



Índice

1.	Introducción.....	6
1.1	Antecedentes generales	6
1.2	Objetivo de este informe	7
1.3	Documentos Administrativos	8
1.4	Modificaciones de Contrato	8
1.5	Plan de Seguridad	8
2.	Reuniones y visitas a terreno.....	9
2.1	Reunión Inicial	9
2.2	Reunión Visita a Terreno N°1	10
2.3	Reunión Definición de Criterios de Estudios de Título y Medición de Líneas de Playa	10
2.4	Reunión de Entrega de Etapa 1	11
3.	Recopilación de Antecedentes	12
3.1	Antecedentes proporcionados por la DOP	12
3.2	Solicitud de Información a Organismos Públicos y Privados mediante Cartas.....	13
3.3	Solicitud de Información a través de Ley de Transparencia.....	17
3.4	Respuestas a solicitud de información	17
4.	Levantamiento Topobatimétrico.....	21
4.1	Generalidades.....	21
4.2	Apoyo Geodésico.....	21
4.3	Transporte de referencia Altimétrica.....	25
4.4	Levantamiento Topográfico	26
4.5	Levantamiento Batimétrico	28
4.6	Resultados	39
5.	Línea de playa.....	40
5.1	Introducción	40
5.2	Metodología	40
5.3	Resultados	41
6.	Análisis Territorial.....	43
6.1	Análisis de Propiedades	43
6.2	Análisis de concesiones marítimas y acuícolas	45
6.3	Análisis de Instrumentos de Planificación Territorial	45
6.4	Análisis de limitaciones ambientales	51

6.5	Conclusiones	52
7.	Calidad físico química bacteriológica de suelo, agua y granulometría.....	55
7.1	Introducción	55
7.2	Objetivos	55
7.3	Metodología	55
7.4	Resultados	61
7.5	Conclusiones	68

Índice de tablas

Tabla 3-1	Solicitud de antecedentes mediante Cartas Formales	14
Tabla 3-2	Solicitud de Información a través de Ley de Transparencia.....	17
Tabla 4-1	Coordenadas UTM y Geográficas DATUM SIRGAS (WGS-84) de los vértices medidos	25
Tabla 4-2	Coordenadas UTM y Geográficas DATUM SIRGAS (WGS-84) de los vértices FRU1 y CAS2.....	25
Tabla 4-3	Coordenadas UTM y Geográficas DATUM SIRGAS (WGS-84) de los vértices CAS1 y CAS3.....	25
Tabla 4-4	Sistema Sonar Multihaz SeaBat T50-P	30
Tabla 4-5	Especificaciones técnicas de SeaBat T50-P	30
Tabla 4-6	Valores Offsets de antena primaria y traductor	32
Tabla 5-1	Parámetros estadísticos de niveles de Aguas Máximas y Mínimas del Lago Llanquihue para el periodo 1998-2017	42
Tabla 6-1	Propiedades identificadas en el área de estudio	44
Tabla 7-1	Ubicación geográfica de los puntos de muestreo	56
Tabla 7-2	Resultados de análisis de agua sector de Cascadas	61
Tabla 7-3	Resultados de análisis de sedimentos.....	63
Tabla 7-4	Resultados de análisis de granulometría.....	66
Tabla 7-5	Clasificación de las muestras de granulometría	67

Índice de figuras

Figura 1-1	Ubicación de los lugares de estudio	6
------------	---	---

Figura 1-2 Fotografías del Sector de Estudio (Playa Cascadas).....	7
Figura 3-1 Niveles del lago 2015.....	12
Figura 3-2 Monografía PR limnómetro La Poza.....	13
Figura 3-3 Antecedentes geológicos del sector de Cascadas.....	19
Figura 4-1 Polígono CFPM - La Poza - VAR1	22
Figura 4-2 Vértice Geodésico SHOA CFPM (izq.) y Vértice La Poza 1 (der.).....	22
Figura 4-3 Polígono VAR1 – FRU1 – CAS1	23
Figura 4-4 Fotografías de los Vértices CAS1, CAS2 y CAS3.....	23
Figura 4-5 Vinculación entre el vértice CFPM y los vértices La Poza 1 y VAR1	24
Figura 4-6 Vinculación entre el vértice VAR1 y los vértices FRU1 y CAS2.....	24
Figura 4-7 Vinculación interna entre el vértice CAS2 y los vértices CAS1 y CAS3.....	24
Figura 4-8 Vector La Poza 1 - VAR1.....	26
Figura 4-9 Nivelación interna entre vértices sector Cascadas - Lago Llanquihue.....	26
Figura 4-10 Área definida para Levantamiento Topográfico.....	27
Figura 4-11 Trabajo Topográfico con Tiempo Real (RTK).....	27
Figura 4-12 Red de puntos del área levantada.....	27
Figura 4-13 Vista de plano área levantada en el sector de Cascadas	28
Figura 4-14 Embarcación Aylin	28
Figura 4-15 Área definida para levantamiento Batimétrico	29
Figura 4-16 Sistema de Sonar Multihaz SeaBat T50-P	29
Figura 4-17 Sistema inercial APPLANIX, POS-MV Wavemaster V5.....	31
Figura 4-18 Sondas de medición de la velocidad del sonido (SVP). (a) Perfilador AML Minos-X (NS 30202) y (b) AML Micro-X (NS 10266).....	31
Figura 4-19 Antenas receptoras del sistema inercial.....	32
Figura 4-20 Vista elevación Popa de la embarcación y sus componentes	32
Figura 4-21 Ejes ortogonales, consistente con la regla de la mano derecha, en que se basa el sistema inercial POS MV	32
Figura 4-22 Ejes ortogonales, consistente con la regla de la mano derecha, en que se basa el software hidrográfico PDS2000	33
Figura 4-23 Configuración de offsets en software PDS2000.....	33
Figura 4-24 Configuración de offsets en software MV-POSView	34
Figura 4-25 Medición del perfil velocidad del sonido (AML, Minos X) y datos obtenidos.....	34
Figura 4-26 Instalación de equipo base en vértices y móvil en embarcación	35

Figura 4-27 Imagen de Referencia obtención del Pelo de Agua y Limnómetro	36
Figura 4-28 Esquema Nivel de Reducción de Sondas	36
Figura 4-29 Medición del perfil velocidad del sonido	37
Figura 4-30 Edición final del posicionamiento de las líneas correspondientes a la prueba del parche	37
Figura 4-31 Vista del levantamiento para la edición de sondas recolectadas.....	38
Figura 4-32 Ejemplo de sondas grilladas.....	38
Figura 4-33 Plano final de las sondas obtenidas	39
Figura 4-34 Vista general del área de estudio	39
Figura 5-1 Elaboración de la Línea del Lago (Línea azul) en la Localidad de Cascadas, Región de Los Lagos	40
Figura 5-2 Línea del Lago trazadas en el sector de Cascadas, Lago Llanquihue.....	41
Figura 6-1 Imágenes del área de estudio sector Norte (Arriba) y Sur (Abajo)	43
Figura 6-2 Propiedades en el área de estudio.....	44
Figura 6-3 Área urbana del PRC Puerto Octay.....	47
Figura 6-4 Límites del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales	50
Figura 7-1 Sitios de muestreo Calidad de aguas	57
Figura 7-2 Sitios de muestreo de sedimentos.....	57
Figura 7-3 Sitios de muestreo de granulometría.....	58
Figura 7-4 Registro fotográfico metodología toma de muestras de agua en profundidad.....	59
Figura 7-5 Registro fotográfico metodología toma de muestras sedimentos	60
Figura 7-6 Gráficos de analitos físico químicos en agua	62
Figura 7-7 Concentración de analitos microbiológicos en agua	62
Figura 7-8 Analitos físico químicos en muestras de sedimento.....	64
Figura 7-9 Concentraciones de metales en muestras de sedimento.....	64
Figura 7-10 Concentración de nutrientes en muestras de sedimento	65
Figura 7-11 Concentración de organismos microbiológicos en muestras de sedimento	65
Figura 7-12 Histograma de composición granulométrica por muestra	68

Anexos

- Anexo A Documentos Administrativos
- Anexo B Minutas de Reunión
- Anexo C Recopilación de Antecedentes (Digital)
- Anexo D Levantamiento Topobatimétrico
- Anexo E Análisis Territorial
- Anexo F Calidad de Suelo y Agua
- Anexo G Plan de Seguridad (Digital)
- Anexo H Álbum Fotográfico
- Anexo I Minuta de Respuestas

1. Introducción

1.1 Antecedentes generales

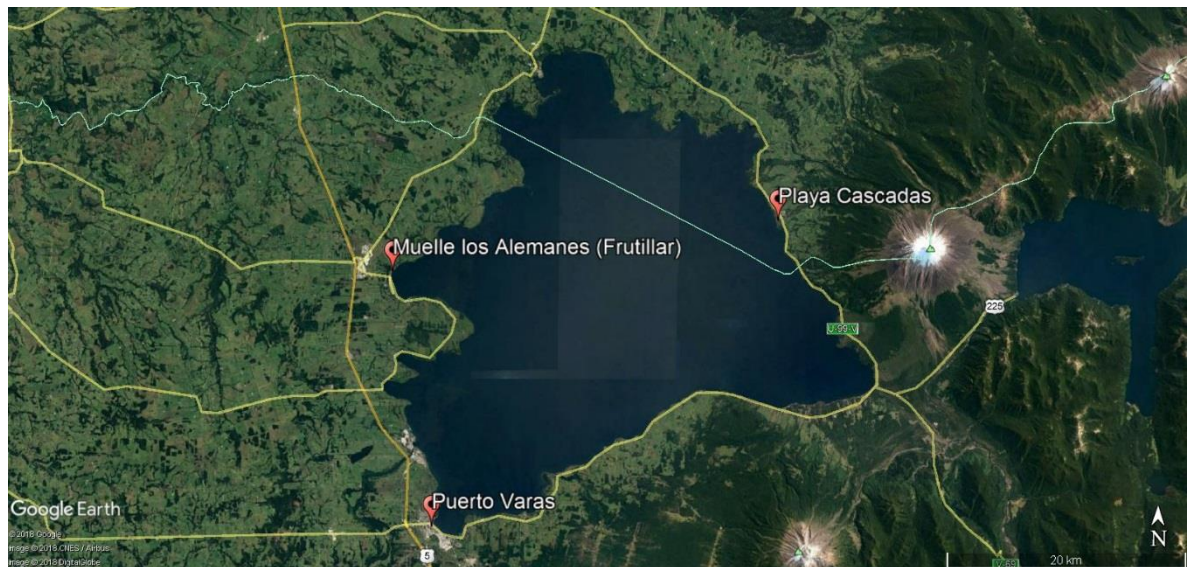
La Dirección de Obras Portuarias, cumpliendo con su misión de proveer a la ciudadanía de infraestructura portuaria, costera, marítima, fluvial y lacustre necesarias para el mejoramiento de la calidad de vida, el desarrollo socioeconómico del país y su integración física nacional e internacional, estima que es necesario potenciar el uso del borde costero del lago Llanquihue, para lograr un mejor desarrollo turístico, recreacional y cultural.

Es por esto que se ha solicitado a GHD desarrollar la consultoría “**Estudios Básicos Borde Costero Cascadas, Puerto Varas, Frutillar**”, la cual proveerá de los antecedentes necesarios que permitan proyectar y diseñar obras de mejoramiento del borde costero en aquellas localidades.

Esta consultoría ha sido formulada en dos etapas, la primera de ellas tiene relación con los estudios topobatemétricos, análisis de situación de los terrenos, análisis de calidad de agua y suelo y recopilación de antecedentes; además de una segunda etapa que corresponde a los estudios de mecánica de suelo y expedientes territoriales.

Los sectores de estudios se encuentran en la Región de los Lagos, específicamente en la cuenca del Lago Llanquihue tal como se indica en la Figura 1-1.

Figura 1-1 Ubicación de los lugares de estudio



El sector de **Playa Cascadas**, sector que hace referencia este informe y que se ilustra en la Figura 1-2 Fotografías del Sector de Estudio (Playa Cascadas), se encuentra en el sector oriente del lago Llanquihue y posee una alta demanda en época estival. Actualmente carece de infraestructura para embarcaciones menores, estacionamientos adecuados, accesibilidad universal, baños y vestidores.

En etapas posteriores a esta Consultoría, el proyecto buscará desarrollar un mejoramiento de las condiciones naturales que presenta la playa, por medio de entregarle accesibilidad universal, construcción de baños y vestidores, mejoramiento de estacionamientos y la construcción de infraestructura para botar embarcaciones menores y de embarcaderos para pasajeros.

Figura 1-2 Fotografías del Sector de Estudio (Playa Cascadas)



1.2 Objetivo de este informe

El objetivo de este informe es evidenciar el desarrollo de la Etapa 1 mencionada en el apartado anterior, enfocándose específicamente en el sector de **Playa Cascadas**, el cual fue ejecutado entre los días 15.03.2018 y 22.05.2018 y donde se desarrollaron los siguientes trabajos:

1. Recopilación de antecedentes
2. Levantamiento topobatimétrico
3. Análisis territorial
4. Calidad físico química bacteriológica de suelo y agua.

Durante el desarrollo del presente informe se explicarán las tareas, análisis y consideraciones realizadas para lograr los objetivos planteados.

1.3 Documentos Administrativos

En conformidad con lo establecido en las bases del contrato se adjuntan en Anexo A los documentos administrativos correspondientes los cuales fueron enviados a la DOP debidamente protocolizados ante notario por medio de la carta 85/11914/40156, los documentos adjuntos son los siguientes:

- Resolución DROP X (EX) N° 436 del 07/03/2018 y tramitada el 14/03/2018
- Boleta de Garantía Bancaria N° 6972

Junto con estos documentos también fueron enviados los certificados de título legalizados.

1.4 Modificaciones de Contrato

1.4.1 Modificación de Contrato N° 1

Debido a las particularidades detectadas en terreno en referencia a la toma de muestras de sedimentos para la determinación de la calidad físico química bacteriológica del suelo, específicamente en la localidad de Puerto Varas; y a la necesidad de modificar la cantidad de trabajo a entregar en diferencia a lo contratado inicialmente, se hace necesario realizar una modificación en el contrato la cual fue propuesta a la DOP mediante carta GHD N° 85/11914/40466 ingresada en oficina de partes DOP Región de Los Lagos el día 10 de mayo del presente año y que se adjunta en el Anexo A.03.

Dicha modificación consiste básicamente en la disminución en tres (3) unidades el ítem: “1.4.1 Calidad físico química bacteriológica del suelo” de la Oferta Económica, con lo cual el valor final del ítem será: \$12.257.600.-, el valor de la Etapa 1 será: \$97.180.500.-, y el valor del contrato completo será: \$219.672.600.

Es necesario mencionar que esta reducción en los costos no considera aumentos o disminuciones en los tiempos de ejecución de los trabajos asociados y que radica básicamente en que el material extraído en esas tres muestras correspondía a una granulometría que no es posible ensayar.

Actualmente, GHD se encuentra a la espera del convenio de modificación de contrato el cual se encuentra en desarrollo por parte de la DOP, para ser firmado por los representantes legales.

1.5 Plan de Seguridad

Una de las tareas fundamentales para el desarrollo de las actividades de terreno correspondió a la generación del plan de seguridad el cual fue confeccionado posteriormente a la visita a terreno y entregado a la IFC para revisión y aprobación previa a los trabajos de campo. Dicho plan de seguridad fue consensuado con la DOP, enviado y aprobado. Se adjunta en forma digital en el Anexo G.

2. Reuniones y visitas a terreno

En el marco del desarrollo de la Etapa 1 de la presente Consultoría, se desarrollaron las siguientes reuniones y visitas a terreno:

2.1 Reunión Inicial

Tal como se indican en los Términos de Referencia de la Consultoría, esta reunión técnica se desarrolló el día miércoles 21 de marzo del presente año en las dependencias de la Dirección Regional de Obras Portuarias, Región de Los Lagos, en la cual asistieron los siguientes profesionales:

Equipo DOP

- Carol Yubano (CY) – Inspectora Fiscal (S)
- Rodolfo Palacios (RP) – Jefe Plan Llanquihue
- Juan Ojeda (JO) – Jefe Unidad de Prevención de Riesgos de la SEREMI

Equipo GHD

- Gustavo Hervías (GH) – Jefe de Proyecto
- Sergio Payacán (SP) – Especialista Ambiental
- Yuri Salgado (YS) – Prof. Territorial y Ambiente
- José Pérez (JP) – Encargado Seguridad
- Diego Jaramillo (DJ) – Ing. de Proyectos

En esta reunión se trataron temas relativos a la definición de lineamientos de trabajo en la determinación de los estudios de títulos, donde se acordó generar una instancia de reunión entre los abogados tanto de la DOP como de GHD.

A su vez, en temas relacionados a trabajos de topobatimetría, se hace alusión a que el sector Muelle los Alemanes (Frutillar) es especialmente crítico ya que se detectan posibles afloramientos de canchagua, lo que podría ser influyente para el diseño del muelle y operatividad de naves de diseño en el sector. Referente a este problema, GHD propone modificación de las áreas topobatimétricas propuestas en los Términos de Referencia según necesidades observadas en posterior visita a terreno.

En lo que a medición de calidad de suelo y agua se refiere, se menciona que estos estudios son especialmente críticos en la localidad de Puerto Varas, donde existen diversos puntos de descarga al Lago Llanquihue. De acuerdo a esto, GHD propone reubicación de puntos de toma de muestras de agua y suelo en las localidades, teniendo en cuenta el muestreo directamente donde existan singularidades.

En Anexo B se presentan las minutas de las reuniones realizadas donde se puede ver más en detalle los temas tratados y los acuerdos logrados.

2.2 Reunión Visita a Terreno N°1

Al igual que la Reunión Inicial descrita en el acápite anterior, esta reunión se realizó el mismo día miércoles 21 de marzo del 2018, en la cual participaron los mismos profesionales a excepción de Carol Yubano que por problemas de salud fue remplazada por Jessica Vivar. Se recorrieron en conjunto los tres (3) sectores de estudio a los que hace referencia el contrato.

Los temas principales tratados se pueden resumir como sigue:

Playa Cascadas

En general, los temas más importantes tratados en la visita fueron los estudios de Análisis Territorial y las áreas de levantamiento Topobatimétrico.

Referente al Análisis Territorial, la DOP expresa la importancia de este estudio en el proyecto, aclarando que se debe definir con claridad y precisión la línea de cercos colindante a la calle que bordea el lago, además de los dominios existentes. Referente a esto, GHD tomará en cuenta especialmente estas consideraciones y se solicitará reunión con abogados de ambas partes para definir lineamientos del estudio.

Con respecto al estudio Topobatimétrico, se solicita agrandar el área de estudio hacia el lago frente a la calle Hermanos Phillipi y Camping Municipal, ambos sectores considerados crítico para el proyecto ya que es donde se contempla el diseño de las obras lacustres. En relación a esto, GHD propone nuevas áreas de estudio basadas en la conversación sostenida en terreno.

Mayores detalles de estas reuniones y acuerdos logrados se pueden revisar en la minuta correspondiente adjunta en Anexo B.

2.3 Reunión Definición de Criterios de Estudios de Título y Medición de Líneas de Playa

En esta reunión se exponen los avances realizados a la fecha referente a los estudios de análisis territorial para cada uno de los sectores.

Se señala que al no existir layout de proyectos para ninguna de las tres localidades, y siendo este un insumo necesario para definir las propiedades que podrían verse afectas a expropiación, se hace necesario definir un criterio para establecer a qué propiedades se les deberá hacer un estudio de título.

En común acuerdo entre la DOP y GHD se define que el criterio para la realización de estudios de título serán a las casas que colinden con el Lago Llanquihue.

Referente a la medición de las líneas de playa, se señala que la medición deberá realizarse sólo en los sectores de Puerto Varas y Frutillar, con la respectiva validación de los procedimientos de levantamiento por la Autoridad Marítima ya que para Cascada la DOP ya posee certificado correspondiente. Las líneas de aguas máximas y mínimas para el lago se obtendrán mediante análisis estadístico que definirán las cotas por donde pasa dichos niveles, los cual serán emplazados sobre los planos correspondientes.

2.4 Reunión de Entrega de Etapa 1

En esta reunión, realizada el día lunes 18 de junio de 2018, se expone una presentación en la cual se indican los principales objetivos y resultados logrados en el desarrollo de la Etapa 1.

La reunión se realizó en dependencias de la Dirección Regional de Obras Portuarias, Puerto Montt y a través de videoconferencia con la Dirección de Obras Portuarias Nivel Central y a la cual asistieron los siguientes profesionales:

Equipo DOP Puerto Montt

- Francisco Alarcón (FA) – Inspector Fiscal

Equipo DOP Santiago

- Melisa Rojas (MR) – Abogada

Equipo GHD Puerto Montt

- Gustavo Hervías (GH) – Jefe de Proyecto
- Yuri Salgado (YS) – Prof. Territorial y Ambiente
- José Pérez (JP) – Encargado Seguridad

Equipo GHD Puerto Montt

- Sebastián Covarrubias (SC) – Abogado
- Cristian Villagrán (CV) – Profesional Territorial y Ambiente
- Sergio Payacán (SP) – Especialista Ambiental

Referente al Análisis Territorial, en líneas generales se indica que en la localidad de Cascadas existen seis (6) propiedades que colindan con el lago Llanquihue, siendo las propiedades LC-04 y LC-05 situaciones problemáticas asociadas a un litigio en transcurso. Sin embargo, es una situación prácticamente zanjada desde el punto de vista judicial y que está pendiente el pago de las mejoras para llevar a cabo del alzamiento de la demanda.

Respecto a la Calidad de Agua, Sedimentos y Granulometría, las muestras analizadas se encontraron dentro de los márgenes aceptables indicados en las normativas de referencia utilizadas en el análisis.

3. Recopilación de Antecedentes

En este capítulo se desarrolla una descripción de los antecedentes relevantes evaluados en el marco del desarrollo de la presente consultoría, de acuerdo a lo solicitado en los términos de referencia. Es importante señalar que para efectuar la recopilación de antecedentes, se emitieron cartas dirigidas a los servicios que pudiesen contar con información relevante, sin embargo, no se ha recibido, a la fecha, respuestas de todos ellos (Ver Anexo C). Por lo anterior, en el presente capítulo se presentan los antecedentes disponibles públicamente, además de la información adquirida por GHD en alguno de los servicios de los que recibió respuesta positiva.


3.1 Antecedentes proporcionados por la DOP

3.1.1 Estadística de niveles del Lago Llanquihue

La DOP proporciona información proveniente de la Dirección General de Aguas referente a los niveles del lago. La información cuenta con registros anuales desde el año 1998 al 2016.

La Figura 3-1 muestra un ejemplo de la información presentada para el año 2015.

Figura 3-1 Niveles del lago 2015




 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS		VOLUMEN ANUAL DE EMBALSE Año : 2015											
ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
LAGO LLANQUIHUE (LM)													
Altura Final (m)	0.53	0.35	0.26	0.34	0.56	0.62	0.76	0.91	0.89	0.75	0.69	0.59	
Volumen Final (millones de m ³)													
Altura Máxima (m)	0.69	0.52	0.35	0.34	0.56	0.63	0.76	0.91	0.93	0.89	0.74	0.69	
Volumen Máximo (millones de m ³)													
Día	1	1	1	22	31	20	31	31	8	1	1	1	
Altura Mínima (m)	0.53	0.35	0.26	0.28	0.35	0.57	0.62	0.76	0.86	0.75	0.69	0.59	
Volumen Mínimo (millones de m ³)													
Día	30	28	29	1	1	1	1	1	23	31	30	30	
Días con información	31	28	30	30	31	30	31	31	30	31	30	31	

3.1.2 Monografía PR limnómetro La Poza

La Dirección de Obras realizó entrega de la Monografía del Vértice Geodésico correspondiente al PR limnómetro La Poza, a la cual se refieren los niveles del lago.

Los detalles del vértice geodésico se muestran en la Figura 3-2 a continuación:

Figura 3-2 Monografía PR Imnómetro La Poza

Monografía Vértice Geodésico		Código :	Nº Monografía : LA POZA 1
Nombre : LA POZA 1	ID : LA POZA 1	Proyecto : RELLENO LLANQUIHUE	
Región : DÉCIMA DE LOS LAGOS	Provincia : LLANQUIHUE	Comuna : LLANQUIHUE	Lugar : COSTANERA LLANQUIHUE
Croquis General		Fotografía	
			
Croquis Detallado		Descripción	
		<p>El vértice se encuentra ubicado en el sector la Poza , a unos 12 km de Puerto Varas.</p> <p>El vértice esta monumentado por un monolito de hormigón, con un fierro en su centro.</p>	
Coordenadas			
DATUM	SIRGAS	PSAD 56	SAD 69
Latitud	41° 16' 42,57169"		
Longitud	72° 51' 44,05844"		
Altura	3,141		
Norte	5.428.122,910		
Este	679.035,600		
Huso	18		
Otros Antecedentes			
Intervisible			
Tipo Altura	Ortométrica		
Fecha Med.			
Fecha Calc.			
NºLibreta(s)			

3.2 Solicitud de Información a Organismos Públicos y Privados mediante Cartas

3.2.1 Solicitud vía Carta Formal a Organismos Públicos y Privados

Se consultó en diferentes organismos públicos y privados por información asociada a proyectos existentes o futuros que puedan interferir con las obras a proyectar, estudios anteriores relacionados, estudios básicos cercanos o cualquier información que pueda ser utilizada en las distintas etapas de la consultoría.

La solicitud fue respaldada mediante el ORD. DROP X N° 256 de fecha 02 de abril de 2018 y que certifica la autorización de la DOP para recabar información y antecedentes en entidades públicas y privada.

Los organismos consultados y el estado de la respuesta se indican a continuación:

Tabla 3-1 Solicitud de antecedentes mediante Cartas Formales

Institución	Estado de respuesta
I. Municipalidad de Puerto Octay	Con respuesta
I. Municipalidad de Puerto Varas	Sin respuesta
I. Municipalidad de Frutillar	Sin respuesta
SERNATUR, Región de Los Lagos	Con respuesta
SERVIU, Región de Los Lagos	Con respuesta
SERNAGEOMIN, O. T. Puerto Varas, Región de Los Lagos	Sin respuesta
DOH, Región de Los Lagos	Sin respuesta
DGA, Región de Los Lagos	Con respuesta.
INH, Región Metropolitana	Con Respuesta
CNE, Región Metropolitana	Sin respuesta
SHOA	Con Respuesta
DIRECTEMAR, Región de Valparaíso	Con Respuesta
SISS, Región de Los Lagos	Sin respuesta
Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos (ESSAL)	Sin respuesta
DOP, Región Metropolitana	Sin respuesta
GORE, Región de Los Lagos	Sin respuesta
Gobernación Provincial de Llanquihue, Región de Los Lagos	Sin respuesta
Gobernación Provincial de Osorno, Región de Los Lagos	Sin respuesta
SEREMI Vivienda y Urbanismo, Región de Los Lagos	Sin respuesta
SEREMI Bienes Nacionales, Región de Los Lagos	Con Respuesta
SEREMI Economía, Región de Los Lagos	Sin respuesta
SAG, Región de Los Lagos	Sin respuesta
CONADI, Región de Los Lagos	Con respuesta
SERNAPESCA, Región de Los Lagos	Sin respuesta

Institución	Estado de respuesta
ONEMI, Región de Los Lagos	Sin respuesta
SII, Región de Los Lagos	Sin respuesta
SERCOTEC, Región de Los Lagos	Con Respuesta

Las cartas de solicitud de información se adjuntan en el Anexo C.02 del presente informe.

3.2.2 Respuesta de Organismos Públicos y Privados a cartas enviadas

A continuación, se presenta un resumen de los antecedentes entregados por cada organismo, en Anexo C.03. se adjuntan las respuestas con los archivos adjuntos propios para cada respuesta.

I. Municipalidad de Puerto Octay

A través de Memorando N° 70/2018 de fecha 16 de mayo de 2018, se informa que la Dirección de Obras Municipales no tiene registro de inscripción y/o dominio del Camping en cuestión.

Dirección General de Aguas (DGA)

Mediante correo electrónico del día lunes 7 de mayo de 2018, se comunica que las zonas de interés ubicadas dentro del lago Llanquihue cuentan con un estudio particular desarrollado por el servicio, denominado *Metodología de Otorgamiento de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales en Cauces Afluentes a Lagos de Gran Envergadura*.

Instituto Nacional de Hidráulica (INH)

A través de Oficio I.N.H. N° 119 del 18 de abril de 2018, se informa que el servicio mencionado no posee en su archivo técnico estudios referentes al área de estudio mencionada.

SHOA

Mediante ORD. N° 12 600/255 GHD de fecha 15 de mayo del presente año, se adjunta información referida a las concesiones marítimas, vigentes y en trámite, existentes en los sectores de estudio, la cual se complementa con la información proporcionada por DIRECTEMAR y que se resume en el siguiente sub punto.

DIRECTEMAR

Por medio de C.P. VAR. ORD. N° 12.210/19 del día 06 de abril del presente año, se informan que la localidad de Cascadas no registra concesiones marítimas vigentes, en trámite y Permisos de Escasa Importancia otorgados a la fecha en el polígono de estudio.

ESSAL

Mediante Carta N°008425 de fecha 10 de mayo de 2018 se menciona que en la localidad de Cascadas la empresa no posee concesión sanitaria.

Gobierno Regional de Los Lagos (GORE)

A través de ORD. GR. N° 1126 de fecha 26 de abril de 2018, a nombre del Intendente Regional, don Harry Jürgensen, se adjunta un listado con la información que dispone el Gobierno Regional de Los Lagos para el proyecto en cuestión los cuales se indican a continuación.

1. “Las Cascadas: Una comunidad activa y organizada, Volcán Osorno, Chile”. 2007.
2. “Geología para el Ordenamiento Territorial”
3. “Levantamiento Hidrogeológico y potencial de agua subterránea del valle central de la región de Los Lagos”. Cod. BIP N° 20186775-0. De 2008.”
4. “Intervenciones Urbanas en Puerto Varas. Estudio de la vida y el espacio público” Informe Final de consultoría Gehl’s Architects. 2016.
5. “Plan de Integración de Espacios Públicos: Alerce y Puerto Chico (Puerto Varas)”. Informe final de MetroLab Puerto Montt
6. Escenarios de Crecimiento Urbano de Puerto Montt y Puerto Varas.
7. Información Territorial asociada a IDE los Lagos.

A su vez, se sugiere considerar en el proyecto los aspectos atinentes a la Planificación Regional, a través de sus instrumentos involucrados en los siguientes documentos.

8. Estrategia Regional de Desarrollo 2009- 2020. Instrumento Superior de la Región en cuanto su visión de desarrollo.
9. Política Regional de Turismo 2015-2025. Política Pública Regional para fortalecimiento de destino
10. Estrategia Regional de innovación 2015-2019. Consideraciones para el desarrollo productivo desde la innovación.
11. Memoria Explicativa del Plan Regional de Ordenamiento Territorial. 2013.

SEREMI de Bienes Nacionales

A través de ORD. N° SE10-00987 de fecha 17 de abril, se remite información con datos de inscripción de Propiedades Fiscales para las localidades de Cascada y Puerto Varas.

SERNAPESCA

Mediante el ORD X N° 51801, el servicio acusa recibo y deriva a transparencia la solicitud, la cual debería haber estado con respuesta el día 14 de mayo, sin embargo, a la fecha aún no se cuenta con la información por parte del servicio.

SERCOTEC

Por medio de carta G.G. N° 164 – 405123418 del día 25 de abril de 2018, el servicio responde que no ha ejecutado ni planifica ejecutar proyectos en el borde costero de Cascadas.

3.3 Solicitud de Información a través de Ley de Transparencia

Además del envío de cartas a las entidades, se realiza solicitud de antecedentes por medio de la página web de éstas, en su plataforma de Transparencia. Las instituciones consultadas se indican en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2 Solicitud de Información a través de Ley de Transparencia

Institución	Estado de respuesta
I. Municipalidad de Puerto Varas	Con respuesta
I. Municipalidad de Frutillar	Con respuesta
SERNATUR	Con respuesta
SERVIU	Con respuesta
SEREMI Bienes Nacionales	Con Respuesta
Dirección de Vialidad	Con Respuesta
CONADI	Con respuesta
CONAF	Con Respuesta
CMN	Con Respuesta

3.4 Respuestas a solicitud de información

SERNATUR

Mediante carta respuesta solicitud de información pública AH008T0001061 se informa que el territorio de Cascadas, no corresponde actualmente a una zona de interés turístico (ZOIT).

Se menciona también, que el territorio es parte de una postulación de ZOIT aceptada, proceso que fue iniciado por las Municipalidades de Llanquihue, Frutillar, Puerto Octay y Puerto Varas, en organización con la Dirección Regional de Sernatur de Los Lagos para iniciar el proceso de declaratoria y enviar la ficha con la Solicitud de declaratoria ZOIT bajo la ley N° 20.423. Finalmente, el día 16 de febrero de 2018 ingresó a la Subsecretaría de Turismo la ficha de solicitud de declaración, la cual actualmente cuenta con resolución de admisibilidad N° 32 del 05 de marzo de 2018 por parte de la Subsecretaría de Turismo.

Respecto a la relación con el desarrollo de un proyecto DOP de borde lacustre en el sector, cabe señalar que es necesario que el procedimiento se encuentre en fase de elaboración de Plan de Acción, para poder identificar sinergias, compatibilidad y consistencia de los lineamientos de la ZOIT Lago Llanquihue, con un desarrollo de borde lacustre.

SERVIU

Por medio de e-mail de respuesta a consulta N° CAS-4975597-N8K7D4 se informa que el servicio en cuestión no cuenta con terrenos dentro de los polígonos de estudio.

SEREMI Bienes Nacionales (Osorno)

Mediante e-mail de respuesta a solicitud SIAC-CO-CE-0194195 se adjunta información acerca de propiedades fiscales existentes en la localidad de Cascadas, además se adjunta inscripción en Conservación de Bienes Raíces respectivo y planos.

Dirección de Vialidad

Por medio de ORD. N°1109 de fecha 24 de abril de 2018, se informan las tuiciones, anchos promedios de faja y correspondencia o no a Bienes Nacionales de Uso Público según se resume a continuación:

En el sector de Cascadas, la zona en consulta no presenta ningún camino o calle que sea de tuición de la Dirección de Vialidad.

CONAF

Mediante Carta Oficial N° 210/2018, y en respuesta a la solicitud de si en las áreas de estudio existen planes de manejo forestal, se informa que no existen planes de manejo forestal registrados en CONAF.

CMN

Por medio de ORD. N° 44 del 18 de abril de 2018 se responde a la solicitud de información indicando que se realizó un análisis territorial a través de un Sistema de Información Geográfica para determinar los Monumentos Nacionales cercanos al área de estudio.

Lo que se puede informar es lo siguiente:

1. Monumentos Históricos

No se detectan Monumentos Históricos dentro de la zona del proyecto correspondiente a la localidad de Cascadas.

2. Zonas Típicas o Pintorescas

No se detectan Zonas Típicas o Pintorescas dentro de la zona del proyecto correspondiente a la localidad de Cascadas.

3. Monumentos Arqueológicos

Se informa que el Consejo no cuenta con un registro completo de los sitios arqueológicos a nivel nacional, sino con una base de datos construida a partir de la información contenida en informes de línea base realizados por arqueólogos, tanto a través estudios de impacto ambiental como de investigaciones científicas. Sin embargo, la existencia o no de sitios arqueológicos en un área determinada no puede ser validada utilizando una revisión bibliográfica, así como tampoco a través

de bases de datos. Por el contrario, *se requerirá siempre de una inspección visual arqueológica sistemática en terreno, pedestre y con una cobertura adecuada con relación a los tipos de obras y los antecedentes arqueológicos del área, la que deberá ser siempre efectuada por un profesional arqueólogo y/o licenciado en arqueología.*

A su vez, es importante recalcar que el área de emplazamiento del proyecto se reconoce como una zona geográfica susceptible de presentar bienes patrimoniales protegidos por la ley de Monumentos Nacionales N° 17.288, tal como se ha documentado en los alrededores de lagos Llanquihue y Chepo, en asociación a río Manso, Torrentoso y Blanco, como también a lo largo del seno del Reloncaví.

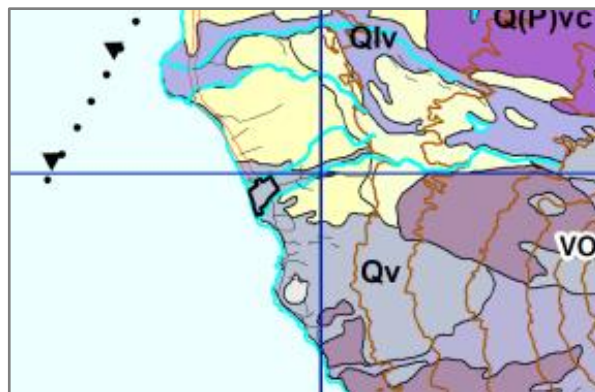
En virtud de lo anterior, el titular debe tener presente que en caso de efectuarse un hallazgo arqueológico o paleontológico durante cualquiera de las fases del proyecto, y a fin de evitar incurrir en el delito de daño a Monumento Nacional establecido en el artículo 38° de la Ley N° 17.288, *se deberá proceder según lo establecido en las artículos N° 26° y 27° de la Ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales y el artículo 23 del D.S N° 484 Reglamento sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, paralizando toda obra en el sector del hallazgo e informando de inmediato y par escrito al Consejo de Monumentos Nacionales, para que este organismo determine las procedimientos a seguir, cuya implementación deberá ser efectuada par el titular del proyecto.*

4. Monumentos Arqueológicos de carácter Paleontológico

Respecto a bienes paleontológicos (fósiles), se informa que de acuerdo a lo estipulado en el artículo 21° de la Ley 17.288, los restos paleontológicos y los lugares donde se hallaren, también se encuentran protegidos bajo la figura de Monumento Arqueológico, de carácter paleontológico, por el solo ministerio de la ley. En otras palabras, las formaciones geológicas que contienen fósiles, potencialmente en toda su extensión estratigráfica horizontal y vertical, son consideradas como objeto de protección, debido a que son el "lugar" donde se encuentran dichos bienes.

Al respecto, cabe destacar que, en el sector de Cascadas, las obras se situarían sobre sedimentos cuaternarios, como "Plm1" y "Qv" (Volcanitas post-glaciales indiferenciadas). Para el caso de la unidad "Qv", a falta de mayores detalles geológicos, podría ser considerada como "**susceptible**" en cuanto a su potencialidad paleontológica.

Figura 3-3 Antecedentes geológicos del sector de Cascadas



Por todo lo anterior, a fin de evitar incurrir en el delito de daño a Monumento Nacional establecido en el artículo N° 38 de la Ley N° 17.288, se deberá proceder a un levantamiento detallado de los antecedentes geológicos y paleontológicos en los sectores donde se ubicarán las obras del proyecto. Para ello se deberá seguir lo indicado en la *Guía de Informes Paleontológicos del CMN* y que se adjunta en el Anexo C.05.

5. Monumentos Públicos

En relación a los Monumentos Públicos, el Artículo 17° de la Ley N° 17.288, indica en forma expresa "Son Monumentos Públicos y quedan bajo la tuición del Consejo de Monumentos Nacionales las estatuas, las columnas, fuentes, pirámides, placas, coronas, inscripciones y, en general, todos los objetos que estuvieren colocados o se colocaren para perpetuar memoria en campos, calles, plazas y paseos o lugares públicos", los cuales gozan de tal calidad por el ministerio de la Ley.

Al presente, el Consejo solo cuenta con un registro de Monumentos Públicos en las capitales provinciales de la Región de Los Lagos, no así en la Comuna de Puerto Octay.

En el caso de que se desarrolle algún tipo de intervención, se solicita realizar un catastro completo de los Monumentos Públicos que se encontrarían en toda el área a intervenir. Este catastro deberá ser ejecutado siguiendo los procedimientos establecidos en los "Lineamientos de manejo de Monumentos Públicos", utilizando los principios de captura de información contenidos en el "Manual de procedimientos Catastrales, año 2016" del proyecto "Chile conoce sus Monumentos Públicos", complementariamente a la "Ficha de registro de Monumentos Públicos". Ambos archivos se adjuntan en Anexo C.05.

4. Levantamiento Topobatimétrico

4.1 Generalidades

El presente capítulo corresponde al Estudio Topobatimétrico, efectuado en el sector de borde costero de la localidad de Cascadas, comuna de Puerto Octay, provincia de Osorno. El estudio fue autorizado mediante la Resolución SHOA ORDINARIO N°13270/24/541 de fecha 26 de octubre de 2017 (Anexo D.01). En su gran mayoría el levantamiento en terreno fue realizado en el periodo comprendido entre los días 06 y 27 de abril de 2018, con un posterior trabajo de gabinete que fue finalizado el día jueves 17 de mayo de 2018.

Los aspectos metodológicos para llevar a cabo de la batimetría, geodesia y topografía en este estudio, se realizaron conforme a las disposiciones del DFL 192, de la Publicación SHOA N°3105, Instrucciones Hidrográficas N°5 “Especificaciones Técnicas para la ejecución de Sondajes” y la Publicación SHOA N°3109, Instrucciones Hidrográficas N°9 “Especificaciones Técnicas para el Empleo y Aplicación de Tecnología GPS”.

Cabe mencionar, que el presente trabajo no contempla la aprobación otorgada por el SHOA, de estudios con "Valor Hidrográfico".

4.2 Apoyo Geodésico

4.2.1 Metodología

Los días 7, 13 y 24 de abril del 2018, se realizaron mediciones de GPS con objeto de entregar control geodésico a los trabajos a ejecutar en el sector de Cascadas. Durante estas labores se realizaron 3 etapas de medición (i.e. Vinculaciones).

Los equipos utilizados para ejecutar la vinculación geodésica fueron los G.P.S geodésicos de doble frecuencia, marca Spectra Precision modelo SP80.

La primera etapa de medición corresponde a la vinculación de 3 vértices, siendo dos de ellos conocidos. El primero, es el vértice geodésico "CFPM", proporcionado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), ubicado al interior de los recintos de la Gobernación Marítima de Puerto Montt (ver Anexo D.02), el segundo es el vértice "La poza 1", a partir de los cuales, se generó un tercer vértice, denotado como VAR1, ubicado en el sector de Puerto Varas, Lago Llanquihue, Región de Los Lagos (Figura 4-1 y Figura 4-2).

En la segunda etapa de medición, se vinculó el vértice generado "VAR1" (ubicado en el sector de Puerto Varas), con los vértices generados "FRU1" y "CAS2", ubicados en el sector de Frutillar y Cascadas, respectivamente (Figura 4-3). Estos tres vértices, cumplen el objetivo de dar las coordenadas de partida para la generación/construcción de los futuros vértices que formaran parte la red geodésica interna, en las áreas de estudio.

Figura 4-1 Polígono CFPM - La Poza - VAR1

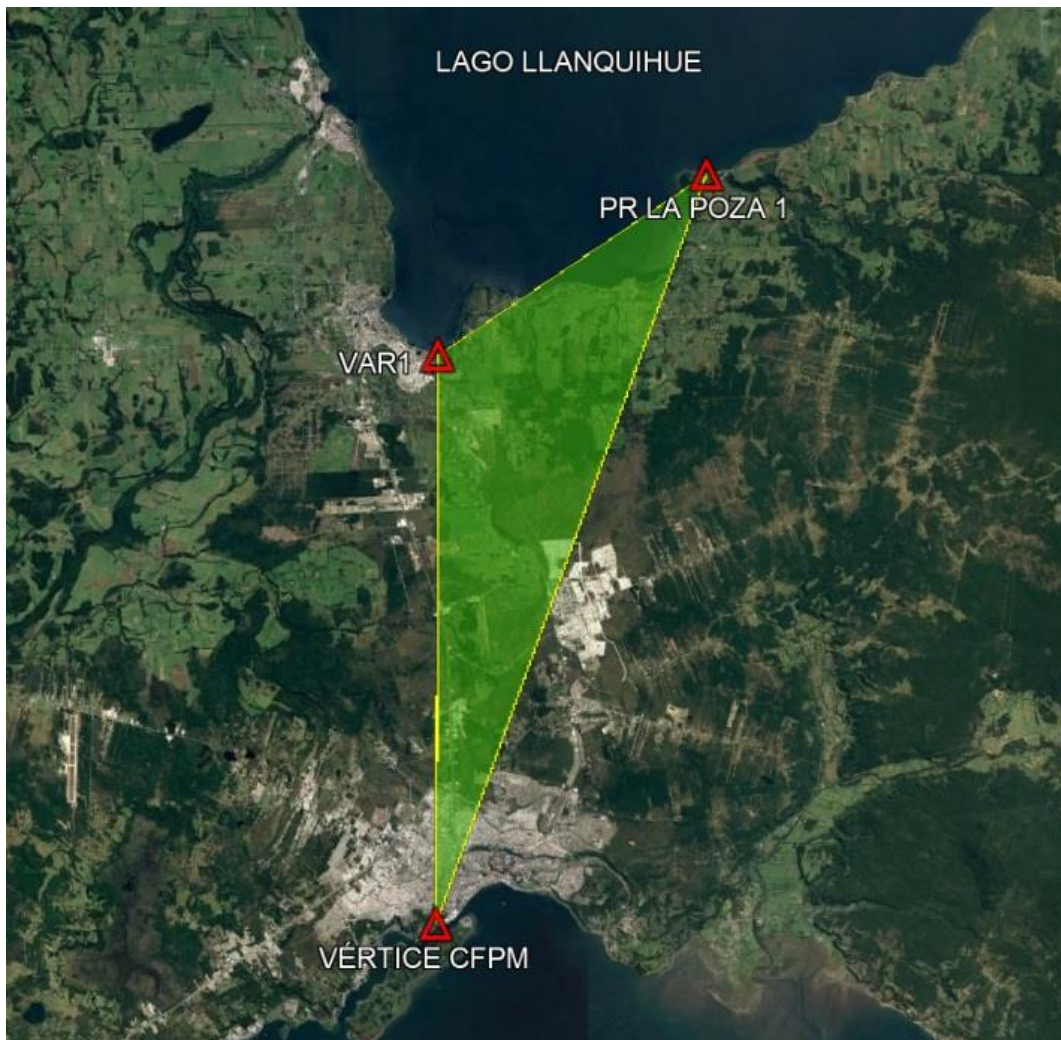


Figura 4-2 Vértice Geodésico SHOA CFPM (izq.) y Vértice La Poza 1 (der.)



Figura 4-3 Polígono VAR1 – FRU1 – CAS1



Por último, se realizó una tercera etapa de medición, la cual consistió en realizar la vinculación interna para cada sector en particular. En el caso del sector Cascadas, se crearon los vértices “CAS1” y “CAS3”, a partir del vértice “CAS2”, generado en la segunda etapa de medición GPS.

Los vértices generados (CAS1, CAS2 y CAS3), quedaron ubicados en lugares visibles siendo monumentados de acuerdo a lo indicado en los términos de referencia correspondientes (Figura 4-4; Anexo D.02). Todo lo anterior, cumple el objetivo de apoyar las labores Topobatemétricas en Cascadas.

Figura 4-4 Fotografías de los Vértices CAS1, CAS2 y CAS3



Una vez vinculados los puntos, se procedió a ejecutar el procesamiento de la data recolectada en campo. Para esto se utilizó el método de medición estático, donde predomina la configuración de una poligonal cerrada. La poligonal cerrada consiste en medir simultáneamente todos los puntos entre sí (con un tiempo en común), determinado por la distancia entre ellos, con el objeto de dar una mayor rigidez a la figura, lo permite una mayor precisión y exactitud en el cálculo de las coordenadas UTM y Geográficas.

Figura 4-5 Vinculación entre el vértice CFPM y los vértices La Poza 1 y VAR1

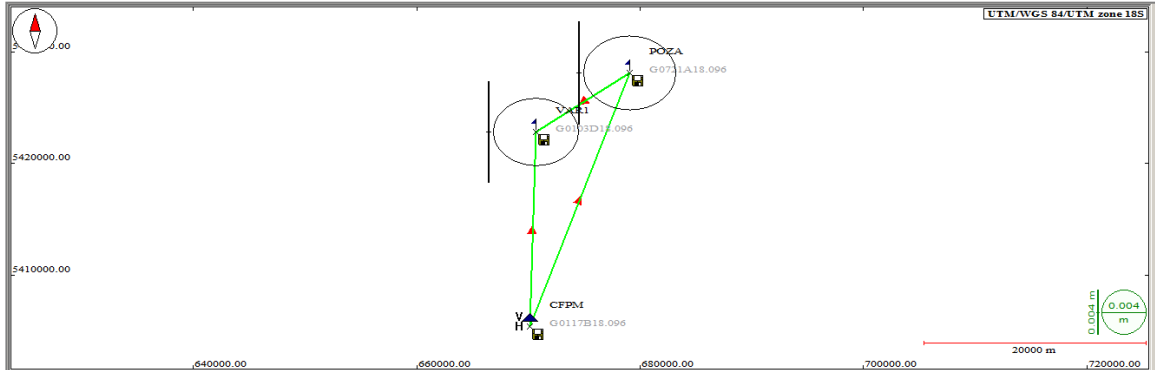


Figura 4-6 Vinculación entre el vértice VAR1 y los vértices FRU1 y CAS2

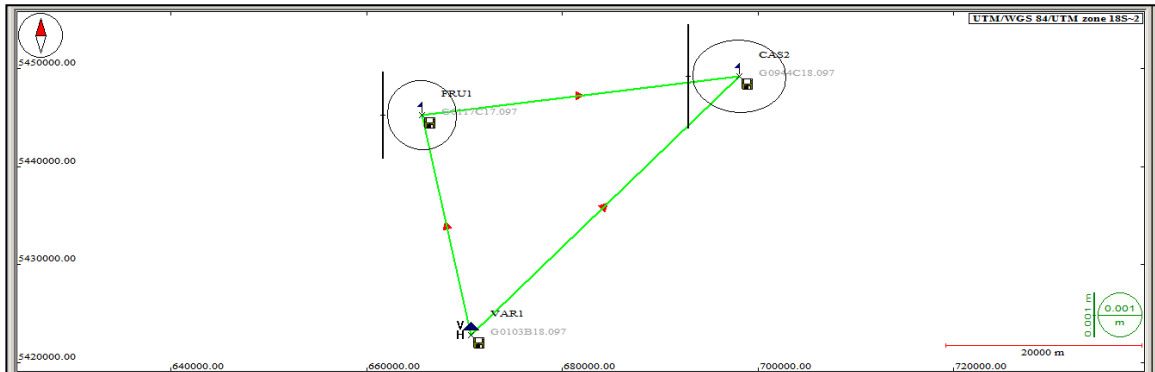
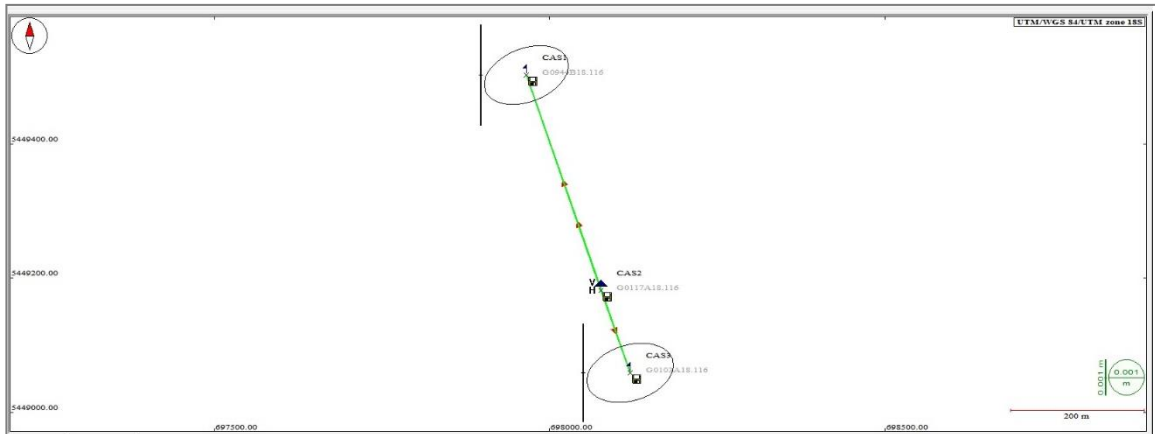


Figura 4-7 Vinculación interna entre el vértice CAS2 y los vértices CAS1 y CAS3



El procesamiento de la información de las poligonales, se realizó con el software GNSS Solutions (versión 3.80.8). Con ello, se obtuvo las coordenadas de los vértices medidos, proyección UTM, Geográficas y Alturas (Tabla 4-1 Tabla 4-2 y Tabla 4-3). Se entrega reporte poligonal del sector de estudio en. Anexo D.03.

Tabla 4-1 Coordenadas UTM y Geográficas DATUM SIRGAS (WGS-84) de los vértices medidos

Vértice	Norte	Este	Latitud	Longitud	Alt. Elipsoidal (m)	Alt. "0" Limnómetro (m)
CFPM	5.405.451,313	670.159,432	41°29'04,19838"	72°57'42,45438"	23,801	
LA POZA 1	5.428.122,910	679.035,600	41°16'42,57169"	72°51'44,05844"	71.245	3.141
VAR1	5.422.814,778	670.670,789	41°19'41,11388"	72°57'38,04103"	71,539	3.588

Tabla 4-2 Coordenadas UTM y Geográficas DATUM SIRGAS (WGS-84) de los vértices FRU1 y CAS2

Vértice	Norte	Este	Latitud	Longitud	Alt. Elipsoidal (m)	Alt. "0" Limnómetro (m)
FRU1	5.445.227,224	665.665,976	41°07'38.50647"	73°01'35.09859"	73	5.133
CAS2	5.449.181,500	698.076,537	41°05'04.24982"	72°38'30.73173"	71	2.175

Tabla 4-3 Coordenadas UTM y Geográficas DATUM SIRGAS (WGS-84) de los vértices CAS1 y CAS3

Vértice	Norte	Este	Latitud	Longitud	Alt. Elipsoidal (m)	Alt. "0" Limnómetro (m)
CAS1	5.449.502,418	697.965,284	41°04'53.94904"	72°38'35.86771"	70.387	1.541
CAS3	5.449.058,849	698.120,090	41°05'08.18572"	72°38'28.72447"	71.698	2.825

4.3 Transporte de referencia Altimétrica

De acuerdo a la necesidad del proyecto, se realizó el transporte de referencia altimétrica con el fin de referir el Proyecto Topobatimétrico al nivel del cero Limnómetro del Lago Llanquihue. Por lo anterior, se realizó el arrastre desde el PR La Poza 1 (MOP) hacia el vértice VAR1, mediante a mediciones GPS (Figura 4-8). A partir de esto se procedió a realizar el circuito de nivelación diferencial cerrada (Figura 4-9) en el sector de Cascadas, entre los vértices "CAS2", "CAS1" y "CAS3". Los datos observados, fueron ingresados en una planilla Excel por registro de desniveles, los cuales fueron compensados por método de distancias (Anexo D.04).

Figura 4-8 Vector La Poza 1 - VAR1



Figura 4-9 Nivelación interna entre vértices sector Cascadas - Lago Llanquihue



El Instrumental utilizado, es el nivel marca Focus DL-15 y mira telescópica de lectura.

4.4 Levantamiento Topográfico

4.4.1 Metodología

El levantamiento Topográfico en el sector de Cascadas se realizó el día 28 de abril de 2018, en la cual se levantaron las ~5 hectáreas solicitadas en los TdR (Figura 4-10).

Para el levantamiento topográfico en el sector de Cascadas, se utilizó un equipo de posicionamiento satelital, DGPS geodésico, marca Spectra modelo SP-80 doble frecuencia en conjunto con una radio amplificadora de frecuencias Pacific Crest. Los datos se obtuvieron, aplicando metodología cinemática en tiempo real (RTK), referidos al Datum WGS-84 (World Geodetic System of 1984) (Figura 4-11).

Para el levantamiento topográfico se consideró como punto de apoyo al vértice CAS2. De esta manera, la totalidad del levantamiento topográfico quedó vinculado a la Red Geodésica Nacional

Figura 4-10 Área definida para Levantamiento Topográfico



Figura 4-11 Trabajo Topográfico con Tiempo Real (RTK)



4.4.2 Resultados

El procesamiento de los datos obtenidos provenientes de los receptores GPS Spectra Precision, fueron extraídos en un formato ASCII (.txt). Luego del procesamiento, los resultados fueron importados al software AutoCAD Civil 2016 para su edición digital. De este modo, el archivo digital generado será referido a la Red Geodésica Nacional, Datum SIRGAS (WGS84), Zona 18, Meridiano central 75°.

Figura 4-12 Red de puntos del área levantada

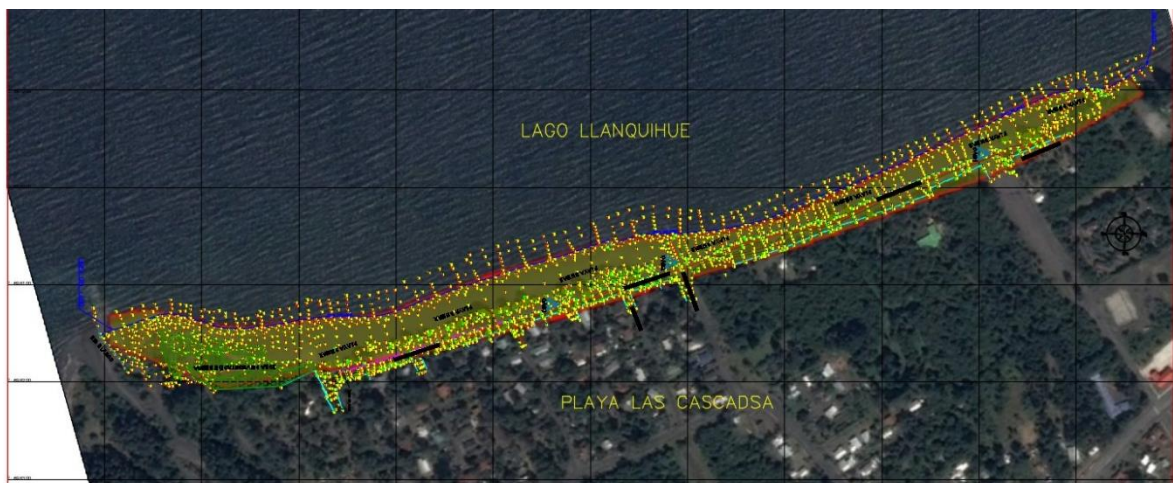
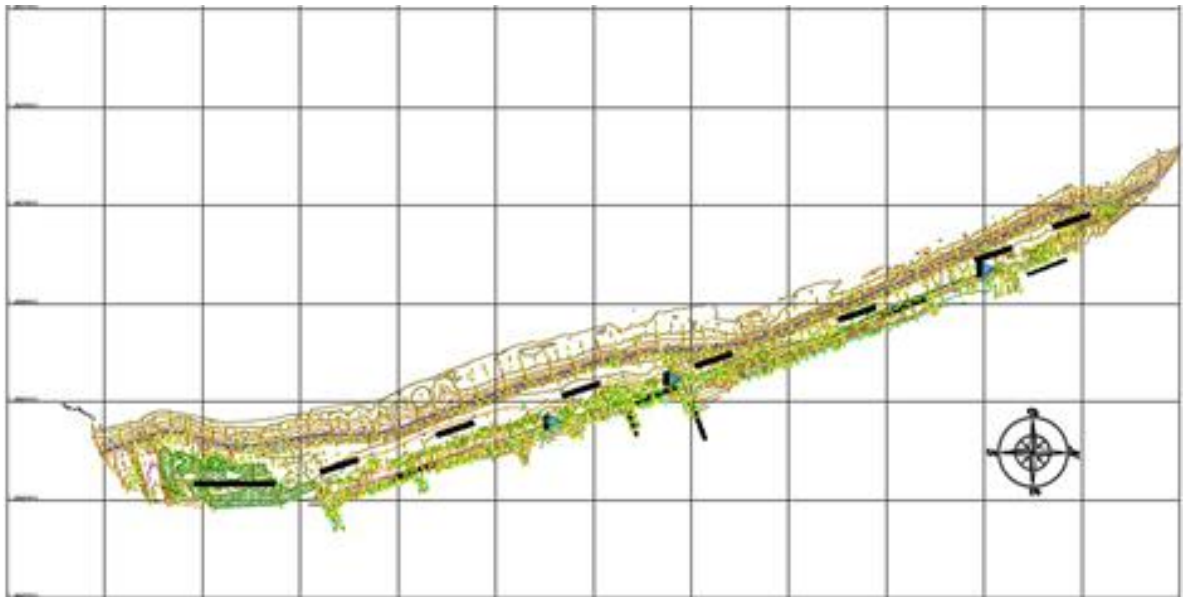


Figura 4-13 Vista de plano área levantada en el sector de Cascadas



4.5 Levantamiento Batimétrico

4.5.1 Introducción

El levantamiento Batimétrico Multihaz realizado en el sector de Cascadas, se realizó a bordo de la Embarcación "Aylin" de 7.5 m de eslora, 2.3 m de manga y 0.80 m de calado (Figura 4-14). Estas mediciones fueron llevadas a cabo por la Empresa BordeMar Ingeniería, el día 22 abril de 2018. El área del levantamiento Batimétrico se muestra en la Figura 4-15 y corresponden a ~12 Há aproximadamente los que debieron abarcar todos los dominios físicos para poder reproducir de la mejor manera todos los fenómenos involucrados y requeridos en el estudio.

Figura 4-14 Embarcación Aylin



Figura 4-15 Área definida para levantamiento Batimétrico



4.5.2 Metodología

Sistema Multihaz

El sistema multihaz utilizado, corresponde a un Sonar de alta resolución marca Reson, modelo SeaBat T50-P (Figura 4-16; Tabla 4-4). Este sistema multihaz, contiene 512 haces de medición y presenta un sistema de doble frecuencia diseñado para utilizarse especialmente en embarcaciones de tamaño pequeño. El sistema de doble frecuencia proporciona funciones de alta resolución y de largo alcance, utilizando las frecuencias de 400kHz y de 200kHz, respectivamente. El sistema de sonar Multihaz SeaBat T50-P funciona como transmisor y receptor, a través de dos unidades las cuales cada una presenta las operaciones de doble frecuencia. El software hidrográfico para la visualización y procesamiento de los datos obtenidos es el PDS2000. Cada unidad se conecta con el sistema transceptor (SeaBat), como se ilustra en la imagen que se presenta a continuación:

Figura 4-16 Sistema de Sonar Multihaz SeaBat T50-P

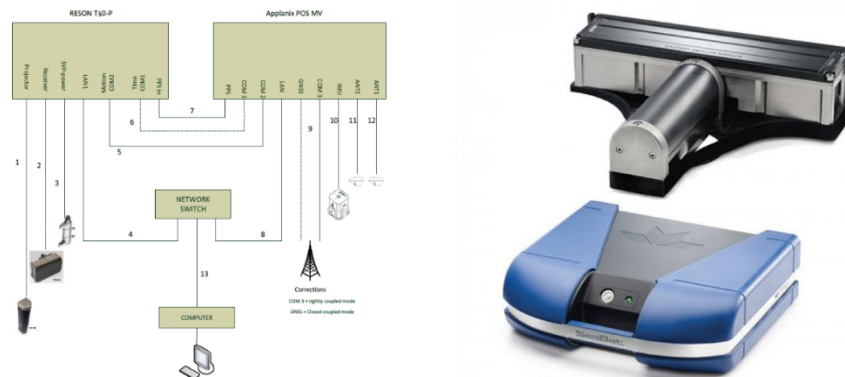


Tabla 4-4 Sistema Sonar Multihaz SeaBat T50-P

Componente	Marca	Modelo	Número de Serie
Transceptor (SeaBat)	Reson	T50-P	95771117227
Transmisor	Reson	T50 Tx (TC 2181)	417004
Receptor	Reson	T50 Rx (EM 7218)	4816011

El modo de operación que presenta el equipo, consiste en la emisión del Transmisor de un pulso de energía acústico el cual viaja a través del agua, para luego ser reflejado por el fondo del mar o por cualquier objeto que encuentre en su trayectoria. La señal reflejada es recibida por el Receptor, el cual es digitalizado a través del sistema electrónico interno y enviado a la parte superior del transceptor para la formación y el procesamiento de la información. El transceptor genera el vídeo que se visualiza en el monitor y da formato a resultados digitales, que son usados por un sistema periférico de procesamiento de datos batimétricos (PDS2000), mientras que sirve como interfaz de control entre el operador y el sistema de sonar.

Las especificaciones técnicas del sonar se presentan en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5 Especificaciones técnicas de SeaBat T50-P

Requerimiento de Poder	24VDC ó de 100-230 VAC 50/60 Hz
Largo del Cable del Transductor	25 metros
Profundidad típica de trabajo	0.5 - 225 m (400 Khz) / 0.5 - 400 m (200 Khz)
Profundidad máxima	250 m 400 Khz / 475 m 200 Khz
Frecuencia (dual)	200 Khz/400 Khz
Ancho del haz (pulso)	1° (400 Khz) / 2° (200 Khz)
Ancho del haz del receptor	0.5° (400 Khz) / 1° (200 Khz)
Máxima razón de ping	Sobre los 50 ping por segundo
Largo del pulso	15 us - 300 us
Número de haces	Mínimo 10 - Máximo 512
Ángulo máximo de swatch	150° equidistantes y 165° equiangular
Resolución del fondo	6 mm

Además, para el posicionamiento y resolución de la incertidumbre durante la adquisición de sondas batimétricas, el sistema multihaz consta de una plataforma inercial, marca APPLANIX, modelo POS-MV Wavemaster V5, el cual permite compensar las condiciones de movimiento (horizontal y vertical) existentes durante la medición y controlar la obtención de datos en el tiempo. También otorga información del posicionamiento, rumbo y compensación de movimientos de la embarcación, a una alta tasa de muestreo, otorgando valores de movimiento y posición en forma precisa, indispensables para una buena compensación de errores durante la medición (Figura 4-17).

Figura 4-17 Sistema inercial APPLANIX, POS-MV Wavemaster V5



Para la correlación del tiempo en las mediciones, factor en común en los distintos periféricos, se utiliza el control perfecto del tiempo mediante la incorporación de 1PPS, tiempo coordinado con la hora UTC, con desviaciones de 1×10^{-3} seg. Este pulso es disponible desde la plataforma inercial, la que cuenta con salida 1PPS incorporada. El sistema Multihaz T50-P corrige el pulso sonoro a través de dos sondas que miden la velocidad del sonido, uno mide en la columna de agua y el otro mide a la cabeza del sonar. Las sondas que miden la velocidad del sonido (SVP) son de marca AML, modelo Minos-X, para el caso del perfilador de la velocidad del sonido en la columna de agua, y modelo Micro-X, para el caso de la velocidad del sonido a la cabeza del sonar (Figura 4-18).

Figura 4-18 Sondas de medición de la velocidad del sonido (SVP). (a) Perfilador AML Minos-X (NS 30202) y (b) AML Micro-X (NS 10266)



Determinación de distancia de los periféricos y offsets

Para La determinación de distancia de los periféricos y offset de los sensores sobre la embarcación, los transductores, IMU y antenas se realizó un levantamiento con estación total para la determinación de las distancias offset respecto al IMU (plataforma inercial) punto al cual están referidas todas las mediciones de distancias de los diferentes equipos y periféricos que componen el sistema Multihaz. En la parte superior proa de la embarcación (Figura 4-19), se ubicaron las antenas receptoras Trimble (R1 - R2), de medición GNSS (Global Navigation Satellite System), el sistema inercial se encuentra ubicado al interior de la cabina. En último lugar, y en la parte exterior banda de babor-

popa, se ubicaron los transductores del sonar (transmisor y receptor) y que se pueden ver en la Figura 4-20.

Figura 4-19 Antenas receptoras del sistema inercial



Figura 4-20 Vista elevación Popa de la embarcación y sus componentes



Los valores de los offsets se muestran en la Tabla 4-6 y la forma en que se ingresan estas coordenadas en los sistemas POSMV y PDS2000, se esquematizan en la Figura 4-21 y Figura 4-22 respectivamente.

Tabla 4-6 Valores Offsets de antena primaria y traductor

Valores Offsets	X	Y	Z
Antena Primaria (POSMV)	0.882	0.006	-0.017
Transductor (PDS)	0.024	-0.047	-2.469

Figura 4-21 Ejes ortogonales, consistente con la regla de la mano derecha, en que se basa el sistema inercial POS MV



Figura 4-22 Ejes ortogonales, consistente con la regla de la mano derecha, en que se basa el software hidrográfico PDS2000

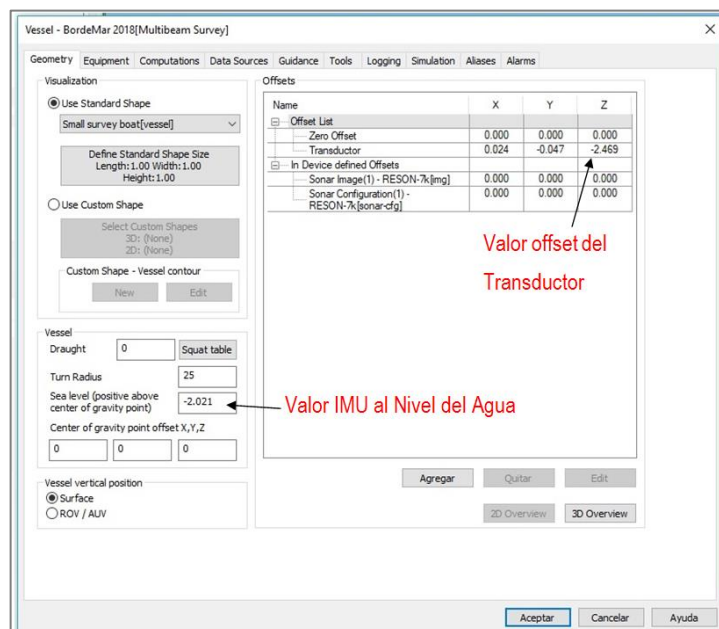


Adquisición de datos

Los pasos a seguir durante las mediciones en terreno consistieron en lo siguiente:

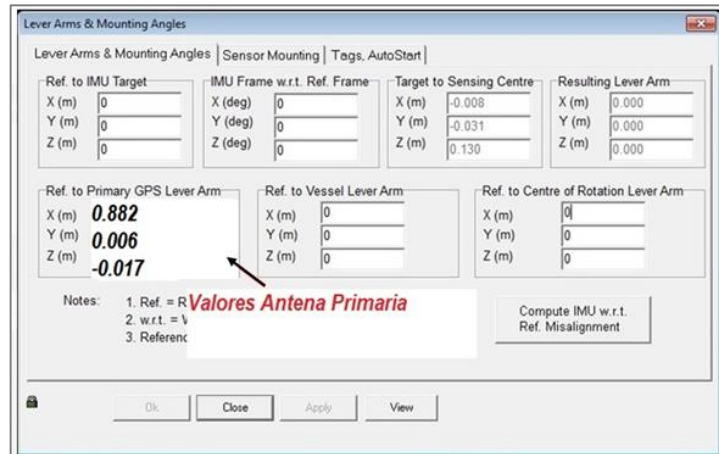
1. Se realizó la instalación del sistema de posicionamiento en tiempo real, utilizando un GPS marca SPECTRA, el cual fue ubicado en un sector en el cual tuviera una amplia cobertura durante la medición.
2. Con la embarcación en el agua, se procedió a medir el calado (o profundidad del transductor), distancia entre el IMU y el nivel de agua. De esta forma, el sistema calcula internamente la distancia efectiva entre el centro acústico del transductor y el nivel del agua, (en sistema coordenado PDS2000), el cual se incluye a los offsets del software (Figura 4-23).

Figura 4-23 Configuración de offsets en software PDS2000



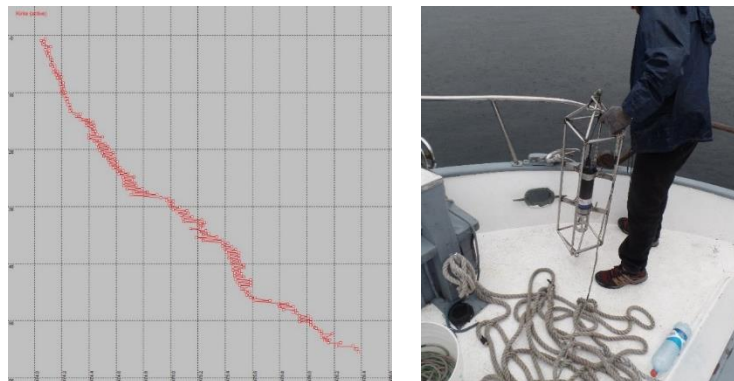
- Se ingresan valores de Offset (determinados en tierra) de la antena Primaria a sistema POS MV, utilizando el software MV-POSView (Figura 4-24).

Figura 4-24 Configuración de offsets en software MV-POSView



- Para la compensación de los errores de propagación del pulso electro-acústico en la columna de agua, se realizó la medición del perfil de velocidad del sonido (AML, Minos-X), hasta una profundidad segura para el perfilador, a intervalos de 20 cm de profundidad. Esta información fue ingresada al software recolector de datos para la corrección de los haces del sonar (Figura 4-25).

Figura 4-25 Medición del perfil velocidad del sonido (AML, Minos X) y datos obtenidos



Posicionamiento

La determinación de la posición geográfica de los perfiles se efectuó utilizando equipos de posicionamiento satelital, DGPS geodésicos, marca Spectra modelo SP-80 doble frecuencia y radio amplificadora de frecuencias Pacific Crest. Los datos se obtuvieron aplicando metodología cinemática tiempo real (RTK) y referidos al Datum WGS-84 (World Geodetic System of 1984).

El posicionamiento de las sondas batimétricas se realizó ubicando la estación base en tierra, sobre el vértice CAS2, mientras que el receptor móvil (Rover), fue instalado a bordo de la embarcación “Aylín”, la cual se desplazó por el área a sondear (Figura 4-26).

Figura 4-26 Instalación de equipo base en vértices y móvil en embarcación



Durante la batimetría, tanto el receptor de tierra como el de a bordo, fueron encendidos (y apagados) aproximadamente 15 minutos antes de iniciar (y terminar) el sondeo, tiempo suficiente para resolver ambigüedades del sistema.

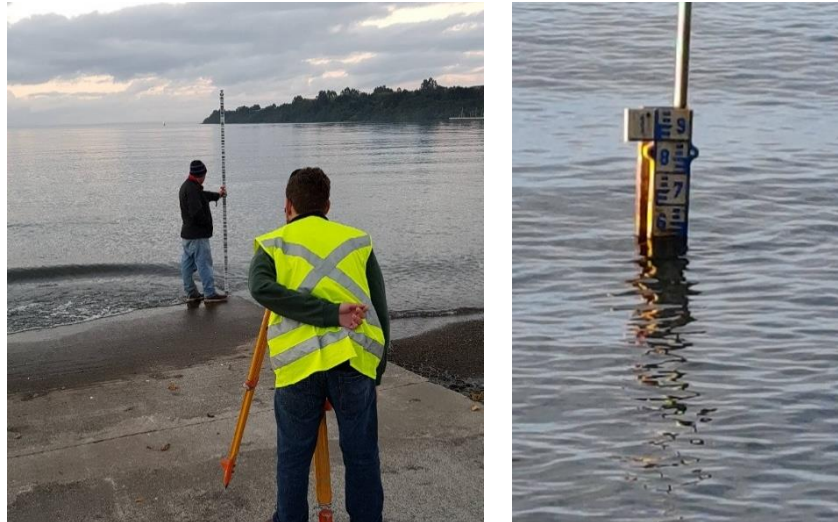
Obtención de la Profundidad de Sondas

Con el objeto de reducir las sondas para el sector de Cascadas al cero “0” del Limnómetro (a petición de la Dirección de Obras Portuarias). Se debió contar con un registro observado (pelo de agua), correspondiente al día 22 de abril del 2018, día en el cual se ejecutó la medición de la batimetría.

Posteriormente, con este registro se obtuvo el valor de 0.59 m con el cual se redujeron las sondas al cero “0” del Limnómetro (Figura 4-27).

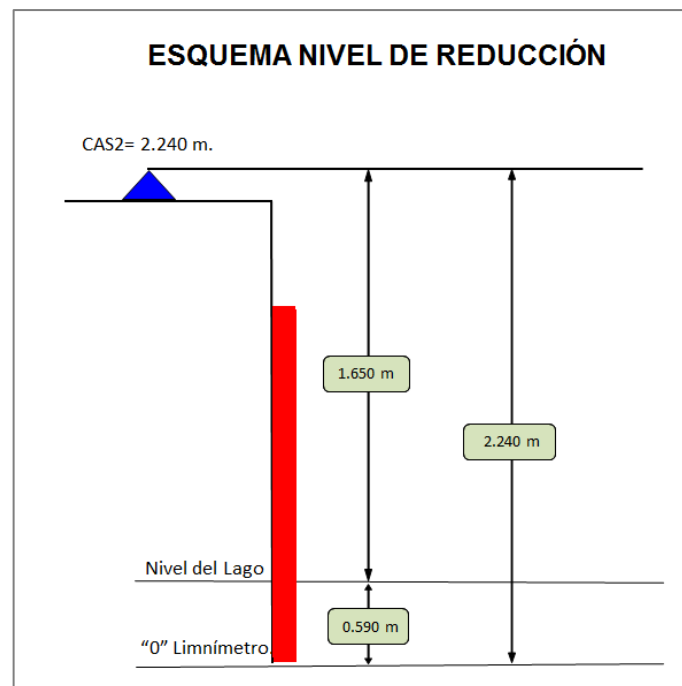
Luego de reducir las sondas al cero “0” del Limnómetro, se procedió a interpolar los datos cada 1 segundo, con el objeto de contar con el dato de nivel del lago necesario para la determinación de cada sonda batimétrica.

Figura 4-27 Imagen de Referencia obtención del Pelo de Agua y Linnímetro



El Esquema de Reducción de Sondas se presenta en la Figura 4-28

Figura 4-28 Esquema Nivel de Reducción de Sondas



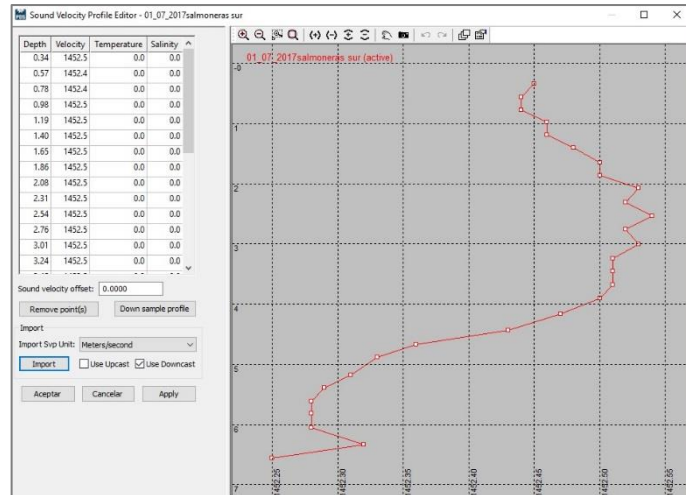
4.5.3 Procesamiento y Análisis

El procesamiento de la información batimétrica recopilada con el Sistema Multihaz, fue realizado con el Software PDS2000.

La edición y limpieza de los datos obtenidos en terreno, contempló lo siguiente:

1. Se realizó la corrección de los haces a partir de las mediciones de velocidad del sonido.

Figura 4-29 Medición del perfil velocidad del sonido



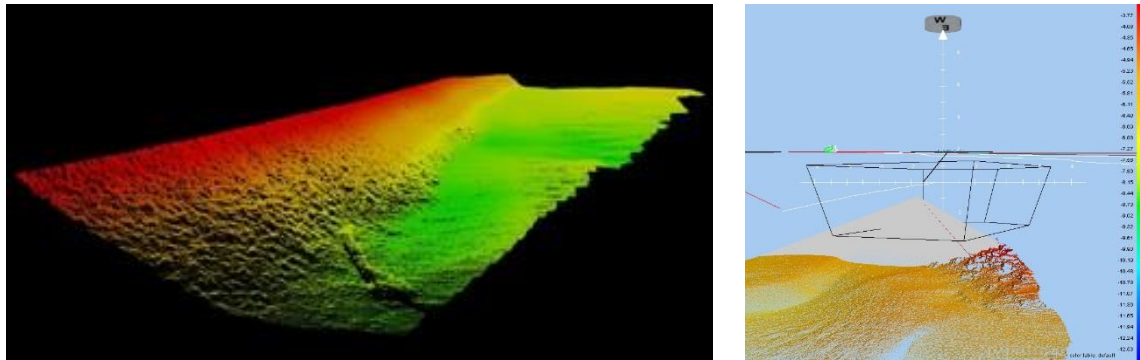
2. Se editó el posicionamiento de las líneas utilizadas para la prueba de parche y líneas de verificación, eliminando cualquier dato escapado (spike).

Figura 4-30 Edición final del posicionamiento de las líneas correspondientes a la prueba del parche



3. Se eliminaron datos escapados en las sondas de profundidad, con la aplicación de filtros semiautomáticos pre-establecidos en el software, o eliminando datos ping a ping

Figura 4-31 Vista del levantamiento para la edición de sondas recolectadas.



- Luego de la eliminación de datos escapados, se generó un modelo de grillado con la información batimétrica recolectada, utilizando los valores de sonda menos profunda (o más alta). A partir de los datos grillados, es posible exportar la información en diferentes formatos, tales como archivos ASCII, DXF, XTF, además, de planos dependiendo de la escala a la que se desea trabajar (Figura 4-32). Finalmente, podemos conseguir el plano de las sondas obtenidas (Figura 4-33), así como también una vista general de plano de sondaje con vistas detalladas de algunos tramos de estos Figura 4-34).

Figura 4-32 Ejemplo de sondas grilladas

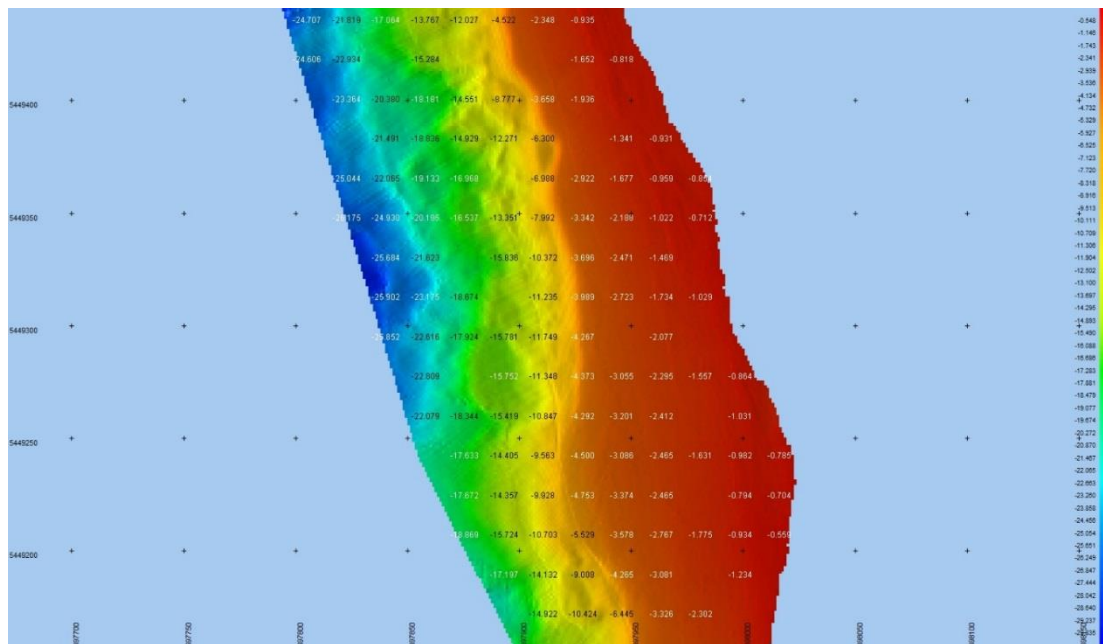


Figura 4-33 Plano final de las sondas obtenidas

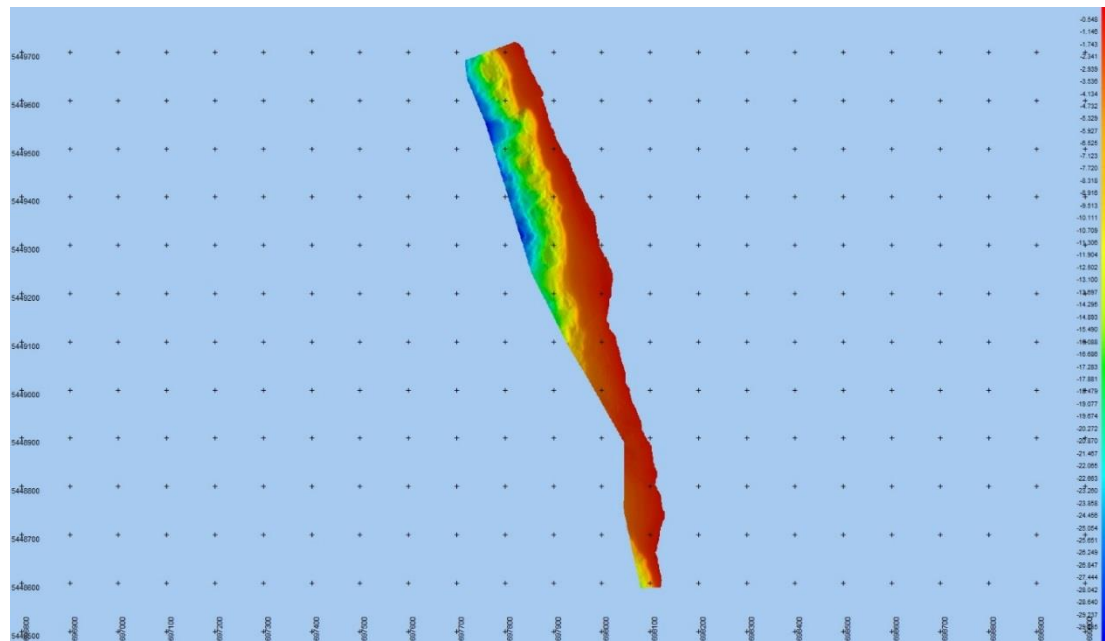
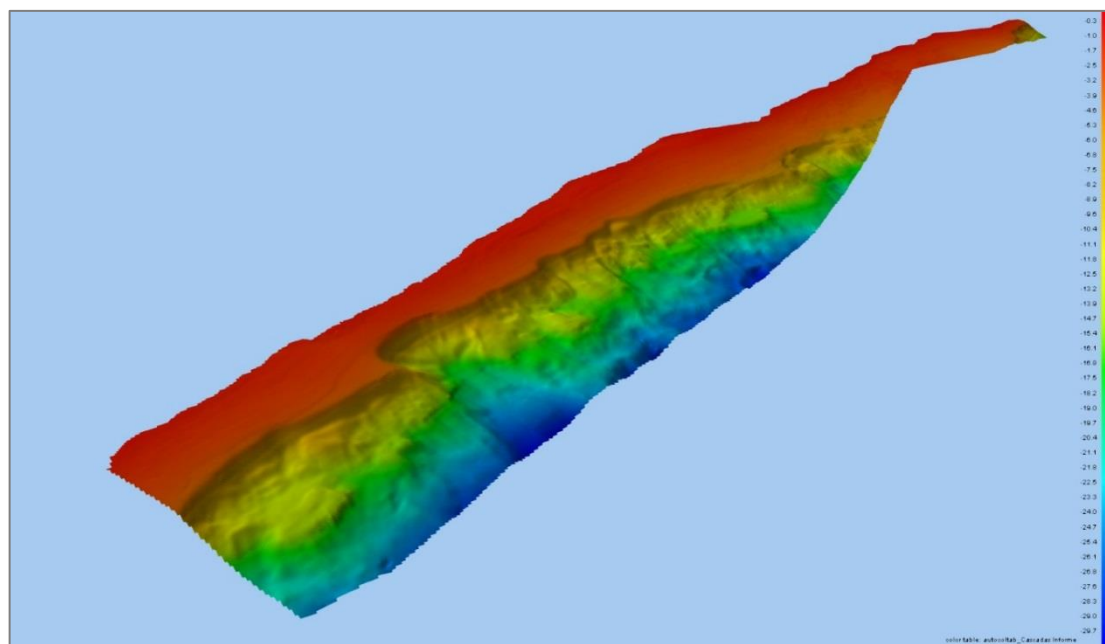


Figura 4-34 Vista general del área de estudio



4.6 Resultados

Del proceso de datos, se generaron finalmente los Planos de información batimétrica levantada a escala 1:500.

En tanto, los planos batimétricos finales se realizaron con el software AutoCad Civil 3D 2016.

5. Línea de playa

5.1 Introducción

La determinación de la Línea del Lago en la localidad de Playa Las Cascadas, Región de Los Lagos (Figura 5-1), se realizó el día 22 de abril de 2018, de acuerdo a lo especificado en la Publicación SHOA N°3104, Instrucciones Hidrográficas N°4 “Determinación de la Playa y Terreno de Playa”. El estudio se realizó utilizando como punto de referencia el vértice “CAS2”, el cual fue vinculado desde el vértice geodésico SHOA CFPM, ubicado en Puerto Montt (Anexo D.02), cabe destacar que para el caso de Cascadas no se requirió presencia de la Autoridad Marítima, ya que la DOP cuenta con el certificado correspondiente, lo que fue acordado en reunión de trabajo descrita en el punto 2.3.

Luego se realizó un análisis estadístico para la determinación de las líneas de aguas máximas y mínimas que también fueron emplazadas en el plano correspondiente.

Figura 5-1 Elaboración de la Línea del Lago (Línea azul) en la Localidad de Cascadas, Región de Los Lagos



5.2 Metodología

El levantamiento de la Línea del Lago en la localidad de Cascada, se realizó durante el día 22 de abril de 2018. Los horarios seleccionados para el estudio fueron establecidos in-situ, conforme a la estabilidad de las condiciones atmosféricas de la localidad de Playa Las Cascadas.

Los equipos utilizados para el levantamiento, fueron los receptores geodésicos marca Spectra Precision SP-80.

Para la determinación de la línea de aguas máximas y mínimas se utilizó la metodología de la Pub. SHOA 3104, inciso 2.2.1.1, que consiste en recopilar los valores máximos y mínimos de cada mes, calculando los parámetros estadísticos del registro (media y desviación estándar). Una vez elaborado la serie de tiempo se procede a eliminar todo valor que exceda la media más dos veces la desviación estándar del registro. Con esto se eliminan los eventos de casos extremos que excedan el umbral antes mencionado.

Posteriormente se recalcula los nuevos parámetros estadísticos los cuales se asumirán respectivamente como el valor medio histórico del nivel máximo y mínimo de las aguas del lago.

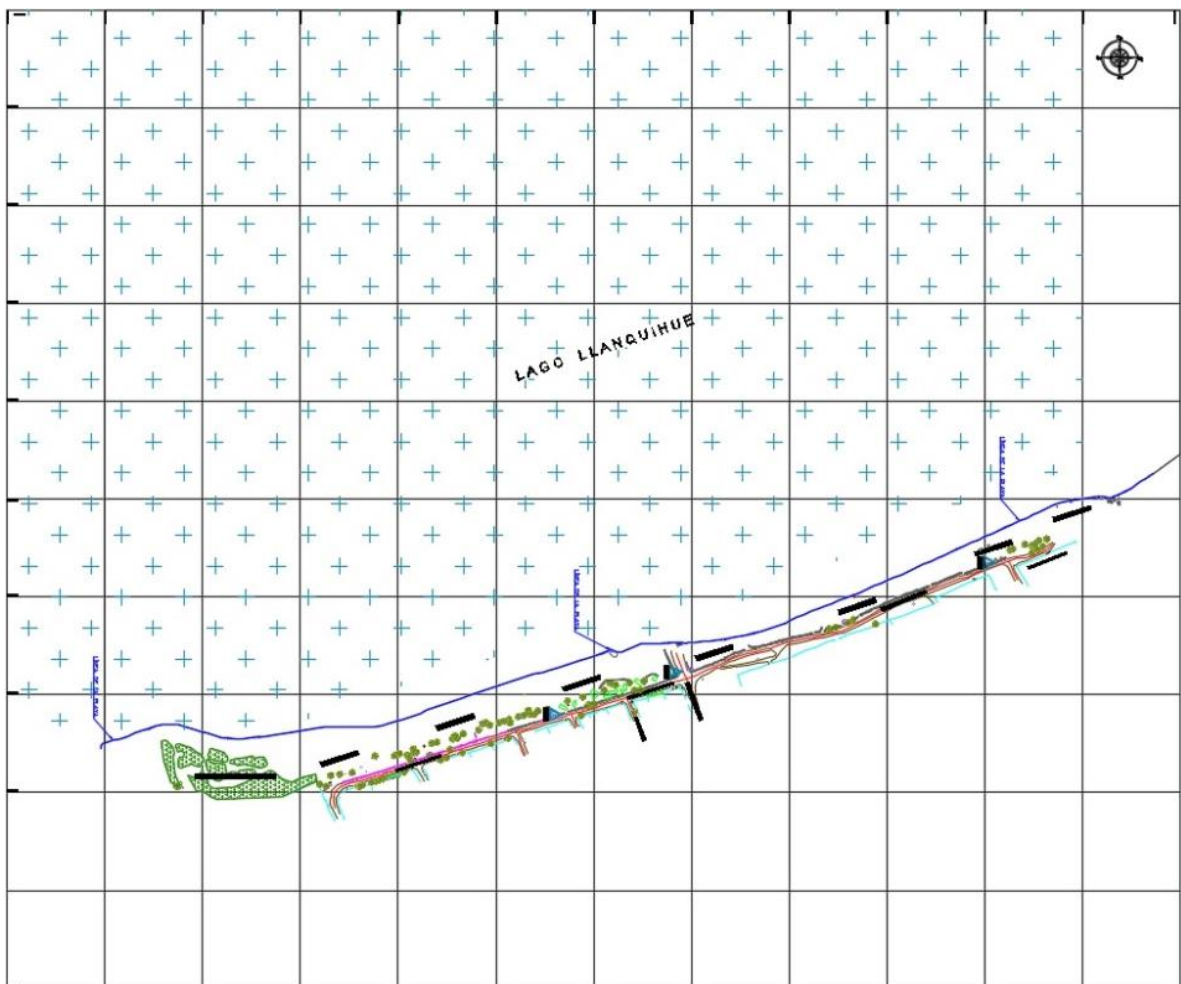
Para evitar que el valor medio histórico calculado pueda ser excedido de un año a otro, se sumará (o restará) una desviación estándar al valor promedio, de manera que el valor final del nivel máximo (o mínimo) de las aguas del lago o río, represente un valor que a lo más será mayor (o menor) en un 15% de los valores máximos (o mínimos) de los años considerados normales.

5.3 Resultados

Los datos obtenidos provenientes de los GPS geodésicos doble frecuencia, marca SPECTRA, modelo SP-80, fueron extraídos en un formato ASCII (.txt). Luego del procesamiento, los resultados fueron importados al software AutoCAD Civil 2012 para su edición digital (Figura 5-2).

De este modo, el archivo digital generado fue referido a la Red Geodésica Nacional, Datum SIRGAS (WGS84), Zona 18, Meridiano central 75°.

Figura 5-2 Línea del Lago trazadas en el sector de Cascadas, Lago Llanquihue



El análisis estadístico de aguas máximas y mínimas del Lago Llanquihue para el periodo **1998-2017** es mostrada en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Parámetros estadísticos de niveles de Aguas Máximas y Mínimas del Lago Llanquihue para el periodo 1998-2017

	Alturas Máximas (m)	Alturas Mínimas (m)
Promedio	0.75	0.66
Desviación Estándar	0.23	0.20
Prom + 2desv	1.20	1.09
Prom - 2desv	0.29	0.19
Máximo	0.96	0.84
Mínimo	0.54	0.43.

Los valores presentados se encuentran referenciados al 0 del limnómetro del lago, destacando el valor máximo del lago con 0.96 m y el mínimo con 0.43 m.

En Anexo D.07 se muestran las coordenadas UTM y geográficas que definen los puntos de las Línea del Lago para el sector de Cascadas además del informe del análisis estadístico correspondiente.

6. Análisis Territorial

6.1 Análisis de Propiedades

De acuerdo a la Figura 6-1 y al levantamiento en terreno realizado durante el mes de marzo del año 2018, para el análisis de las propiedades existentes en el área de estudio del Proyecto, se identificaron un total de 20 inmuebles. Como se puede observar en la Figura 6-2 existen, 19 propiedades de privados, y 1 al Fisco de Chile. Además, se identificó área de Bien Nacional de Uso Público (BNUP) correspondiente a la vialidad existente en el sector y al sector de playa del lago Llanquihue.

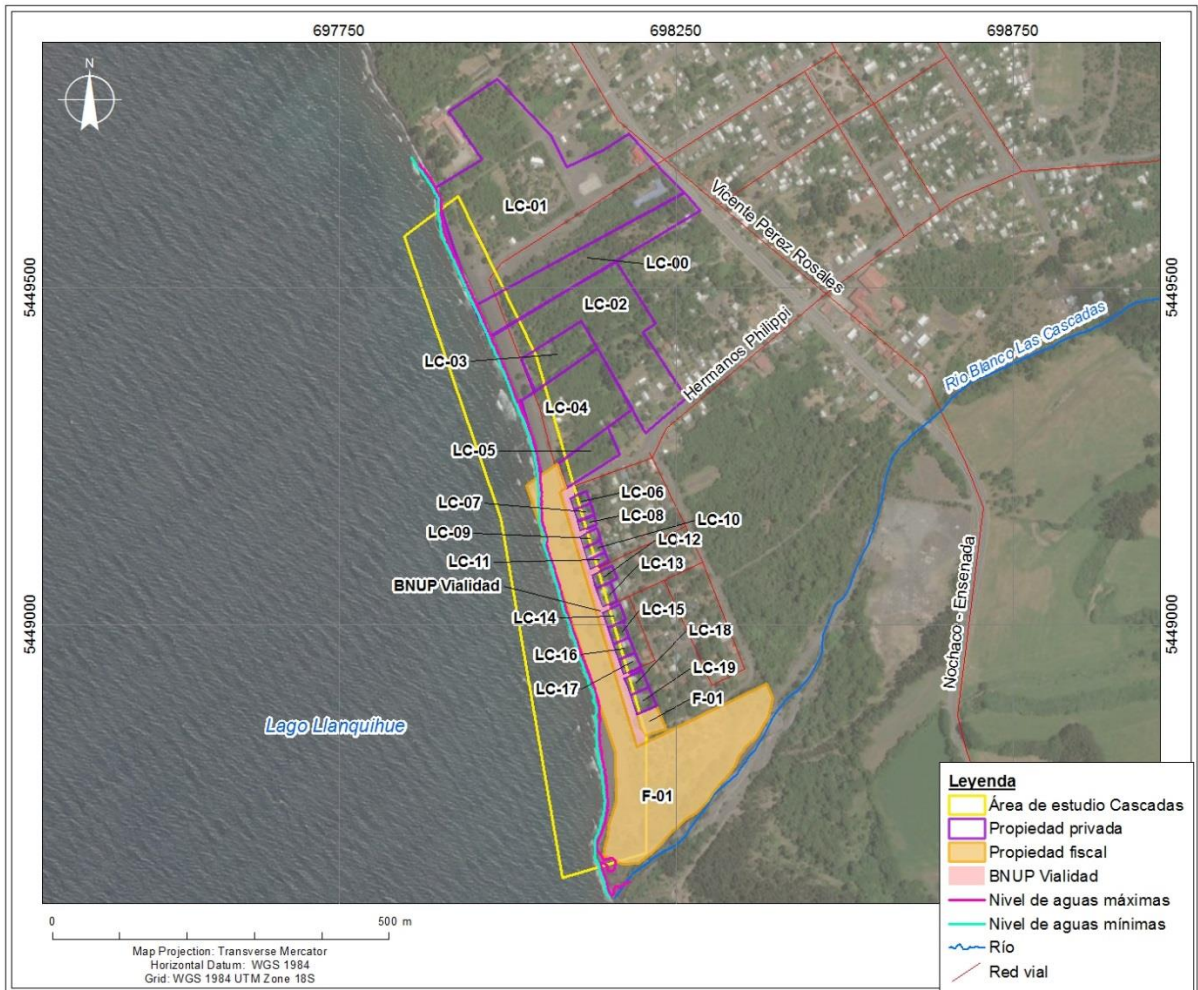
El Anexo E.2 presenta las copias autorizadas de las inscripciones de dominio, certificados de dominio vigente, hipotecas y gravámenes, prohibiciones e interdicciones, litigios y avalúo fiscal. El Anexo E.3 los planos con los deslindes de las propiedades identificadas y en el Anexo E.4 los estudios de título respectivos para las propiedades que colindan con el Lago Llanquihue y podrían en el futuro estar afectas a algún tipo de expropiación para la materialización del Proyecto.

Figura 6-1 Imágenes del área de estudio sector Norte (Arriba) y Sur (Abajo)



Fuente. Elaboración propia.

Figura 6-2 Propiedades en el área de estudio



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 6-1 Propiedades identificadas en el área de estudio

ID	Propietario(a)	Foja	Número	Año
F-01	Fisco	3v	5	1969
LC-00	Orieta Ivonne Cartes Silva	4410	3821	2002
LC-01	Ilustre Municipalidad de Puerto Octay	1492v	2212	1981
LC-02	Erna Angulo Mancilla	279	318	1989
LC-03	Eduardo Vera Vargas	2494	3340	1998
LC-04	Matías Alejandro Lema Mehech y Carolina Lema Mehech	2578v	2238	2010
LC-05	Margarita Cecilia Gonzalez Jaraquemada	2577v	2237	2010
LC-06	Hernán Alfredo Farias Chacón	5608	4851	2015

ID	Propietario(a)	Foja	Número	Año
LC-07	Teresita Zunilda Cueto Ramirez y Otro	2538V	3179	2000
LC-08	Renta e Inversiones Las Cascadas S.A.	230	292	2004
LC-09	Silvia Verónica Zülch Henmann	459	571	1984
LC-10	Gercy Glaves Peters y Otros	461V	641	1982
201-7	Vilma Mónica Meza Wolnitzky	3605V	3621	2008
202-10	Jaime Starolesky Guiraldes	946V	1500	1971
202-9	Daniel Gonzálo Puschel Kahler	3394	1105	2015
203-8	Erico Lausen Siebert	852V	1355	1971
203-7	Emilio Padilla Fellay	94	155	1972
203-6	Gonzalo Saavedra Vergara	198	178	2015
203-5	Julia Enriqueta Hubes Harweckes	1402V	1875	1992
204-6	Sirla Credia Peters Teuscher	256	313	1972
204-5	Iris Marcela Ibañez Bravo	1946	1691	2010

Fuente. Elaboración propia.

6.2 Análisis de concesiones marítimas y acuícolas

6.2.1 Concesiones marítimas

De acuerdo a la información entregada por la Capitanía de Puerto de Puerto Varas y el Sistema Integrado de Administración del Borde Costero (SIABC), en el área de estudio no existen concesiones marítimas vigentes o en trámite.

6.2.2 Concesiones acuícolas

De acuerdo a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), en el área de estudio no existen concesiones acuícolas, áreas de manejo de recursos bentónicos, reservas o parques marinos protegidos y espacios costeros marinos de pueblos originarios vigentes o en trámite en el área de estudio. Es importante señalar que, la concesión acuícola más próxima al área de estudio se encuentra distante a 8 km.

6.3 Análisis de Instrumentos de Planificación Territorial

De acuerdo a la información recopilada se encontraron los siguientes Instrumentos de Planificación Territorial vigentes de carácter normativo y otros instrumentos indicativos de Planificación, Ordenamiento y Gestión Territorial para el área donde se emplaza el Proyecto:

6.3.1 Instrumentos normativos

Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU)¹

De acuerdo a la actualización del Plan Regional de Desarrollo Urbano Región de los Lagos (2004), este instrumento se sustenta en la actual estructuración del territorio regional, los escenarios de crecimiento regional, los proyectos en ejecución o programados de impacto territorial y la incidencia de los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes.

Los lineamientos estratégicos apuntan al ordenamiento territorial de la región y a la gestión del desarrollo urbano. En este sentido, se plantean lineamientos asociados a una zonificación para distinguir el territorio en unidades homogéneas y referidas a la protección de recursos naturales, riesgos, impactos de origen antrópicos y protección del patrimonio.

El PRDU propone unidades de gestión territorial descentralizadas denominadas Áreas Programa (AP), las que se estructuran en agrupaciones de municipios que deben actuar en esquemas asociativos para la materialización de proyectos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano. En este contexto, el proyecto se inserta en el Área Programa 6 (AP6) que incluye las comunas de Puerto Octay, Frutillar, Puerto Varas, Llanquihue y Puerto Montt. Los lineamientos de esta AP hacen referencia al acelerado crecimiento de la capital regional. El desarrollo turístico del entorno del Lago Llanquihue ha creado una importante demanda de suelo para proyectos de carácter inmobiliario, turístico e industrial, con una ocupación creciente en torno a los ejes viales intercomunales. La gestión de esta AP, en consecuencia, debería priorizar la formulación o actualización de los instrumentos de planificación de nivel comunal o intercomunal para orientar este proceso.

Plan Regulador Intercomunal (PRI)

De acuerdo a los antecedentes del Gobierno Regional de Los Lagos, la región no cuenta actualmente con un Plan Regulador Intercomunal vigente, ya que el Plan Regulador Intercomunal Frutillar, Llanquihue, Puerto Montt, Puerto Octay y Puerto Varas se encuentra en formulación, específicamente en etapa de aprobación por parte del Gobierno Regional de Los Lagos.

Plan Regulador Comunal (PRC)

De acuerdo a los antecedentes del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), la comuna de Puerto Octay tiene un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente del año 1994. Las disposiciones referentes a la Ordenanza Local del PRC contienen las normas referentes al límite urbano, zonificación, usos de suelo, condiciones de subdivisión predial, de edificación, de urbanización y vialidad, las cuales regirán dentro del área territorial del PRC que define el área urbana de Puerto Octay. Según lo anterior, las zonificaciones del instrumento solo se rigen dentro del área urbana y el Sector Las Cascadas se encuentra fuera de su alcance (Figura 6-3), por lo tanto, no existe un alcance territorial del instrumento sobre los usos permitidos y restricciones sobre el área de estudio. Dicho lo anterior, se deberá considerar las normas de edificación y construcción que están sujetas a la Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) y su Ordenanza General (OGUC).

¹ Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Seremi Región de los Lagos. Memoria Explicativa Actualización Plan Regional de Desarrollo Urbano Región de los Lagos, Mayo 2004.

Figura 6-3 Área urbana del PRC Puerto Octay



Fuente: Elaboración propia en base a Municipalidad de Puerto Octay (1996).

Plan Seccional (PS)

De acuerdo a la información entregada por la Ilustre Municipalidad de Puerto Octay no existen planes seccionales en Las Cascadas.

Límite Urbano (LU)

De acuerdo a la información entregada por la Ilustre Municipalidad de Puerto Octay, no existe un límite urbano como instrumento que considere el área de Las Cascadas.

6.3.2 Instrumentos indicativos

Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)

De acuerdo a los antecedentes del Ministerio del Medio Ambiente y del Gobierno Regional de Los Lagos, el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) de Los Lagos, se encuentra en fase de

Evaluación Ambiental Estratégica², razón por la cual este instrumento no se encuentra actualmente en uso.

Estrategia Regional de Desarrollo (ERD)

La gestión regional está enfocada en la generación de infraestructura, conectividad intermodal y equipamiento necesario para el desarrollo del territorio y las personas. Asimismo, considera la formación de capital humano como elemento clave para afrontar los desafíos relativos al desarrollo productivo, social y medioambiental de la región. Esta Estrategia Regional de Desarrollo, para el periodo 2009 - 2020, establece los siguientes lineamientos estratégicos para el desarrollo de la Región de Los Lagos:

- Desarrollo humano y calidad de vida
- Comunidad pluricultural
- Competitividad regional
- Democracia y gobernabilidad regional,
- Sustentabilidad regional

De acuerdo a lo anterior, el lineamiento “Desarrollo humano y calidad de vida” considera la consolidación un modelo de ordenamiento del borde costero que incorpore las actividades productivas, de conservación y de recreación, lo que coincide con con el objeto de la realización del presente Estudio Básico, el cual servirá de insumo para eventuales Proyectos que propendan al mejoramiento del borde costero comunal, potenciando el desarrollo del territorio en este ámbito y con particular énfasis en las actividades que se desarrollan en él.

Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO)

La comuna de Puerto Octay cuenta en la actualidad con un Plan de Desarrollo Comunal formulado para el período 2016–2020. Como Imagen Objetivo posible para la comuna de Puerto Octay al año 2020: se ha definido como “una comuna con vocación turística que promueve el desarrollo del comercio, los servicios, la gestión cultural y del paisaje en concordancia con la inversión pública en infraestructura vial y el equipamiento comunitario con una mirada de sustentabilidad”.

De acuerdo al Plan de desarrollo Comunal del periodo 2016-2020, se definen las cuatro áreas de gestión:

- 1) Área de Desarrollo Social
 - a. Sub Área Protección Social
 - b. Sub Área Desarrollo Comunitario
 - c. Sub Área Salud
 - d. Sub Área Educación

² De acuerdo a Oficio Ordinario N° 493/2013 SEREMI de Medio Ambiente de la Región de Los Lagos.

- e. Sub Área Cultura
 - f. Sub Área Vivienda
 - g. Sub Área Deportes y Recreación
- 2) Área de Gestión Desarrollo Económico
- a. Sub Área Silvoagropecuaria
 - b. Sub Área Turismo
- 3) Área de Gestión de Desarrollo Territorial e Infraestructura
- a. Sub Área de Ordenamiento Territorial
 - b. Sub Área Infraestructura y Equipamiento
- 4) Área de Desarrollo Institucional

Sobre la base de las áreas de desarrollo plasmadas en el PLADECO, la Sub Área de Turismo se verá favorecida con este Proyecto, esto se debe a que uno de los lineamientos estratégicos de esta sub área plantea la habilitación de playas y el acceso libre del borde costero, dotándolas de servicios higiénicos y mobiliario apropiado, lineamiento que se relaciona directamente con el estudio del borde costero. En segundo lugar, el presente Estudio Básico servirá de insumo base para el desarrollo de Proyectos que incidirán en la Sub Área de Ordenamiento Territorial dado que en los lineamientos estratégicos de estos tendrán el potencial de dar impulso al ordenamiento de la zona costera lacustre y de los centros poblados principales. Al fomentar la localización de las actividades productivas que favorecen el desarrollo económico local, es posible orientar de mejor forma las inversiones públicas y privadas mediante un estudio de ordenamiento del borde costero (atingente directamente a este estudio básico). Por último, la Sub Área de Infraestructura y equipamiento también tiene directa relación con el objeto de realización del presente estudio.

Áreas o especies silvestres protegidas del estado

De acuerdo a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), organismo que administra el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), señala a través de la Carta Oficial N°210 del 2018 (Ver Anexo E.1), que el área de estudio del Proyecto se localiza a una distancia de 5,9 km con el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales. Este parque fue decretado a partir del D.S. N° 522/1926 del Ministerio de Tierras y Colonización, cuya modificación y ampliación de superficie fue realizado por el D.S. N° 338/1950 del Ministerio de Tierras y Colonización.

Figura 6-4 Límites del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA) a través de Registro Nacional de Áreas Protegidas (RNAP).

Nota: Los límites que se aprecian en la figura corresponden a los límites oficiales del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales que se encuentran disponibles en el portal RNAP del MMA.

Plan de Manejo Parque Nacional Vicente Pérez Rosales

En el área de estudio no se identifican Planes de Manejo de acuerdo a la respuesta emitida por CONAF a través de la carta N°210/2018 (Ver Anexo E.1).

Zonas o Centros de Interés Turístico

De acuerdo a la Subsecretaría de Turismo del Ministerio de Economía, en el área de estudio existe una solicitud de declaratoria Zona de Interés Turístico, denominada “ZOIT Lago Llanquihue”. Este procedimiento fue iniciado el día 16 febrero de 2018, mediante el ingreso a la Subsecretaría de Turismo de una ficha de solicitud de declaración, la que cuenta con resolución de admisibilidad del 5 de marzo de 2018.

Esta solicitud de declaratoria ZOIT Lago Llanquihue ha sido propuesta de manera conjunta entre las municipalidades de Frutillar, Llanquihue, Puerto Octay y de Puerto Varas, y coordinada junto a la

Dirección Regional de SERNATUR de Los Lagos. Actualmente, se encuentra en fase evaluación de la solicitud, fase posterior a la consulta pública realizada en abril y a la sistematización de antecedentes por parte de la subsecretaría de Turismo. La presente fase, tiene una duración de 20 días hábiles y es una instancia en la que la subsecretaría de Turismo podrá realizar observaciones a la Dirección Regional de Sernatur, para dictar la resolución que dé inicio al plan de acción ZOIT o declaratoria improcedente. De ser dictada la resolución que dé inicio al Plan de Acción, las entidades solicitantes tendrán 80 días hábiles para elaborar participativamente el Plan de Acción ZOIT. Posteriormente, el Plan de Acción será evaluado por el Comité de Seremis del Turismo, quienes elaborarán un informe detallado de todo el procedimiento. El último paso, será la presentación de la ZOIT definitiva, para su aprobación, rechazo o solicitud de modificaciones por parte del Comité de Ministros del Turismo.

Lo anterior, siguiendo el proceso de declaratoria de Zonas de Interés Turístico (ZOIT) se encuentra claramente establecido en el decreto N° 30 del año 2016, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Respecto a la relación con el desarrollo de un proyecto DOP de borde lacustre en el sector, cabe señalar que es necesario que el procedimiento se encuentre en fase de elaboración de Plan de Acción, para poder identificar sinergias, compatibilidad y consistencia de los lineamientos de la ZOIT Lago Llanquihue, con un desarrollo de borde lacustre.

Zonificación del Borde Costero Regional (ZUBC)

De acuerdo a la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas (SSFFAA), no existe Zonificación del Borde Costero en la Región de Los Lagos.

Zonas Típicas y Patrimonio Cultural

De acuerdo al Consejo de Monumentos Nacionales de Chile, a través de su Catálogo de Monumentos Público, no se identifican Monumentos Históricos ni Zonas Típicas declaradas en el área de estudio o próximas a esta.

6.4 Análisis de limitaciones ambientales

6.4.1 Áreas donde habite población protegida por leyes especiales

De acuerdo a la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) a través del Sistema de Información Territorial Indígena (SITI) y la Carta N°138/2018 de CONADI que responde a la consulta AI002T0003465 (Anexo E.1), no existen asentamientos urbanos y/o rurales protegidos por leyes especiales que puedan sufrir alteración de sus sistemas de vida, acceso a recursos y/o acceso a servicios básicos en el área del Proyecto.

6.4.2 Áreas y recursos colocados bajo protección oficial

De acuerdo a lo señalado en el ORD. D.E. N° 100143/2010 del Servicio de Evaluación Ambiental, que indica los 64 Sitios Prioritarios para la Conservación identificados en la Estrategia Nacional de Biodiversidad, y lo señalado en el ORD. D.E. N°130844/2013 del Servicio de Evaluación Ambiental, que uniforma criterios y exigencias técnicas sobre áreas colocadas bajo protección oficial y áreas

protegidas, en el área de estudio no se identificaron sitios prioritarios para la conservación, pero si se encuentra inserto en una reserva categorizada como Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes, el cual corresponde a un área natural protegida ubicada en las regiones de Los Lagos y de Los Ríos. Fue declarada reserva de la biosfera por la Unesco en septiembre de 2007, con el objetivo de lograr un equilibrio sostenible entre la conservación de la diversidad biológica, el fomento del desarrollo económico y la preservación de los valores culturales del pueblo mapuche, asentado principalmente en la zona de transición de la reserva.

6.4.3 Sitios con patrimonio cultural y patrimonio de la humanidad

De acuerdo al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) a través del portal Catálogo de Monumentos, no existen zonas típicas o pintorescas, monumentos nacionales ni históricos declarados en el área de estudio.

6.4.4 Sitios con valor arqueológico y antropológico

De acuerdo al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) a través del portal Catálogo de Monumentos, no existen Sitios con valor arqueológico ni antropológicos declarados en el área de estudio.

Mayores antecedentes se encuentran en el **Anexo E** del presente informe.

6.5 Conclusiones

6.5.1 Análisis de propiedades

De acuerdo al levantamiento en terreno realizado durante el mes de marzo del presente año, para el análisis de las propiedades existentes en el área de estudio del Proyecto, se identificaron un total de 20 inmuebles. Como se puede observar en Figura 6-2, existen, 20 propiedades privadas, y 1 al Fisco de Chile. Además, se identificó área de Bien Nacional de Uso Público (BNUP) correspondiente a la vialidad existente en el sector, excluyendo los caminos insertos en LC-01 y al sector de playa del lago Llanquihue.

Por otra parte, la propiedad fiscal (F-01). y las propiedades privadas LC-00, LC-01, LC-02, LC-03, LC-04 y LC-05, tienen como deslinde Suroeste el lago Llanquihue, lo que implica limitan con sector de **playa de lago**, que se define de acuerdo al Reglamento Sobre Concesiones Marítimas³ como la "*Extensión de suelo que bañan las aguas en sus crecidas normales hasta la Línea de las Aguas Máximas*". Lo anterior, determina que el límite de estas propiedades será la línea de las aguas máximas del lago Llanquihue, las que deben definirse siguiendo las directrices del instructivo PUB 3104 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) y ser validadas por el organismo competente que corresponde a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DGMT)

³ Artículo 1º, numeral 30, del Decreto Supremo N°2 del 03 de enero del 2005, Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina.

Respecto a la existencia de situaciones complejas, las propiedades LC-04 y LC-05 se encuentran asociadas a un litigio causa rol C-1438-2012 del Primer Juzgado de Letras de Osorno. En dicho litigio se acogió la demanda reivindicatoria interpuesta por los propietarios en contra de doña María Angulo, persona que actualmente ocupa el inmueble y que forma parte de la sucesión de Don Ernesto Angulo. Según los titulares de los dominios de las propiedades en comento, la Sra. María Angulo habría ocupado de manera ilegal dichos terrenos, mientras que la demandada señala ser la legítima sucesión de don Ernesto Angulo, un antiguo poseedor del inmueble. Actualmente está pendiente el pago de las mejoras para llevar a cabo del lanzamiento de la demandada. Además, se discute ante la Corte de Apelaciones de Valdivia la procedencia de la condena en costas por el incidente de mejoras.

6.5.2 Análisis de concesiones marítimas y acuícolas

De acuerdo a los antecedentes entregados por la Capitanía de Puerto de Puerto Varas, el Sistema Integrado de Administración del Borde Costero (SIABC), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) no existen concesiones marítimas o acuícolas, áreas de manejo de recursos bentónicos, reservas o parques marinos protegidos y espacios costeros marinos de pueblos originarios vigentes o en trámite insertas en el área de estudio. No obstante, lo anterior, la concesión acuícola más próxima al área de estudio se encuentra distante a 8 km.

6.5.3 Análisis de Instrumentos de Planificación Territorial

Dentro de los Instrumentos de Planificación Territorial vigentes en el área donde se sitúa el Proyecto, se puede concluir que actualmente no existe zonificación por parte de algún instrumento normativo, esto considerando que se encuentra fuera del límite urbano del Plan Regulador Comunal (PRC) de Puerto Octay, por lo tanto, no existe un alcance territorial del instrumento sobre los usos permitidos y restricciones sobre el área de estudio. Dicho lo anterior, se deberá considerar las normas de edificación y construcción que están sujetas a la Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) y su Ordenanza General (OGUC).

En relación a otros instrumentos de carácter indicativo, políticas, planes o estrategias de escala regional, se identificó la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) 2009-2020, que corresponde al marco orientador que guía la gestión del Gobierno Regional para cumplir con el desarrollo de la región y que dentro de sus lineamientos plantea la promoción de un modelo de ordenamiento territorial del borde costero que incorpore de manera armónica las actividades productivas, de conservación y de recreación, lo que se ajusta y brinda compatibilidad territorial con respecto a los objetivos que persigue el Proyecto. Además, se identificó el PRDU de Los Lagos (2004), instrumento actualmente en desuso y la existencia del PROT de Los Lagos, instrumento que espacializa los objetivos de desarrollo contenidos en la ERD y que actualmente se encuentra en fase de elaboración, específicamente en Evaluación Ambiental Estratégica. Asimismo, el área de estudio se inserta en un área donde existe actualmente una solicitud de declaratoria para crear la Zona de Interés Turístico Lago Llanquihue, la que ha sido propuesta de manera conjunta entre las municipalidades de Frutillar, Llanquihue, Puerto Octay y de Puerto Varas, y que se encuentra en fase de evaluación de solicitud, etapa posterior a la consulta pública. Cabe señalar que aún no se elabora el Plan de Acción, etapa

en la que se podrá identificar sinergias, compatibilidad y consistencia de los lineamientos de la ZOIT Lago Llanquihue con el desarrollo de un borde lacustre en el sector.

6.5.4 Análisis de limitaciones ambientales

Con respecto a posibles fragilidades existentes en el área de estudio, cabe señalar que de acuerdo a la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), no se identifica la presencia de población indígena que se encuentre protegida por leyes especiales en el área de estudio.

Con respecto a la existencia de áreas y recursos colocados bajo protección oficial, cabe señalar que el área de estudio se inserta en una reserva categorizada como Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes declarada reserva de la biosfera por la Unesco en septiembre de 2007. Es importante señalar que las características del Proyecto se encuentran alineadas con el objetivo de la reserva, por lo tanto, no se generarán efectos adversos que puedan impactar alterar las condiciones naturales de la reserva.

En cuanto a la existencia de sitios con patrimonio cultural y patrimonio de la humanidad, de acuerdo al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) a través del portal Catálogo de Monumentos, no existen Monumentos Nacionales ni Sitios Arqueológicos declarados en el área de estudio, así como tampoco sitios con valor arqueológico ni antropológicos.

7. Calidad físico química bacteriológica de suelo, agua y granulometría

7.1 Introducción

La Dirección Regional de Obras Portuarias dirige el proyecto denominado “Estudios Básicos Borde Costero Cascadas, Puerto Varas, Frutillar”, a fin de realizar estudios básicos que permitan complementar el análisis del potencial de desarrollo turístico del lugar. El presente documento expone los resultados del estudio de muestreo y análisis de agua y sedimento, en donde se midieron parámetros físico químicos y microbiológicos en el área de interés del sector Cascadas.

7.2 Objetivos

7.2.1 Objetivo General

Caracterizar la calidad de agua, sedimento y granulometría del borde costero en el área de estudio, y a su vez poder establecer una referencia en relación a la normativa vigente en cuanto al uso con fines recreativos.

7.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de variables físico-químicas, orgánicas, metales y microbiológicas en muestras de agua.
- Determinar las concentraciones de variables físico-químicas, orgánicas, metales y microbiológicas en muestras de sedimento.
- Clasificar y caracterizar la granulometría en muestras de sedimentos extraídos de los sitios de interés

7.3 Metodología

7.3.1 Área de estudio

El área de estudio del proyecto, corresponde parte del borde costero de la localidad de Cascadas. Los sitios de muestreo fueron aprobados por la inspección fiscal, los cuales fueron identificados con códigos y distribuidos espacialmente como se muestran en la Figura 7-1, Figura 7-2 y Figura 7-3 para las muestras de agua, sedimentos y granulometría respectivamente.

El detalle de la ubicación geográfica de los sitios de muestreo se detalla a continuación en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Este	Norte	Condición	
			Superficie	Profundidad
Calidad de aguas			Superficie	Profundidad
AC pr_1	5449554	697861		X
AC su_2	5449423	697974	X	
AC pr_3	5449302	697949		X
AC su_4	5449187	698042	X	
AC pr_5	5449058	698011		X
AC su_6	5448961	698106	X	
AC pr_7	5448877	698045		X
AC su_8	5448805	698139	X	
AC pr_9	5448722	698076		X
AC su_10	5448658	698124	X	
Sedimentos/Granulometría			Intermareal	Seco
SC in_1 / GC in_1	5449570	697907	X	
SC se_2 / GC se_2	5449426	697994		X
SC in_3 / GC in_3	5449315	698025	X	
SC se_4 / GC se_4	5449188	698076		X
SC in_5 / GC in_5	5449056	698078	X	
SC se_6 / GC se_6	5448957	698131		X
SC in_7 / GC in_7	5448886	698135	X	
SC se_8 / GC se_8	5448805	698167		X
SC in_9 / GC in_9	5448718	698149	X	
SC se_10 / GC se_10	5448678	698147		X

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7-1 Sitios de muestreo Calidad de aguas



Figura 7-2 Sitios de muestreo de sedimentos



Figura 7-3 Sitios de muestreo de granulometría



7.3.2 Obtención de las muestras de agua, sedimento y granulometría

Muestras de agua

Se ejecutó una campaña de terreno los días 23 al 27 de abril del año 2018 en la cual se identificaron los sitios de monitoreo y se procedió a la extracción de muestras de agua y sedimentos del borde costero, como se detalla a continuación.

Para el caso de la matriz agua, se establecieron 10 sitios de muestreo, 5 de los cuales corresponden a orilla de playa y los 5 restantes se ubicaron en profundidad de 1,5 m, ambas condiciones intercaladas. La ubicación de los sitios, en cada punto de muestreo se visualiza en la Figura 7-1. El procedimiento para la toma de muestras de agua se realizó en el marco de las siguientes normas técnicas:

- NCh 411/1. 1996 Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo.
- NCh 411/2. 1996 Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
- NCh 411/3. 1996 Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Guía sobre la reservación y manejo de las muestras.

El procedimiento de toma de muestras de agua se inició con la ubicación del sitio de muestreo, del cual se verificaron las coordenadas en UTM datum WGS-84, posteriormente se continuó con un

protocolo de monitoreo específico para lo cual se elaboró una ficha de campo con información del sitio seleccionado y las condiciones de muestreo.

Los equipos de campo utilizados fueron:

- GPS, equipo multiparámetro portátil HI98194 de Hanna Instrument (medición de pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto), cámara fotográfica, envases de muestras, ficha para toma de muestra, ficha para el envío de muestras, recipiente colector, guantes de látex desechables, huincha, cinta adhesiva y botella Niskin.
- Las muestras de profundidad a 1,5 m fueron tomadas con apoyo de una embarcación tipo zodiac, utilizando una botella oceanográfica tipo Niskin de 5 L de capacidad de volumen para tomar muestras a profundidad y un recipiente de plástico para obtenerla de la superficie. Luego de obtenida la muestra se llenaban botellas de vidrio y plástico especiales para la recolección y almacenaje de las muestras de agua

Figura 7-4 Registro fotográfico metodología toma de muestras de agua en profundidad



Muestras de sedimento

La extracción de muestras de sedimentos se realizó en la misma campaña de terreno, la ubicación de las muestras se puede apreciar en la Figura 7-2. La ubicación de las muestras de sedimento abarcó toda el área de interés, con un total 10 muestras.

El procedimiento de toma de muestras de sedimentos se inició con la ubicación del sitio de muestreo, del cual se verificaron las coordenadas en UTM datum WGS-84, posteriormente se continuó con un protocolo de monitoreo específico para lo cual se elaboró una ficha de campo con información del sitio seleccionado y las condiciones de muestreo

Figura 7-5 Registro fotográfico metodología toma de muestras sedimentos



Granulometría

Para el estudio de las condiciones granulométricas del área de estudio se consideraron 10 sitios de muestreo. La ubicación de los sitios definidos para granulometría se presentan en la Figura 7-3.

La metodología de análisis corresponde a lo indicado por la Publicación SHOA 3201 (Instrucciones geográficas n° 1):

- Se consideró a lo menos 10 puntos de muestreo por sector
- Las muestras se analizaron en laboratorio especializado y acreditado
- Se utilizó como escala de análisis lo indicado por Wentworth (1922)

Los resultados se analizaron mediante tablas y gráficos, incorporando parámetros estadísticos en la descripción de las muestras.

7.3.3 Normas de calidad para agua de referencia

Los parámetros analizados fueron contrastados con la NCh 1333-Requisitos de calidad del agua para diferentes usos (Tabla 3.-Requisitos del agua para recreación con contacto directo), la norma primaria de calidad de agua continental con contacto directo (DS 143).

7.3.4 Normas de calidad para sedimento de referencia

Para el análisis de resultados de sedimentos, la legislación chilena aún no cuenta con una norma que establezca o defina los límites de concentración de distintos elementos químicos asociados a este tipo de matriz para actividades recreacionales, es por ello que se optó por el uso de normativa específica internacional que permita contextualizar adecuadamente los análisis a realizar, en este caso puntual se utilizó, como marco de referencia para las concentraciones de metales en sedimentos, la guía canadiense de calidad de sedimento para la protección del Medio Ambiente y la Salud Humana (CCME, 2001⁴)

⁴ Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 2001. Canadian soil quality guidelines for the protection of Environmental and Human Health. <http://st-ts.ccme.ca/en/index.html>.

7.4 Resultados

7.4.1 Análisis físico-químico y microbiológico de aguas

Los resultados de los análisis químicos de las muestras de agua del sector Cascadas se exponen en la Tabla 7-2 en la cual se observa que el pH es cercano a la condición de neutro, el color verdadero es mínimo y la turbiedad es baja en todas las muestras. Los metales, arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo se presentan bajo los límites de detección establecidos por el laboratorio, el cianuro tampoco fue detectado en las muestras enviadas al laboratorio. Así, los metales y el cianuro están bajo los límites establecidos por el DS 143. Las mediciones de compuestos orgánicos, como los aceites y grasas, siempre resultaron menores al límite de detección del laboratorio. La actividad microbiana registrada y medida con el indicador de coliformes fecales presentó concentraciones bajo lo indicado por la normativa respectiva, y no fue detectada su presencia en 7 de las 10 muestras de agua colectadas, los coliformes totales no presentan mayores variaciones a las presentadas por los coliformes fecales. Los valores de turbiedad y color verdadero presentan variaciones y diferencias entre sitios, sin embargo, las 10 muestras presentaron valores bajo lo indicado por la norma NCh 1333 y el DS 143, lo que indica una condición favorable de transparencia y color del agua para fines recreativos.

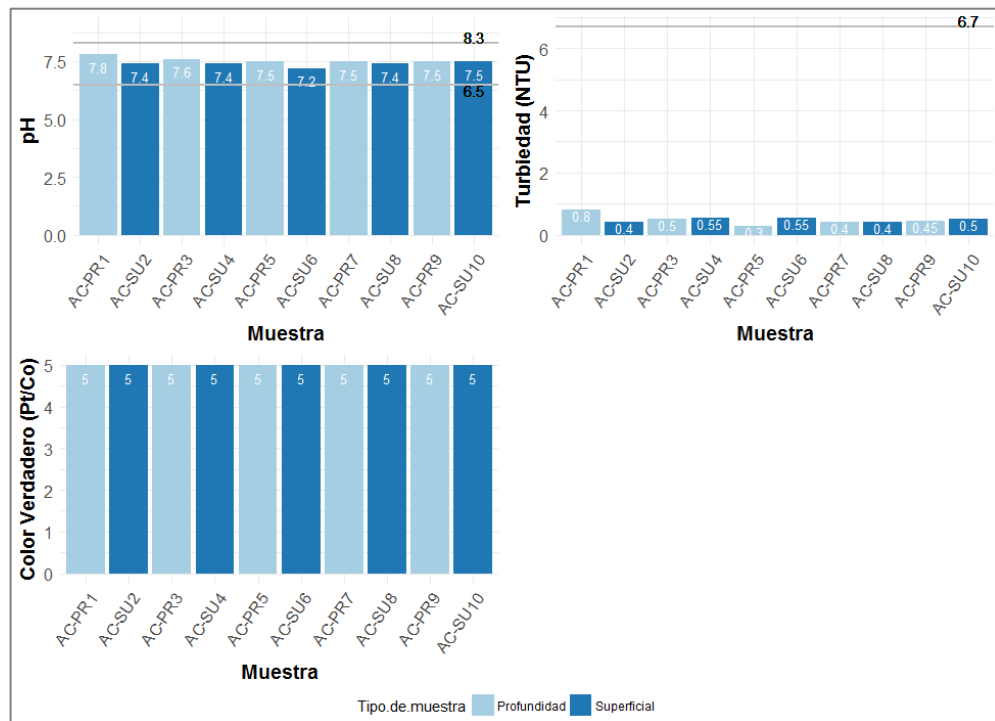
Tabla 7-2 Resultados de análisis de agua sector de Cascadas

Analito	Unidad	Muestra										Referencia	
		AC-PR1	AC-SU2	AC-PR3	AC-SU4	AC-PR5	AC-SU6	AC-PR7	AC-SU8	AC-PR9	AC-SU10	NCh 1333	DS 143
pH 25°C Laboratorio	UpH	7.8	7.4	7.6	7.4	7.5	7.2	7.5	7.4	7.5	7.5		
Turbiedad	NTU	0.8	0.4	0.5	0.55	0.3	0.55	0.4	0.4	0.45	0.5	6.7	
Color Verdadero	Pt/Co	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		100
Arsénico	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		0.11
Cadmio	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		0.033
Cianuro	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		0.77
Cromo	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		0.55
Mercurio	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005		0.011
Plomo	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		0.11
Aceites y Grasas	mg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	5	
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1.8	<1.8	2	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	2	<1.8	<1.8	1000	1000
Coliformes Totales	NMP/100 mL	<1.8	<1.8	2	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	2	<1.8	5.6		

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio SGS

La Figura 7-6 muestra que el pH se mantiene entre los límites máximo y mínimo indicado en la NCh 1333. El color verdadero es mínimo y no presenta variaciones, en tanto la turbiedad presenta pequeñas variaciones siempre bajo el límite indicado por la NCh 1333.

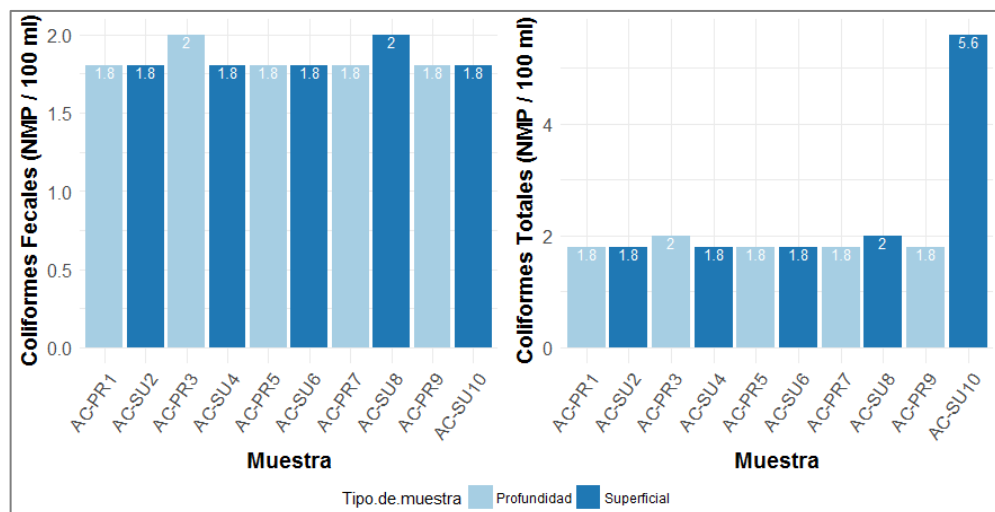
Figura 7-6 Gráficos de analitos fisico químicos en agua



Fuente: Elaboración propia

La Figura 7-7 presenta el recuento de coliformes fecales y totales en las muestras de agua superficial y en profundidad, se observan mínimas detecciones de coliformes fecales (AC-PR3 y AC-SU8) de coliformes totales (AC-PR3, AC-SU8 y AC-SU10), todas las muestras con valores muy bajos comparado a lo indicado por la norma NCh 1333.

Figura 7-7 Concentración de analitos microbiológicos en agua



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, los resultados de la caracterización *in situ* de cada punto de muestreo se detallan en la ficha de muestreo (ver Anexo F – F.01) respectiva. En ella se resume la caracterización físico-química de parámetros medidos en terreno junto con una descripción del punto de muestreo.

7.4.2 Análisis físico-químico y microbiológico de sedimentos

Los resultados del análisis químico de las muestras de sedimento son expuestos en la Tabla 7-3 Resultados de análisis de sedimentos, en la cual no se observan analitos que sobrepasen concentraciones máximas indicadas en la normativa de referencia (SQG). La concentración de los metales analizados: arsénico, cinc, cobre y cromo presentan variaciones de concentración entre muestras, sin embargo, estos valores están bajo los límites de las normativas utilizadas como referencia. Los metales cadmio, mercurio y plomo no fueron detectados por el procedimiento analítico del laboratorio. El elemento cianuro, el carbono orgánico total e hidrocarburos totales tampoco fueron detectados por el laboratorio. El pH se presenta de débilmente alcalino ($6.3 < \text{pH} < 6.9$). La cuantificación de microorganismos indica la ausencia de coliformes fecales en los 10 puntos muestreados y solo se detectan coliformes totales en la muestra SC-SE4.

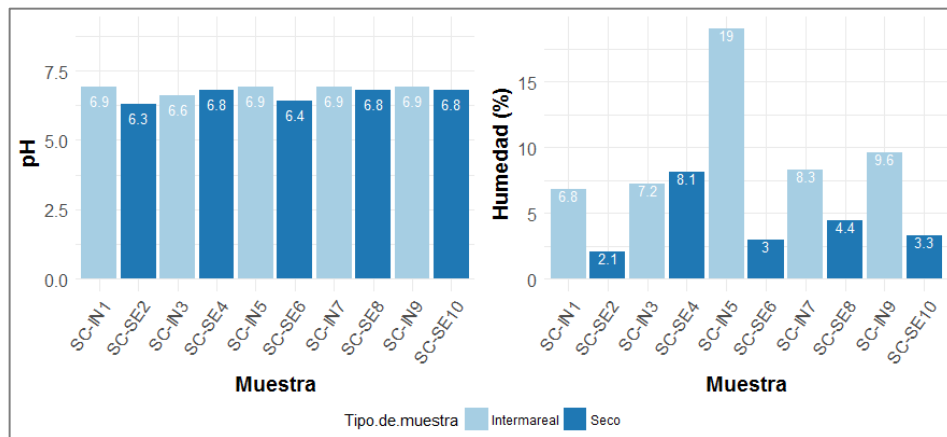
Tabla 7-3 Resultados de análisis de sedimentos

Analito	Unidad	Muestras										Referencia
		SC-IN1	SC-SE2	SC-IN3	SC-SE4	SC-IN5	SC-SE6	SC-IN7	SC-SE8	SC-IN9	SC-SE10	SQG
pH	pH	6.9	6.3	6.6	6.8	6.9	6.4	6.9	6.8	6.9	6.8	
Humedad	%	6.8	2.1	7.2	8.1	19	3	8.3	4.4	9.6	3.3	
Nitrato	mg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Nitrito	mg/kg	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	163.4	64.4	61.6	147.4	66.6	67.3	53.3	83.4	41.3	69.2	
Nitrógeno Total	mg/kg	164	65	62	148	67	68	53	84	42	69	
Fósforo Total	mg/kg	177	221	188	137	146	81	173	156	139	119	
Carbono Inorgánico Total	%	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	
Carbono Orgánico Total	%	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	
Carbono Total	%	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	
Arsénico	mg/kg	0.31	0.29	0.3	0.23	0.28	0.23	0.26	0.27	0.29	0.22	12
Cadmio	mg/kg	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	2.9	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	10
Cinc	mg/kg	10	15	12	10	15	18	11	15	12	16	200
Cobre	mg/kg	16.4	17.2	18.4	15.1	16.7	19.2	17.1	20.1	18.1	19.2	63
Cromo	mg/kg	3.4	5.2	4	3.6	5.9	9.4	3.6	6.2	4.8	8.1	64
Mercurio	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	6.6
Plomo	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	140
Hidrocarburos Totales	mg/kg	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	
Coliformes Fecales	NMP/g	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	
Coliformes Totales	NMP/g	<180	<180	<180	17000	<180	<180	<180	<180	<180	<180	

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio SGS

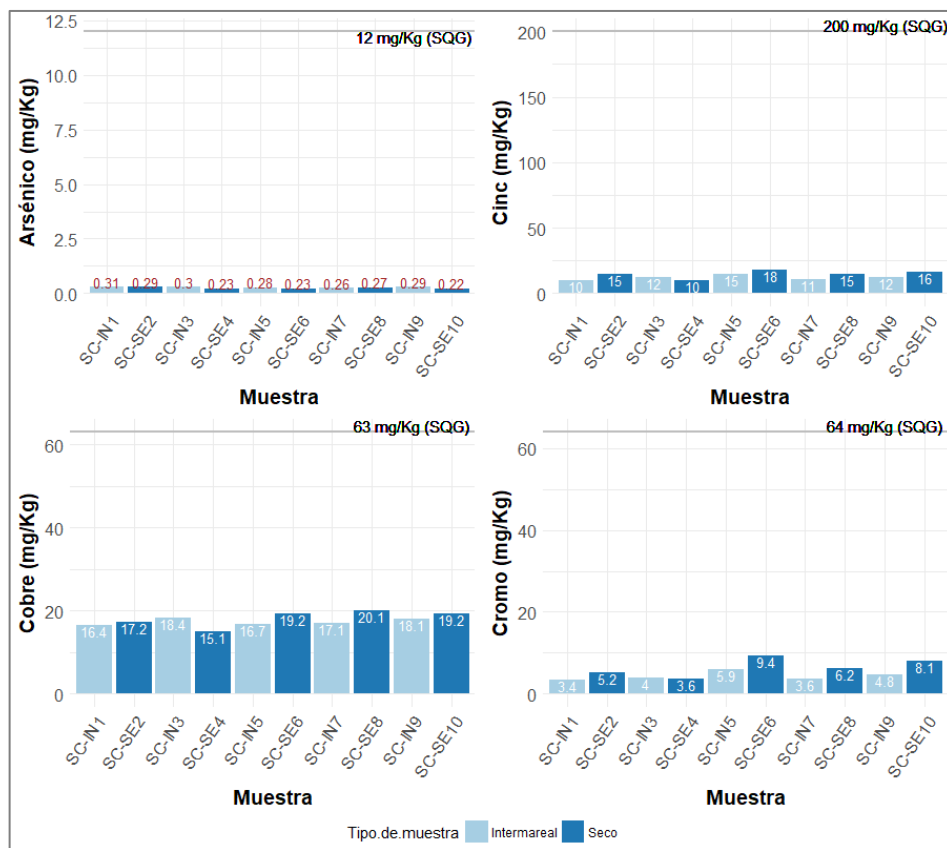
La Figura 7-8 muestra el pH con menores variaciones y cercanos al nivel neutro, en tanto la humedad contenida en la muestra es inferior al 10 % excepto en una muestra de origen intermareal (SC-IN5)

Figura 7-8 Analitos físico químicos en muestras de sedimento



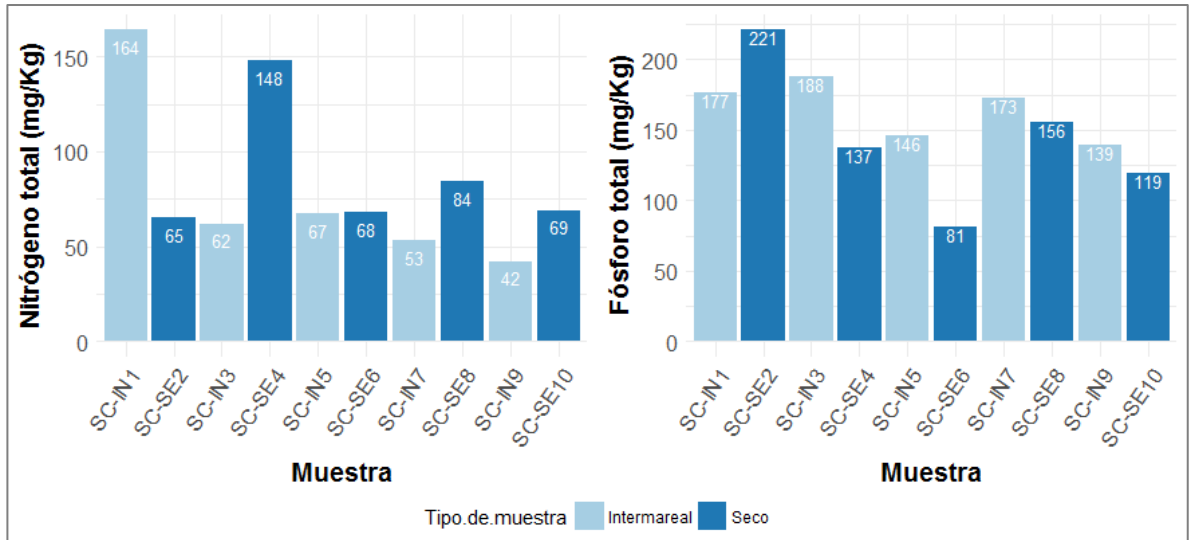
La Figura 7-9 presenta las concentraciones de los metales detectados por el laboratorio arsénico, cinc, cobre y cromo, los cuales presentan pequeñas variaciones entre muestras con una tendencia a aumentar la concentración del metal en las muestras extraídas en una condición de playa seca. Los valores máximos establecidos por las normas de referencia son claramente mayores a lo cuantificado en las muestras.

Figura 7-9 Concentraciones de metales en muestras de sedimento



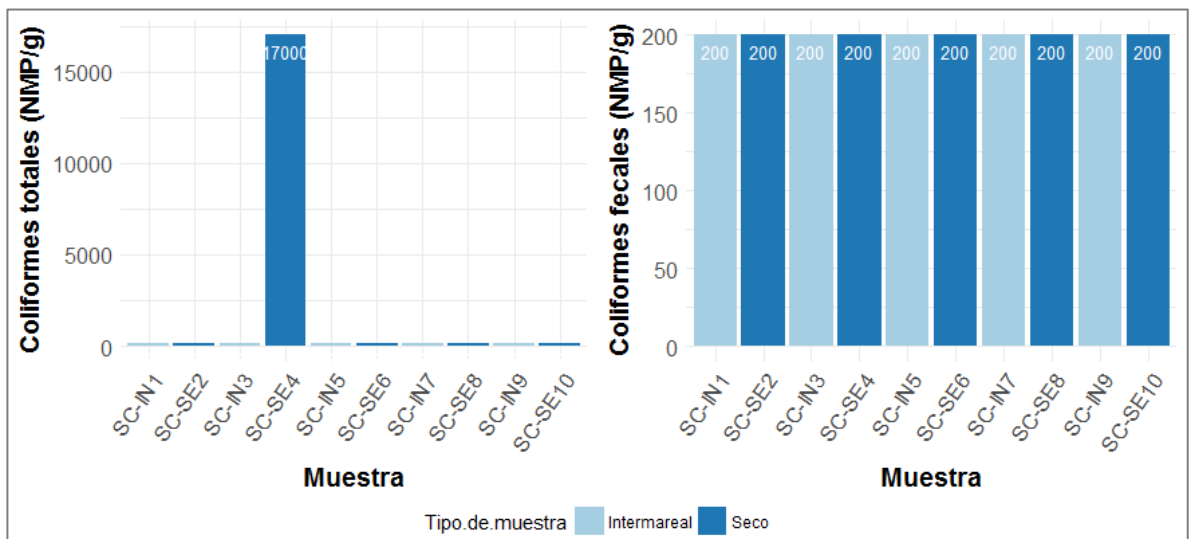
En la Figura 7-10 se representan las concentraciones de nitrógeno total y fósforo total, se observa en general mayor concentración de fósforo sin un patrón claro de distribución según la zona de procedencia de la muestra (intermareal o seco). No se observa una influencia del río blanco Las Cascadas en las muestras próximas a la desembocadura (SC-IN9 y SC-SE10)

Figura 7-10 Concentración de nutrientes en muestras de sedimento



La Figura 7-11 muestra las concentraciones de coliformes totales y fecales, se observa que los coliformes fecales no fueron detectados por el laboratorio (<200 NMP/g), en tanto solo se detectaron coliformes totales en una muestra de zona seca SC-SE4 (parámetros no regulado por la normativa de referencia consultada).

Figura 7-11 Concentración de organismos microbiológicos en muestras de sedimento



Adicionalmente, los resultados de la caracterización *in situ* de cada punto de muestreo se detallan en la ficha de muestreo (ver Anexo F – F.01) respectiva. En ella se resume la caracterización físico-química de parámetros medidos en terreno junto con una descripción del punto de muestreo.

7.4.3 Granulometría

La granulometría analizada corresponde al tamaño de grano entre 63 mm a menos de 0,063 mm del sector costero del lago Llanquihue en la localidad de Cascadas. Los resultados provenientes del análisis de laboratorio se presentan en la Tabla 7-4, matriz con los valores en porcentaje para cada tamaño de grano. Se observa mayoritariamente arena muy gruesa a gránulos. Se observa que se presentaron gravas mayores a 63 mm y un alto porcentaje de partículas de diámetros mayores a 2 mm.

Tabla 7-4 Resultados de análisis de granulometría

Tamaño de grano	Phi (ϕ)	Muestra									
		GC IN 1	GC SE 2	GC IN 3	GC SE 4	GC IN 5	GC SE 6	GC IN 7	GC SE 8	GC IN 9	GC SE 10
63 mm	-6	25.3	5.38	31.1	13.9	31.8	1.21	37.9	14.3	43.7	26.9
4 mm	-2	5.98	1.77	6.87	6.44	4.74	0.3	3.43	1.25	8.44	4.11
2 mm	-1	9.4	2.1	11	8.7	8.2	0.83	7.5	1.8	15	2.5
1 mm	0	16	5.85	18.1	14.7	16.7	5.27	28.1	4.14	16.3	3.41
0,5 mm	1	31.3	54.7	29.1	18.6	23.5	37.2	17.7	25.5	15.6	31.4
0,250 mm	2	11	28	3	15	13	50	5	44	0.66	30
0,125 mm	3	0.39	1.53	0.26	7.45	0.48	4.18	0.11	3.99	0.05	0.85
0,063 mm	4	0.06	0.3	0.04	6.4	0.18	0.44	0.04	1.9	0.02	0.12
< 0,063 mm	<4	0.01	0.26	0.01	9.26	0.06	0.26	0.02	0.28	0.02	0.1

Fuente: Análisis laboratorio AGQ Chile, valores expresados en porcentaje de material retenido por cada tamiz.

La clasificación según cada muestra, estadísticas descriptivas y nombre de sedimento se presenta en la Tabla 7-5. Se observa que la mayor parte de las muestras se clasifica como arena gruesa a gránulos. La selección se presenta, en la mayor parte de las muestras, como pobremente seleccionado, lo cual indica una amplia distribución de tamaños de partículas. El nivel de asimetría (Skewness) se presenta principalmente desde negativo a muy positivo, lo cual implica una distribución desde estrecha a muy amplia en las partículas medidas. La curtosis (Kurtosis) referida a la forma de distribución de partículas se presentó en general “muy platicúrtico” (distribuidas en una amplia gama de tamaño de partículas).

Tabla 7-5 Clasificación de las muestras de granulometría

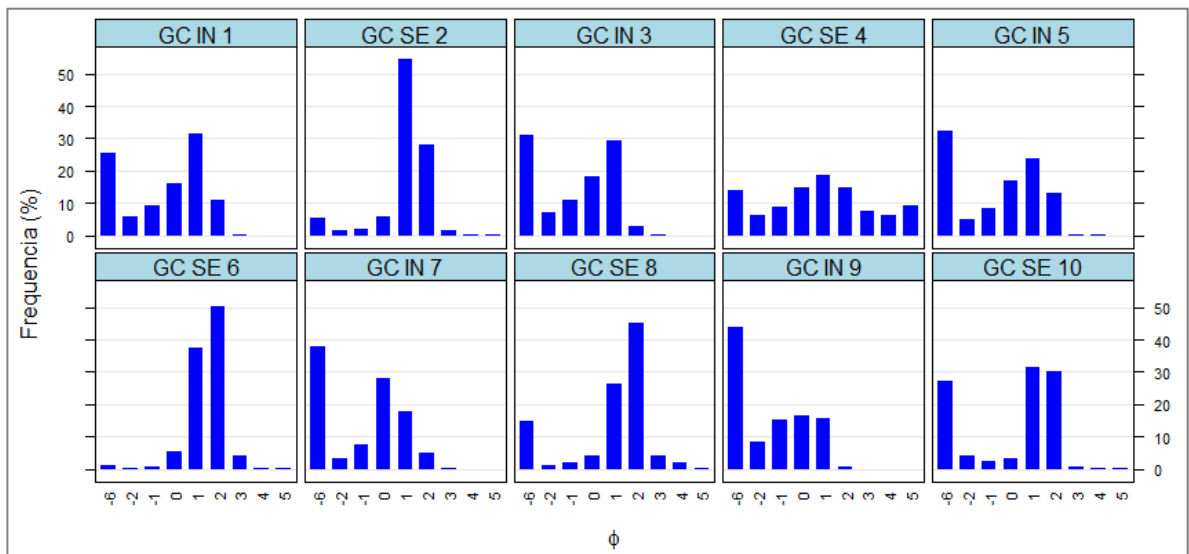
Muestra	Medidas de tendencia central (μm)			Selección (ordering)		Asimetría (Skewness)		Curtosis (Kurtosis)	
	Promedio	Mediana	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
GC IN 1	3605	1350	Gránulos	7.24	Muy pobremente seleccionado	0.54	Muy negativo	0.47	Muy platicúrtico
GC SE 2	606	641	Arena gruesa	2.96	Pobremente seleccionado	0.26	Negativo	3.22	Extremadamente leptocúrtico
GC IN 3	4349	1939	Guijarros	6.43	Muy pobremente seleccionado	0.49	Muy negativo	0.45	Muy platicúrtico
GC SE 4	1357	784	Arena muy gruesa	11.1	Muy pobremente seleccionado	0.26	Negativo	1.29	Leptocúrtico
GC IN 5	3805	1649	Gránulos	7.38	Muy pobremente seleccionado	0.45	Muy negativo	0.48	Muy platicúrtico
GC SE 6	488	466	Arena media	1.7	Moderadamente seleccionado	0.21	Negativo	0.9	Mesocúrtico
GC IN 7	4536	1945	Guijarros	6.3	Muy pobremente seleccionado	0.5	Muy Negativo	0.49	Muy platicúrtico
GC SE 8	827	487	Arena gruesa	4.62	Muy pobremente seleccionado	0.65	Muy Negativo	2.3	Muy platicúrtico
GC IN 9	7990	8237	Guijarros	5.72	Muy pobremente seleccionado	-0.07	Aproximadamente simétrico	0.5	Muy platicúrtico
GC SE 10	2556	754	Gránulos	8.34	Muy pobremente seleccionado	0.67	Muy negativo	0.45	Muy platicúrtico

Fuente: Clasificación de muestras utilizando software estadístico R ver. 3.4 y paquete Rysgran (Camargo et.al., 2014⁵)

La Figura 7-12 muestra la distribución del tamaño de partículas según el porcentaje retenido en la escala de Phi (Φ), se puede apreciar que predomina el porcentaje de retención con el tamiz de tamaño de 0Φ a 2Φ , el cual corresponde a un tamaño de partícula de 1 mm (arena muy gruesa) a 0.25 mm (arena media) y presencia de gravas (-2.7Φ) que corresponde a partículas de tamaños mayores a 63 mm. Se observan distribuciones que no son homogéneas entre muestras y solo dos (GCSE2 y GCSE6) que presentan baja cantidad de gravas en su composición.

⁵ Eliandro Ronael Gilbert, Mauricio Garcia de Camargo and Leonardo Sandrini-Neto (2014). rysgran: Grain size analysis, textural classifications and distribution of unconsolidated sediments. R package version 2.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=rysgan>

Figura 7-12 Histograma de composición granulométrica por muestra



Fuente: Clasificación de muestras utilizando software estadístico R ver. 3.4 y paquete Rysgran (Camargo et.al., 2014⁶)

Los resultados de la caracterización *in situ* de cada punto de muestreo se detallan en la ficha de muestreo (ver Anexo F – F.01) respectiva. En ella se resume la caracterización físico-química de parámetros medidos en terreno junto con una descripción del punto de muestreo.

7.5 Conclusiones

El análisis físico químico y microbiológico de 10 muestras agua distribuidas a lo extenso del litoral del área de estudio muestran que no se detectaron analitos metálicos, ni aceites y grasas. La concentración de coliformes fecales no supero el límite de detección del laboratorio en 8 de 10 muestras y en las que se detectó fue cercano al límite de detección. Los parámetros que determinan la transparencia del agua como la turbidez y el color se presentaron muy bajos con pequeñas variaciones entre muestras. El pH resulto homogéneo siendo ligeramente alcalino en todas las muestras.

Los resultados provenientes de 10 muestras de sedimento presentaron un pH cercano a la condición neutra, no se detecta cadmio, mercurio, plomo, hidrocarburos ni coliformes fecales. Los metales, arsénico, cinc, cromo, cobre y cromo presentaron bajas concentraciones, bajo lo indicado por las normativas consideradas de referencia. Entre los nutrientes en general se presentan mayores concentraciones de fosforo sobre nitrógeno, y solo se detectó una muestra con presencia de coliformes totales.

En general no se detectaron parámetros con valores sobre lo indicado por las normativas de referencia (NCh 1333 de Chile, DS 143 de Chile y la Guía de Calidad Ambiental para sedimentos

⁶ Eliandro Ronael Gilbert, Mauricio Garcia de Camargo and Leonardo Sandrini-Neto (2014). rysgran: Grain size analysis, textural classifications and distribution of unconsolidated sediments. R package version 2.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=rysggran>

utilizada en Canadá), tanto en la matriz agua como en sedimentos, lo cual indica la aptitud positiva del sector de Cascadas para actividades de recreación con contacto directo.

La granulometría del sector de Cascadas muestra una composición dada principalmente por arenas medias y gruesas mezcladas con gravas en distintas proporciones. La presencia de arena y baja concentración de material fino es una característica que es favorable en relación a la calidad de arena para fines recreacionales.



Ministerio de Obras Públicas / Dirección de Obras Portuarias
Estudios Básicos Borde Costero Cascadas, Puerto Varas, Frutillar

Anexos

Anexo A Documentos Administrativos

- A.01** – Resolución Protocolizada
- A.02** – Boleta de Garantía
- A.03** – Carta Propuesta Modificación de Contrato

Anexo B Minutas de Reunión

B.01 – Minuta de Reunión Inicial

B.02 – Minuta de Reunión Visita a Terreno

B.03 – Minuta de Reunión Definición de Criterios de Estudios de Título y Líneas de Playa

B.04 – Minuta de Reunión Entrega Etapa 1

Anexo C Recopilación de Antecedentes (Digital)

- C.01** – Antecedentes proporcionados por DOP (digital)
- C.02** – Cartas solicitud de Información a Organismos Públicos y Privados (digital)
- C.03** – Respuestas Organismos Públicos y Privados (digital)
- C.04** – Consultas vía Ley de Transparencia(digital)
- C.05** – Respuestas vía Ley de Transparencia (digital)

Anexo D Levantamiento Topobatimétrico

- D.01** – Permiso SHOA
- D.02** – Monografías
- D.03** – Reporte Poligonal
- D.04** – Nivelación
- D.05** – Puntos Topografía y batimetría (Digital)
- D.06** – Datos Crudos (Digital)
- D.07** – Líneas de Playa (Digital)
- D.08** – Planimetría
- D.09** – Set Fotográfico (Digital)

Anexo E Análisis Territorial

- E.01** – Solicitudes de Transparencia (Digital)
- E.02** – Certificados y documentos propiedades
- E.03** – Plano de Propiedades
- E.04** – Estudios de Título

Anexo F Calidad de Suelo y Agua

F.01 – Fichas de Terreno

F.02 – Certificados de Laboratorio

Anexo G Plan de Seguridad (Digital)

Anexo H Álbum Fotográfico

H.01 – Reunión Visita a Terreno N°1

H.02 – Medición Calidad Agua y Suelo

H.03 – Topobatimetría

Anexo I Minuta de Respuestas

I.01 – Minuta de Respuestas Revisión A

I.02 – Minuta de Respuestas Revisión B (Observaciones Menores)

GHD

Avda. Americo Vespucio N°100, of. 9, Santiago
Las Condes, Santiago
T: (56 2) 433 5400 F: (56 2) 433 5425 E: ghdchile@ghd.com

© GHD 2018

Este documento es propiedad de GHD. Este documento solamente puede ser usado para los fines para los cuales fue solicitado y de acuerdo con los Términos de Contrato establecidos. El uso no autorizado de este documento, de cualquier manera, está prohibido.

G:\85\11914\Tech\03 Para Envio\01 Etapa 1\Rev. 0\01 Cascadas\40954 - Informe Etapa 1 - Sector Cascadas (Rev.0).docx

Estado del documento

Rev No.	Autor	Revisor		Aprobado para emisión		
		Nombre	Firma	Nombre	Firma	Fecha
A	DJ/CV/YS/SP	C. Tapia		G. Hervías		23.05.2018
B	DJ/CV/YS/SP	A. de Castro		G. Hervías		14.06.2018
0	DJ/CV/YS/SP	C. Tapia		G. Hervías		06.07.2018

www.ghd.com

