Marea
00:48	0.60 B
07:36	1.48 P
14:35	0.46 B
20:31	1.09 P

Fuente: Tablas de marea de SHOA29.

Puerto Deportivo Valparaíso (PDV)

Las oficinas de Puerto Deportivo Valparaíso se encuentran en la explanada del muelle Barón, donde se generó un varadero de más de 120 metros de longitud. Este puerto deportivo cuenta con una rampa de acceso hacia el mar al costado este del muelle Barón (referencia con respecto al norte geográfico) y una grúa para facilitar el trabajo con las naves de mayor tonelaje que no pueden descender al mar por la rampa.

Imagen N° 3: Puerto Deportivo Valparaíso - Explanada del muelle Barón



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

En la actualidad, y después de las marejadas ocurridas en los meses anteriores (junio, julio y agosto), se observa en la siguiente imagen (frente a las oficinas de PDV) una protección costera de rocas de diferente diámetro. Desde el mar hacia la explanada, las rocas van desde diámetro relativamente pequeño, hasta rocas de un peso mayor (toneladas).

²⁹ Según <http://www.shoa.cl/mareas/tablademarea.html>, 7 de Septiembre 2011.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Imagen N° 5: Costado Este del muelle Barón, frente a las oficinas de PDV.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

A continuación una imagen del muelle Barón y la rampa de acceso de PDV:

Imagen N° 4: Este del muelle Barón, Rampa de acceso – Puerto Deportivo Valparaíso.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.



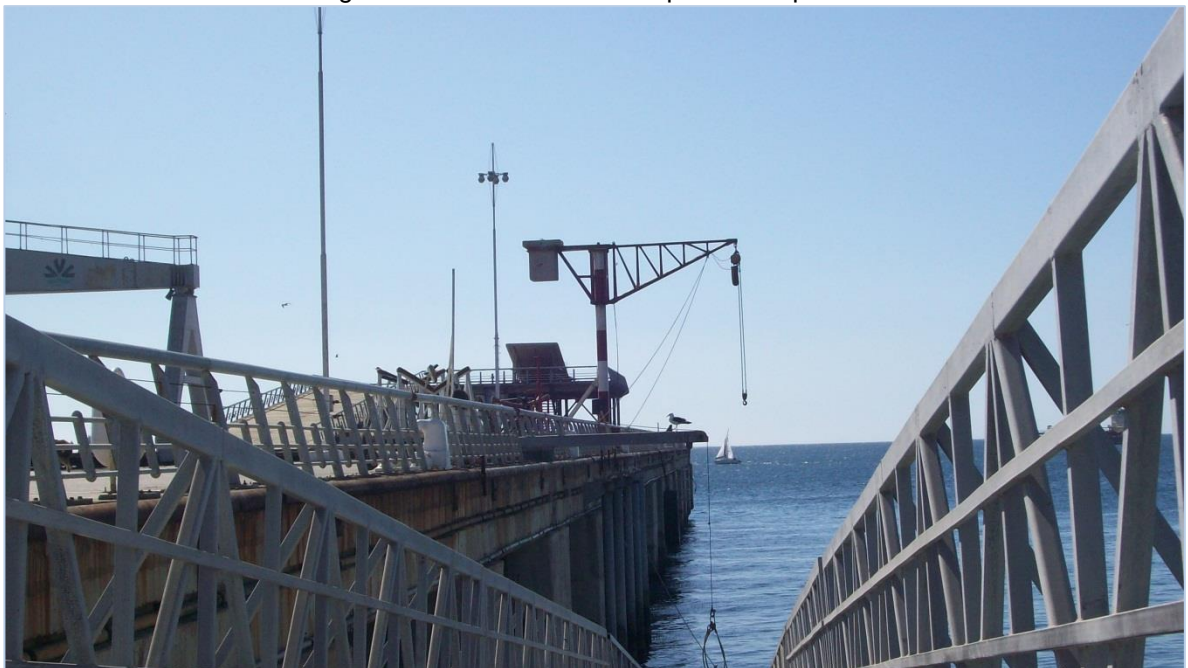
Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

La rampa de estructura de acero galvanizado, que baja y sube con la marea, tiene apoyo en dos estructuras de hormigón, las cuales a su vez, se encuentran empotradas a los pilotes del muelle Barón.

Al final de la rampa, llegando al mar, cuenta con un muelle flotante sujeto a la parte más baja de la rampa, que facilita el acceso de personas, de esa forma puede embarcar y desembarcar de las naves y/o motos de agua, kayak de mar, etc.

Las embarcaciones que descienden por la rampa deben ser de menos de 2 [mts] de manga y pesar menos de 100kg, de otra forma avanzan por el muelle Barón hasta la grúa, para posteriormente ser bajadas al mar.

Imagen N° 6: Grúa – Puerto Deportivo Valparaíso.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

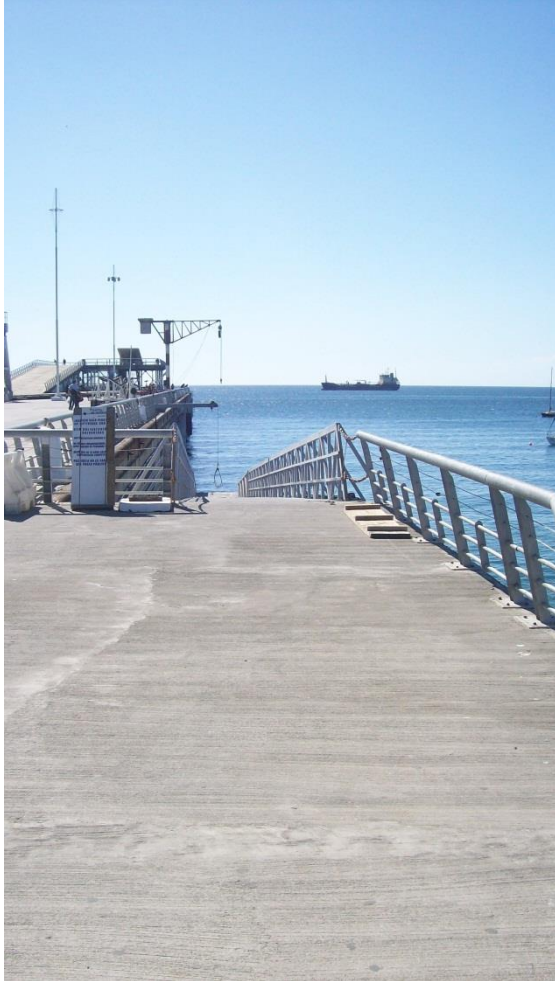
Una de las obras que se realizó en el muelle Barón para la creación de este puerto (año 2004), fue una extensión del mismo, de hormigón, cuyo fin era instalar la rampa y facilitar el acceso de las naves y personas a esta, modificaciones estructurales que se han mantenido hasta el presente año.

A continuación se presentan las imágenes:



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Imagen N° 7: Extensión del muelle Barón (izquierda) – rampa de acceso PDV (derecha).



Fotografía: Daniela Guerra Ch.



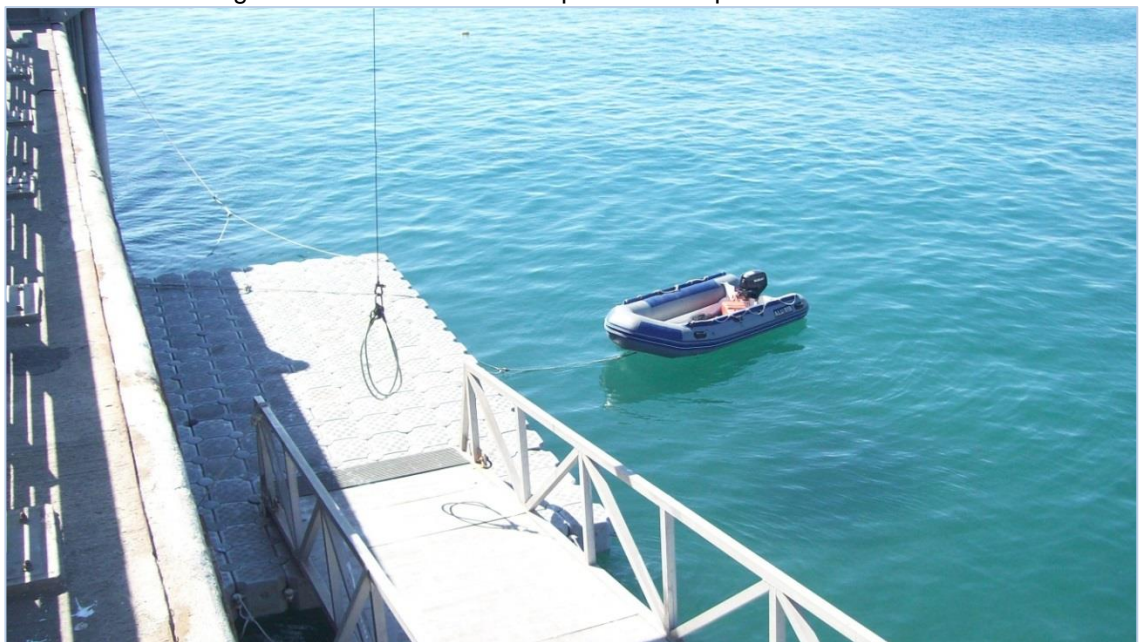
Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Imagen N° 8: Unión del muelle Barón con la rampa de acceso PDV.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

Imagen N° 9: Muelle flotante al pie de la rampa de acceso PDV.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.



Después de las fuertes marejadas que se generaron en los meses de junio, julio y agosto, la rampa (considerándola una de la obra más importantes de PDV), se observa en buen estado y sin daños, principalmente debido a que se encuentra protegida por la defensa que se forma gracias a los pilotes del muelle, que resguardan la rampa del oleaje que ingresa a la bahía.

En las fotografías de a continuación, se ve la zona en la que se emplazará gran parte del proyecto de marina deportiva de Barón. A diferencia que el lado este, el lado Weste del muelle tiene una protección con rocas de similar tamaño, que intentan resguardar la zona de los altos niveles de marea y grandes olas que azotan a la costa de Valparaíso durante los temporales.

Imagen N° 10: Lado Weste del muelle Barón.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

Imagen N° 11: Protección costera - lado Weste del muelle Barón.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Yacht Club de Chile (YCCH)

El Club de yates se encuentra en Recreo, Viña del mar. Éste puerto deportivo ha tenido una inversión importante en cuando a su estructura costera, desde su creación hasta la actualidad. El club considero la construcción, dentro de los espacios del terreno, de salones de entretenimiento y/o eventos, una piscina, áreas verdes, estacionamiento, un varadero, rompeolas, rampas y grúas, entre otros. Esquema que suele repetirse en la mayoría de los clubes de yates del país.

En cuanto a las obras marítimas, el rompeolas corresponde a un dique, el cual tiene una serie de elementos de hormigón (tetrápodos) que disminuyen el sobrepaso del oleaje en clima dominante y generan protección de las olas en clima reinante para la operatividad que la dársena necesita para el resguardo de las naves atracadas, es decir, aguas abrigadas.

En una primera instancia, la protección costera tenía instalado los tetrápodos de forma aleatoria y sin un orden diseñado.

Imagen N° 12: Protección costera YCCH - 19 de septiembre 1996.



Fotografía: Yacht Club de Chile.

Posteriormente el club de yates tuvo varias modificaciones estructurales, entre las que se trabajó, la protección costera.

A continuación de presentan imágenes de los trabajos que se fueron realizando:



Imagen N° 13: Obras de mejoramiento YCCH - 15 de febrero 2000.



Fotografía: Yacht Club de Chile.

Imagen N° 14: Obras de mejoramiento YCCH – 7 meses de obra (año 2000).



Fotografía: Yacht Club de Chile.

Luego de todos los trabajos que se realizaron, en la actualidad los tetrapodos tienen un orden que se puede observar en la siguiente imagen:



Imagen N° 15: Tetrápodos del rompeolas de YCCH – 2011



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

Los meses de invierno, en donde ocurrieron una serie de temporales y marejadas, fue posible filmar el comportamiento del oleaje sobre la estructura existente en esta zona. Por lo que, a continuación se presenta una serie de imágenes de uno de los primeros temporales que ocurrió el 18 de junio del 2011:

Imagen N° 16: Secuencia de fotografías de YCCH – 18 de junio del 2011.



Fotografías: Daniela Guerra Ch.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Para establecer mayores comparaciones, se presentan fotografías de la dársena en las dos épocas consideradas:

Imagen N° 17: Club de Yates de Recreo – junio 2011



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

Imagen N° 18: Club de Yates de Recreo – Septiembre 2011



Fotografía: Daniela Guerra Ch.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Este club de yates en particular, sufrió varios daños en cuanto a su estructura y también en algunas embarcaciones (información proporcionada por Tomás Elton de PDV sobre la última marejada en agosto, y por las fotografías del trabajo en terreno). Con ayuda de éste trabajo se analizarán los sucesos generados a raíz del clima extremo de invierno en Viña del mar.

Algunos de los fenómenos causados por el temporal en el puerto deportivo son:
(Fotografías: Daniela Guerra Ch.)

El sobrepaso de las olas es de gran magnitud.



Las grandes olas generan daños en la explanada, rompiendo, por ejemplo, algunas estructuras de madera que hay en el lugar, y socavando el borde costero.





El mar llega hasta el otro extremo del varadero (borde de Avenida España), cubriendo la losa completamente y generando desplazamiento de todo lo que se encuentra en la zona.



Debido a la agitación provocada por el mar, las embarcaciones se estrellan contra otros elementos y se montan entre sí, hechos que causan daños importantes (se dañan aun estando en el varadero).



El ingreso a la dársena se dificulta (el puerto deportivo queda inoperativo)





Las defensas no logran frenar el fuerte oleaje, que destruye parte de la zona de atraque dentro de la dársena (bordes de madera)



Sin duda alguna y de acuerdo a lo observado, frente a condiciones de “mal tiempo”, es decir, cualquier evento que no pertenezca al clima reinante de la zona, el diseño de la marina deportiva es muy restringido en cuando a su operatividad, ya que en casos como los fotografiados, no presta la protección necesaria para evitar daños.

Debido al tamaño de las embarcaciones (muy pequeñas en comparación, por ejemplo, a buques) se vuelven más susceptibles a las variaciones del oleaje y viento. Es posible advertir visualmente que, a pesar de que habitualmente el sobrepaso es admitido (en diferentes niveles) en las obras marítimas, en este caso es excesivo y más aún en la entrada a la dársena en donde se observan difracciones del oleaje extremo y fenómenos de rompiente. Según experiencias en el club de yates de Recreo, relatadas por el Sr. Tomás Elton (PDV), las embarcaciones que intentan ingresar bajo estas condiciones “navegan prácticamente surfando para entrar a la dársena”, lo que presenta un peligro tanto para los navegantes como para las embarcaciones.

Mirando un poco más al este, se nota una deficiencia en la protección del varadero, ya que las naves en tierra no deberían estar expuestas a la fuerza del oleaje. Estas instancias de clima extremo es en donde se genera la mayor cantidad de daño, que principalmente se debe a una falla el muro que existe en el lugar, el cual seguramente no fue calculado para esas condiciones y no resistió la fuerza de las olas, que finalmente terminaron socavando el borde costero.

A continuación se presentan imágenes de la situación actual en la que se encuentra el club de yates:



Imagen N° 19: Se observa en el borde costero, la zona erosionada por la acción del oleaje.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

El día del trabajo en terreno se observaron varias faenas en el lugar. Entre otras, un mejoramiento de la losa en el varadero de la marina deportiva, junto a la construcción del muro vertical en el borde costero que debiese prestar la protección que no se observó en los temporales pasados.

Imagen N° 20: Trabajos en el borde, muro vertical - YCCH.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Se observó el hormigonado y vibrado en el muro vertical, en donde también se encontraban trabajadores asegurando el encofrado por dentro, para posteriormente depositar el hormigón.

Imagen N° 21: Hormigonado y vibrado del muro en el borde de la explanada - YCCH.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

A continuación, junto con el muro se muestra la losa de hormigón lista.

Imagen N° 22: Nueva losa - YCCH.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.



Por último, se observaron las reparaciones de la zona de atraque en la dársena, que recordando las fotografías del temporal del 18 de junio, fue dañada debido al ingreso del fuerte oleaje y todos los fenómenos que esto implica (un mayor movimiento de las embarcaciones que iban contra el borde, etc.).

Imagen N° 23: Reparaciones en la zona de atraque - YCCH.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

A modo general, uno de los casos prácticos en cuanto al diseño de ambos lugares (según la información recolectada), corresponde a ocasiones en que ciertas embarcaciones de PDV deben partir al YCCH para ser resguardadas cuando hay presencia de temporales y/o marejadas, esto debido a que en el puerto deportivo solo cuentan con boyas (en el área este del muelle Barón) para las naves que quieren mantenerse en el mar, lo cual dejaría totalmente expuestos los yates cuando hay “mal tiempo” (temporales y/o marejadas, etc.). A pesar de esta significativa diferencia, es importante señalar que debido a todo lo analizado anteriormente, YCCH tampoco contaba con las mejores condiciones para resguardar las naves durante un temporal, lo que se espera que se modifique con las nuevas obras y reparaciones.

En las siguientes imágenes, se observan ambas zonas fotografiadas, en condiciones normales de operatividad (con las condiciones climáticas que había el 7 de septiembre del 2011). En primer lugar las aguas abrigadas del Club de Yates Recreo, y en segundo lugar un yate sujeto a una boya en Puerto Deportivo Valparaíso.



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

Imagen N° 24: Yate atracado en dársena - YCCH.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

Imagen N° 25: Yate en una boya - PDV.



Fotografía: Daniela Guerra Ch.

Finalmente, es importante señalar que, aunque el trabajo se realizó en solo dos de todos los puertos deportivos que existen en Chile, fue de gran relevancia como material de trabajo, ya que es posible corroborar la influencia y consecuencias del diseño de este tipo de obras marítimo-costeras, parámetros vitales para la operatividad de la dársena y del puerto en general.



ANEXO 3

Tabla 9: Deportistas Náuticos Registrados por Directemar al 31 de diciembre 2013.

Autoridad Marítima	Deportistas Náuticos MATRICULADOS	Deportistas Náuticos VIGENTES
1 Arica	504	266
2 Iquique	487	290
3 Patache	1	0
4 Tocopilla	23	13
5 Mejillones	46	35
6 Antofagasta	670	398
7 Taltal	9	5
8 Chañaral	28	17
9 Caldera	298	116
10 Huasco	55	10
11 Coquimbo	817	390
12 Tongoy	94	83
13 Los Vilos	180	75
14 Hanga Roa	118	78
15 Juan Fernández	35	20
16 Quintero	1.333	744
17 Valparaíso	13.768	7.247
18 Algarrobo	822	470
19 San Antonio	1.293	673
20 Lago Rapel	1.059	861
21 Pichilemu	71	51
22 Constitución	1.743	1.498
23 Vichuquén	174	113
24 Tomé	1	1
25 Lirquén	296	130
26 Penco	5	2
27 Talcahuano	1.029	649
28 San Vicente	148	102

Fuente: Boletín Estadístico Marítimo 2014 – DIRECTEMAR



Continuación de la Tabla 2.

29 Lota	8	5
30 Coronel	63	52
31 Lebu	185	111
32 Carahue	17	9
33 Lago Villarrica	4.553	3.202
34 Lago Panguipulli	1.224	1.212
35 Lago Ranco	468	445
36 Valdivia	1.475	753
37 Corral	108	57
38 Puerto Varas	1.517	816
39 Puerto Montt	397	225
40 Río Negro Hornopirén	0	0
41 Cochamó	0	0
42 Calbuco	26	6
43 Maullín	3	1
44 Ancud	34	24
45 Castro	70	34
46 Chonchi	35	19
47 Chaitén	36	23
48 Achao	18	14
49 Quemchi	13	12
50 Queule	0	0
51 Quellón	18	11
52 Melinka	3	2
53 Puerto Aguirre	5	2
54 Puerto Cisnes	6	3
55 Río Baker	1	1
56 Puerto Chacabuco	40	16
57 Lago Gral. Carrera	81	33
58 Aysén	6	2
59 Puerto Natales	54	34
60 Punta Arenas	133	84
61 Punta Delgada	1	1
62 Puerto Edén	1	1
63 Tierra Del Fuego	11	6
64 Puerto Williams	61	34
65 Directemar	1.424	1.068
Total	37.202	22.655

Fuente: Boletín Estadístico Marítimo 2014 – DIRECTEMAR



ANEXO 4

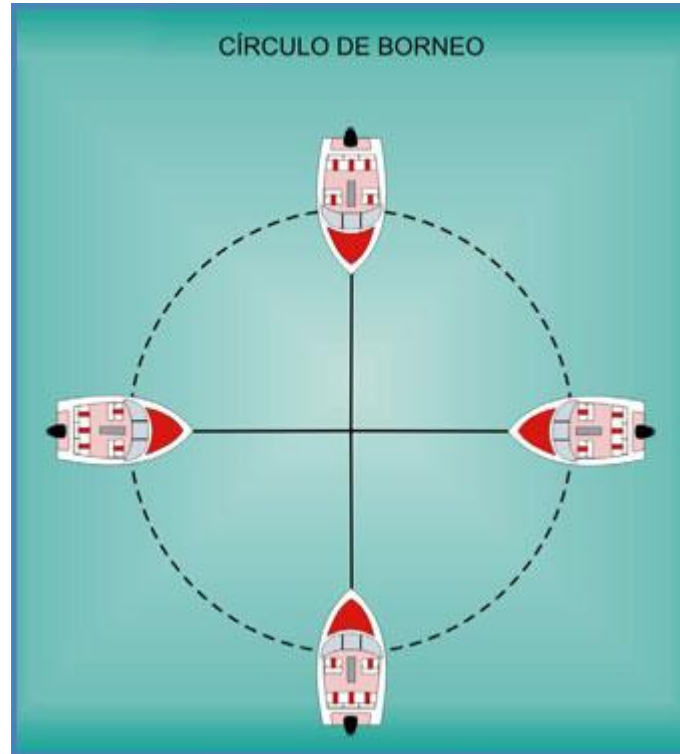


Figura 25: Círculo de Borneo en una nave amarrada de proa.
Fuente: Instituto Superior de Navegación³⁰, Argentina.

³⁰ Según <http://www.isndf.com.ar/linea-de-fondeo-y-eleccion-del-fondadero/>, 1 de febrero 2016.