



FONDO DE INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA

ESTUDIO DE PROSPECCIÓN DE SITIOS COMO ÁREAS APROPIADAS PARA EL EJERCICIO DE LA ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA EN LA VII REGIÓN DEL MAULE - FIPA N° 2017-24

INFORME FINAL



Abril 2022



Estudio de Prospección de Sitios como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala en la VII Región del Maule

FIPA N° 2017-24

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA

Informe Final

SBP0014

FECHA: 06-04-2022

WSP

Av. Juan Soler Manfredini 41, Of. 1401 – Puerto
Montt.

TELÉFONO: +56 65 277 3000

wsp.com



Puerto Montt, 12 de abril 2022

SEÑOR
PRESIDENTE DEL CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA (FIPA)
CALLE BELLAVISTA 168, PISO 16,
OFICINA DE PARTES Y ARCHIVO
VALPARAÍSO
PRESENTE.

Estimado Sr.

Director Ejecutivo

Junto con saludar y por medio de la presente, informo a Usted de la entrega de la versión corregida del Informe Final y sus anexos del proyecto FIPA N° 2017-24 "Estudio de Prospección de Sitios como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala en la VII Región del Maule".

El informe se hace entrega en formato 100% digital al correo fip@subpesca.cl. También adjuntamos digitalmente las respuestas a todas las observaciones efectuadas en los informes de calificación técnica realizada por FIPA y por Subsecretaría de Pesca.

Sin otro particular, y en espera de una buena acogida, se despide atentamente,

Luis A. Albornoz F.

WSP

LA/PPB



Control de Cambios

Primera edición Segunda edición Revisión 2 Revisión 3

Elaborado por				
Fecha				
Revisado por				
Fecha				
Aprobado por				
Fecha				



Este reporte fue realizado por WSP para proyecto de FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA, de acuerdo con el contrato de servicios profesionales. La divulgación de cualquier información contenida en este informe es responsabilidad exclusiva del destinatario. Este material, forma parte del mejor criterio de WSP en relación a la información disponible en el momento de la preparación. Cualquier uso que haga un tercero de este informe, o cualquier dependencia o decisiones que se tomen con base en él, son responsabilidad de tales terceros. WSP no se hace responsable de los daños, si los hubiere, sufridos por terceros como resultado de decisiones tomadas o acciones basadas en este informe. Esta declaración de limitaciones se considera parte de este informe.

El documento original de base tecnológica enviado aquí, ha sido autenticado y será conservado por WSP por un mínimo de diez años. Dado que el archivo transmitido está fuera del control de WSP y su integridad ya no puede garantizarse, no se puede dar ninguna garantía con respecto a cualquier modificación hecha a este documento.



Equipo de Proyecto

CLIENTE

Mandante	Luis Carroza
Contraparte Técnica	David Escobar

WSP

Cargo	Nombre	Participación
Director de Proyecto	Luis Albornoz	Conducción del desarrollo de los objetivos generales y específicos
Gerente	Patricia Pröschle	Líder gestión y contacto con organismo mandante.
Coordinador	Sixto Gutiérrez	Revisiones informes por objetivo
Consultor	Carlos Contreras	Desarrollo objetivo 4, 5 y 6
Consultor	Carlos Saldías	Desarrollo objetivo 4, 5, 6 y 7
Consultor	Cristián Manque	Desarrollo objetivo 4, 5 y 6
Consultor	Diego Alvarado	Desarrollo objetivo 1, 3, 4, 5 y 6
Consultor	Javiera Pizarro	Desarrollo objetivo 4, 5, 6 y 7
Consultor	Leonardo Palacios	Desarrollo objetivo 4
Consultor	Natalia Arriagada	Desarrollo objetivo 4, 5 y 6
Consultor	Sofía Lecaros	Desarrollo objetivo 1, 2, 3, y 7
Consultor	Valentina Mendez	Desarrollo objetivo 3, 4, 5, 6 y 7
Brimar		Prospección de Banco Natural



Resumen Ejecutivo

La acuicultura constituye una oportunidad productiva real para las comunidades costeras y ribereñas, particularmente respecto a la diversificación del sector pesquero artesanal, debido a las importantes bajas que han experimentado las capturas de recursos marinos a nivel mundial. Resulta relevante entonces, que las solicitudes que se encuentran en algún nivel de tramitación para el desarrollo de acuicultura de pequeña escala logren obtener sus permisos. Para ello es necesario gestionar los apoyos y coordinaciones necesarias que les permitan cumplir pertinentemente con los requerimientos establecidos en la normativa vigente, particularmente del Reglamento de Concesiones de Acuicultura (D.S. MINECON N°290 de 1993) y sus modificaciones, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (D.S. MINECON N°320 de 2001) y sus modificaciones, y del Reglamento del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental (D.S. MINSEGPRES N°95 de 2001) y sus modificaciones. Asimismo, es relevante para una mejor gestión estatal lograr la obtención de datos ambientales de mayor cobertura y resolución, a fin de establecer, de la mejor forma posible, las condiciones ambientales de base al inicio de la operación de una concesión para el desarrollo de la acuicultura a pequeña escala.

El estado ha tratado de impulsar la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) y una de las iniciativas es el Estatuto de la Acuicultura de Pequeña Escala, el cual permitirá que personas naturales, empresas individuales de responsabilidad limitada, personas jurídicas y organizaciones de pescadores artesanales, puedan optar a sitios asignados para desarrollar actividades de acuicultura de pequeña escala.

De esta forma se ha desarrollado una serie de iniciativas como son diagnósticos del estado de la APE a nivel nacional (FIPA 2004-26), diseño de modelos de cultivo (FIPA 2015-02) y estudios de emplazamiento de APEs en distintas regiones del país (IFOP, 2015; UCSC, 2015).

La actividad acuícola en la VII Región del Maule (en adelante Región del Maule), en el año 2017 no registra concesiones otorgadas de acuicultura, pero sí existen solicitudes en trámite. A la fecha existían 32 solicitudes de concesión, de las cuales 7 corresponden a moluscos y las restantes a cultivo de salmones.



El presente proyecto tiene por objetivo principal identificar y prospeccionar en la VII Región del Maule un total de 7 sitios, seleccionados en consenso con las Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, los que serán asignados como áreas apropiadas para el ejercicio de la acuicultura de pequeña escala. De esta forma, en el proyecto se llevaron a cabo los estudios ambientales necesarios para caracterizar en forma completa las áreas en que se desarrollaran las futuras actividades de acuicultura.

Los sitios seleccionados se ubicaron en cursos de agua continental, presentando todos ellos una superficie menor a 10 hectáreas y profundidades inferiores a 5 metros. Como resultado de la caracterización ambiental llevada a cabo de acuerdo a la Res. Ex N°3612 y sus modificaciones, se obtuvo que cinco sitios presentaron condición aeróbica de acuerdo a los límites de aceptabilidad establecidos. El resto presentó porcentajes de materia orgánica superiores al límite o valores de pH y potencial Redox fuera del rango del límite de aceptabilidad. Por lo que, estos se encontraban en condición anaeróbica, sin embargo, los demás parámetros se encontraban dentro de los límites establecidos en dicho cuerpo normativo.

En la prospección y análisis de especies hidrobiológicas llevada a cabo en los sitios seleccionados según metodología establecida en Resolución Exenta N° 2.353 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura no se registró la presencia de banco natural en ningún sitio propuesto para su evaluación.

En primera instancia, se determinaron potenciales especies para desarrollo de cultivos a pequeña escala de acuerdo a las preferencias de los titulares de las respectivas zonas prospectadas, con el objetivo de considerar a las bases sociales involucradas para su desarrollo integrado. Sin embargo, a raíz de los resultados obtenidos, se reevaluó la factibilidad de cultivar las especies propuestas por los titulares, y a partir de esto, se obtuvo que solo cuatro de los sitios presentaban las características apropiadas para desarrollar el cultivo deseado, y el resto, sufrió modificaciones tanto de las especies como de los sistemas de cultivo, dado que las condiciones ambientales no indicaban ser las apropiadas para llevar a cabo el cultivo que ellos deseaban.

Las especies propuestas corresponden ostras, con sistemas de cultivo de fondo y pelillo, directo en el fondo, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas. Estos recursos cuentan con un mercado reconocido, adecuados precios y proyecciones favorables.



Si bien la acuicultura a pequeña escala constituye una oportunidad productiva real para las comunidades costeras y ribereñas, ya que posibilitan la diversificación del sector pesquero artesanal, los niveles de producción máxima estimada para los sitios seleccionados no son grandes volúmenes, por lo que, para mejorar la rentabilidad, la APE debe integrarse a la caleta y a las actividades turísticas y gastronómicas que se puedan desarrollar en ella, para lograr con esto un mejor aprovechamiento de los recursos presentes en el área.



Executive Summary

Aquaculture constitutes a real productive opportunity for coastal and riparian communities, particularly with respect to the diversification of the artisanal fishing sector, due to the significant losses experienced by the capture of marine resources worldwide. It is relevant then, that the applications that are at some level of processing for the development of small-scale aquaculture manage to obtain their permits. For this, it is necessary to manage the necessary supports and coordination that allow them to comply pertinently with the requirements established in the current regulations, particularly the Regulation of Aquaculture Concessions (DS MINECON N°290 of 1993) and its modifications, Environmental Regulation for Aquaculture (DS MINECON N°320 of 2001) and its modifications, and of the Regulation of the Environmental Impact Assessment System (DS MINSEGPRES N°95 of 2001) and its modifications. Likewise, it is relevant for a better state management to obtain the environmental data of greater coverage and resolution, in order to establish, in the best possible way, the environmental conditions based on the beginning of the operation of a concession for the development of the small-scale aquaculture.

The state has tried to promote Small Scale Aquaculture (APE) and one of the initiatives is the Small Scale Aquaculture Statute, which will allow individuals, limited liability companies, legal entities and artisanal fishermen organizations, are eligible for assigned sites to carry out small-scale aquaculture activities.

In this way, a series of initiatives have been developed, such as diagnoses of the state of the APE at the national level (FIPA 2004-26), design of cultivation models (FIPA 2015-02) and studies of the location of APEs in different regions of the country. (IFOP, 2015; UCSC, 2015).

The aquaculture activity in the VII Region of Maule (hereinafter Maule Region), in 2017 does not register aquaculture concessions, but there are applications in process. To date, there were 32 applications for concessions, of which 7 correspond to molluscs and the rest to salmon farming.

The main objective of this project is to identify and prospect in the VII Region of Maule a total of 7 sites, selected in consensus with the Undersecretary of Fisheries and Aquaculture, which will be assigned as appropriate areas for the exercise of small-scale aquaculture. In



this way, the project carried out the necessary environmental studies to fully characterize the areas in which future aquaculture activities will take place.

The selected sites were in continental water courses, all of them presenting an area of less than 10 hectares and depths of less than 5 meters. As a result of the environmental characterization carried out according to Res. Ex N ° 3,612 and its modifications, it was obtained that five sites presented aerobic condition according to the established acceptability limits. The rest presented percentages of organic matter above the limit or values of pH and Redox power outside the range of the acceptability limit. Therefore, these were in an anaerobic condition.

In the prospecting and analysis of hydrobiological species carried out in the selected sites according to the methodology established in Exempt Resolution No. 2,353 of the Undersecretariat of Fisheries and Aquaculture, the presence of a natural bank was not recorded at any site proposed for evaluation.

In the first instance, potential species for small-scale crop development were determined according to the preferences of the owners of the respective prospective areas, with the aim of considering the social bases involved for their integrated development. However, as a result of the results obtained, the feasibility of cultivating the species proposed by the holders was re-evaluated, with this only four of the sites presented the appropriate characteristics to develop the desired culture, the rest underwent modifications, both of the species and of the cultivation systems, since the environmental conditions were not appropriate to carry out the cultivation that they wanted.

The proposed species correspond to oysters, with bottom farming systems, and *Gracilaria chilensis* seaweed, directly at the bottom, favoring aquaculture of native species. These resources have a recognized market, good prices and favorable projections.

Although small-scale aquaculture constitutes a real productive opportunity for coastal and riparian communities, since they allow diversification of the artisanal fishing sector, the estimated maximum production levels for the selected sites are not large volumes, therefore, to improve the profitability, the APE must be integrated to the cove and to the tourist and gastronomic activities that can be developed in it, to achieve with this a better use of the resources present in the area.



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	9
EXECUTIVE SUMMARY	12
1 OBJETIVO GENERAL.....	28
2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
3 ANTECEDENTES	30
4 METODOLOGÍA DE TRABAJO POR OBJETIVO	35
4.1 OBJETIVO 1:.....	37
IDENTIFICACIÓN DE ORGANIZACIONES DE PESCADORES ARTESANALES SUSCEPTIBLES DE REALIZAR APE Y SOLICITUDES DE ACUICULTURA EN AMERB EN LOS SITIOS A PROSPECTAR.....	37
4.2 OBJETIVO 2:.....	37
IDENTIFICAR Y PROPONER SITIOS O ÁREAS CONCESIBLES CON SUS RESPECTIVAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS PARA DEFINIRLOS COMO ÁREAS APROPIADAS PARA EL EJERCICIO DE LA ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA Y PARA SOLICITUDES DE ACUICULTURA EN AMERB EN LA VII REGIÓN DEL MAULE	37
4.2.1 Entrevista a dirigentes y socios de las organizaciones	38
4.2.2 Talleres y/o Entrevistas.....	39
4.2.3 Selección de Sitios.....	39
4.3 OBJETIVO 3:.....	41
PROPONER EL O LOS TIPOS DE CULTIVO MÁS ACORDES CON LOS SECTORES DETERMINADOS, FAVORECIENDO LA ACUICULTURA DE CULTIVOS DE ESPECIES NATIVAS Y LOS POLICULTIVOS Y MÓDULOS DE PRODUCCIÓN ACORDES CON LOS SECTORES APE SELECCIONADOS.....	41
4.3.1 Propuesta tipo de cultivos	42
4.4 OBJETIVO 4:.....	42
REALIZAR LOS MUESTREOS AMBIENTALES EN TERRENO DE CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DEL SITIO (CPS), CON LA CORRESPONDIENTE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS, SEGÚN CORRESPONDA, EN CONFORMIDAD CON LA NORMATIVA VIGENTE. 42	42
4.4.1 Recopilación información previa: Sedimentos, información físico-química, batimetría y columna de agua. 43	43
4.4.2 Caracterización preliminar de Sitio (CPS).....	44
4.4.3 Mediciones de corrientes.....	44
4.5 OBJETIVO 5:.....	46
REALIZAR MUESTREOS DE METALES PESADOS (MERCURIO, PLOMO, COBRE, CADMIO, ZINC, ARSÉNICO) EN LA COLUMNA DE AGUA, EN CADA UNO DE LOS SITIOS O ÁREAS CONCESIBLES.....	46
4.6 OBJETIVO 6:.....	47
REALIZAR LA PROSPECCIÓN Y ANÁLISIS DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS PRESENTES EN CADA SECTOR, UTILIZANDO LA NORMATIVA PARA DETERMINAR AUSENCIA O PRESENCIA DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS.	47



TABLA DE CONTENIDO

4.6.1	Batimetría.....	47
4.6.2	Recolección de Datos Biológicos.....	47
4.6.3	Evaluación de Bancos Naturales de Recurso Hidrobiológicos.....	48
4.7	OBJETIVO 7:	50
	ELABORAR LA DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL REQUERIDA SEGÚN NORMATIVA.	50
5	RESULTADOS.....	51
5.1	OBJETIVO 1.....	51
	IDENTIFICACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES DE PESCADORES ARTESANALES SUSCEPTIBLES DE REALIZAR ACTIVIDADES DE ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA Y SOLICITUDES DE ACUICULTURA EN AMERB EN LOS SITIOS A PROSPECTAR.....	51
5.1.1	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Central.....	51
5.1.2	Dirección Zonal de Pesca V, VI y VII. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.....	52
5.1.3	Oficinas de Pesca de las Municipalidades Costeras.....	53
5.1.4	Identificación de organizaciones y ocupaciones territoriales costeras.....	54
5.1.4.1	Comuna de Vichuquén.....	54
5.1.4.2	Comuna de Licantén.....	57
5.1.4.3	Comuna de Curepto.....	61
5.1.4.4	Comuna de Constitución.....	64
5.1.4.5	Comuna de Chanco.....	69
5.1.4.6	Comuna de Pelluhue.....	73
5.1.4.7	Reuniones y entrevistas con Organizaciones e interesados en desarrollar APE en la VII región.....	76
5.2	OBJETIVO 2.....	80
	Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VII Región del Maule.....	80
5.2.1	Sectores APEs de acuerdo a Proyecto FIP 2013-24.	80
5.2.2	Propuesta de Sitios para el desarrollo de APE en la VII Región.....	81
5.2.2.1	Identificación y propuesta de sitios.....	81
5.2.3	Sectores consensuados definitivos para desarrollo de Acuicultura a Pequeña Escala en la VII Región.....	95
5.2.3.1	Boyeruca 2 - Llico.....	95
5.2.3.2	La Pesca y La Trinchera.....	97
5.2.3.3	Río Maule.....	99
5.2.3.4	Faro Carranza 1.....	101
5.2.3.5	Cardonal.....	104
5.3	OBJETIVO 3.....	107
5.3.1	Determinación de especies.....	111



TABLA DE CONTENIDO

5.3.2	Evaluación económica cultivos.....	117
5.3.3	Antecedentes de cada especie	122
5.3.4	Ratificación o modificación de los cultivos.....	133
5.4	OBJETIVO 4.....	137
5.4.1	Recopilación información previa: sedimentos, información físico-química, batimetría y columna de agua. 137	
5.4.2	Caracterización preliminar de Sitio (CPS).....	153
5.4.2.1	BOYERUCA 2	153
5.4.2.2	LLICO 2.....	163
5.4.2.3	LA PESCA 1.....	171
5.4.2.4	LA TRINCHERA 2	183
5.4.2.5	RIO MAULE 1.....	193
5.4.2.6	FARO CARRANZA 1.....	202
5.4.2.7	CARDONAL.....	211
5.4.3	Mediciones de corrientes.....	221
5.4.3.1	Norte de Duao.....	222
5.4.3.2	Constitución.....	222
5.4.3.3	Curanipe	226
5.5	OBJETIVO 5.....	229
5.5.1	BOYERUCA 2	230
5.5.2	LLICO 2.....	231
5.5.3	LA PESCA 1	231
5.5.4	LA TRINCHERA 2	232
5.5.5	RIO MAULE 1.....	233
5.5.6	FARO CARRANZA 1.....	234
5.5.7	CARDONAL.....	235
5.6	OBJETIVO 6.....	237
5.6.1	BOYERUCA 2	237
5.6.2	LLICO 2.....	240
5.6.3	LA PESCA 1.....	243
5.6.4	LA TRINCHERA 2	246
5.6.5	RIO MAULE 1.....	249
5.6.6	FARO CARRANZA 1.....	252
5.6.7	CARDONAL.....	254
5.7	OBJETIVO 7.....	257
	ELABORAR LA DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL REQUERIDA SEGÚN NORMATIVA VIGENTE.....	257
6	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	264
7	CONCLUSIONES	275
8	BIBLIOGRAFÍA.....	278

TABLAS

TABLA 1. FICHA TÉCNICA CORRENTÓMETROS.	45
TABLA 2. METALES PESADOS DE CALIDAD DE AGUA.	46



TABLA DE CONTENIDO

TABLA 3. UNIDADES DE MUESTREO POR SUPERFICIE.....	48
TABLA 4. ENTREVISTAS CON MUNICIPALIDADES COSTERAS DE LA REGIÓN DEL MAULE.....	53
TABLA 5. ORGANIZACIONES ARTESANALES DISTRIBUIDAS POR CALETA DE PESCADORES.....	55
TABLA 6. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS EN LA COMUNA DE VICHUQUÉN.....	56
TABLA 7. SOLICITUDES CONCESIONES DE ACUICULTURA DE LA COMUNA DE VICHUQUÉN.....	56
TABLA 8. APE DE LA COMUNA DE VICHUQUÉN.....	56
TABLA 9. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA.....	58
TABLA 10. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA DE LICANTÉN.....	58
TABLA 11. SOLICITUDES CONCESIONES DE ACUICULTURA DE LA COMUNA DE LICANTÉN.....	59
TABLA 12. APE DE LA COMUNA DE LICANTÉN.....	59
TABLA 13. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA.....	61
TABLA 14. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA DE CUREPTO.....	61
TABLA 15. SOLICITUDES CONCESIONES DE ACUICULTURA DE LA COMUNA DE CUREPTO.....	62
TABLA 16. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA.....	64
TABLA 17. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA DE CONSTITUCIÓN.....	65
TABLA 18. SOLICITUDES CONCESIONES DE ACUICULTURA DE LA COMUNA DE CONSTITUCIÓN.....	66
TABLA 19. APE DE LA COMUNA DE CONSTITUCIÓN.....	66
TABLA 20. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA.....	69
TABLA 21. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA DE CHANCO.....	70
TABLA 22. SOLICITUDES CONCESIONES DE ACUICULTURA DE LA COMUNA DE CHANCO.....	71
TABLA 23. ORGANIZACIONES ARTESANALES POR CALETA.....	73
TABLA 24. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DE LA COMUNA DE PELLUHUE.....	74
TABLA 25. SOLICITUDES CONCESIONES DE ACUICULTURA DE LA COMUNA DE PELLUHUE.....	74
TABLA 26. LISTADO DE ORGANIZACIONES INTERESADAS EN DESARROLLAR ACUICULTURA.....	77
TABLA 27. PERSONAS ENTREVISTADAS.....	81
TABLA 28. SITIOS PROPUESTOS POR ENTREVISTADOS.....	84
TABLA 29. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE INTERÉS.....	85
TABLA 30. JERARQUIZACIÓN DE LOS SITIOS PROPUESTOS PARA APE.....	89
TABLA 31. JERARQUIZACIÓN DE LOS SITIOS PROPUESTOS PARA APE.....	93
TABLA 32. SITIOS SELECCIONADOS PARA MUESTREO AMBIENTAL	94



TABLA DE CONTENIDO

TABLA 33. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE BOYERUCA 2 (DATUM WGS-84, HUSO 18).....	97
TABLA 34. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE LLICO 2 (DATUM WGS-84, HUSO 18).....	97
TABLA 35. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE LA PESCA RIO 1 (DATUM WGS-84, HUSO 18).....	99
TABLA 36. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE LA TRINCHERA 2 (DATUM WGS-84, HUSO 18).....	99
TABLA 37. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE RÍO MAULE 1 (DATUM WGS-84, HUSO 18).....	101
TABLA 38. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE FARO CARRANZA 1 (DATUM WGS-84, HUSO 18).....	104
TABLA 39. COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y UTM VÉRTICES PROPUESTA APE CARDONAL (DATUM WGS-84, HUSO 18).....	106
TABLA 40. DIFERENCIACIÓN DE CULTIVOS EN LUGARES EXPUESTOS Y POCO EXPUESTOS.....	108
TABLA 41. CULTIVOS PROPUESTOS POR ENTREVISTADOS.....	109
TABLA 42. TIPOS DE CULTIVO, DISPONIBILIDAD DE TECNOLOGÍA, LUGAR MÁS ADECUADO Y COMPLEJIDAD DE SU DESARROLLO.....	110
TABLA 43. TABLA RESUMEN ENTREVISTADOS, LUGAR DE TRABAJO, ESPECIE QUE TRABAJAN Y ESPECIE QUE DESEARÍAN CULTIVAR.....	112
TABLA 44. SITIOS SELECCIONADOS, ESPECIE A CULTIVAR Y SISTEMA DE CULTIVO PRELIMINARES.....	116
TABLA 45. RANGO DE VARIABLES AMBIENTALES PARA CULTIVO.....	116
TABLA 46. ANÁLISIS DE LAS CINCO FUERZAS DE PORTER PARA LA APE.....	118
TABLA 47. CONSIDERACIONES TÉCNICAS CULTIVO DE <i>MYTILUS CHILENSIS</i> (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	122
TABLA 48. COSTOS DE INVERSIÓN PREOPERACIONALES PARA CULTIVO SUSPENDIDO DE <i>MYTILUS CHILENSIS</i> (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	123
TABLA 49. COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CULTIVO DE <i>MYTILUS CHILENSIS</i> (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	123
TABLA 50. CONSIDERACIONES TÉCNICAS CULTIVO DE <i>CRASSOSTREA GIGAS</i> (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	126
TABLA 51. COSTOS DE INVERSIÓN PARA CULTIVO SUSPENDIDO DE OSTRAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	126
TABLA 52. COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CULTIVO DE OSTRAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	126



TABLA DE CONTENIDO

TABLA 53. CONSIDERACIONES TÉCNICAS CULTIVO DE <i>GRACILARIA CHILENSIS</i> (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	128
TABLA 54. COSTOS DE INVERSIÓN PARA CULTIVO DE FONDO DE PELILLO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	128
TABLA 55. COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CULTIVO DE PELILLO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	128
TABLA 56. CONSIDERACIONES TÉCNICAS CULTIVO DE <i>LOXECHINUS ALBUS</i> (FUENTE: FIPA N° 2015-02).....	131
TABLA 57. COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CULTIVO DE <i>LOXECHINUS ALBUS</i> (FUENTE: FIPA N° 2015-02).....	132
TABLA 58. CULTIVO Y SISTEMA DE CULTIVO PROPUESTOS POR LA UNIDAD TÉCNICA DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS DE CPS.....	133
TABLA 59. SISTEMA DE CULTIVO, MÓDULOS TOTALES, INVERSIÓN TOTAL Y PRODUCCIÓN ESTIMADAS POR SITIO.	136
TABLA 60. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CLASIFICACIÓN TEXTURAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE (MM: MUESTRA MAR; MP: MUESTRA PLAYA Y MR: MUESTRA RÍO), FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA, 2003.	139
TABLA 61. FACTORES INCIDENTES, PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS Y CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL MAULE (FUENTE: CADE-IDEPE, 2004).	141
TABLA 62. CALIDAD DE AGUA PARA CUENCA DEL RÍO MAULE, TIPIFICADA COMO CLASE DE CALIDAD AMBIENTAL (FUENTE CADE-IDEPE, 2004).....	143
TABLA 63. MEDICIONES Y VALORES DE CONCENTRACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS CUANTIFICADOS EN DOS PUNTOS DE MUESTREO DE LA COLUMNA DE AGUA DE MAR.	146
TABLA 64. COORDENADAS UTM (M) DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA, SEDIMENTOS SUBMAREALES Y MACROFAUNA SUBMAREAL DE FONDOS BLANDOS.	149
TABLA 65. TODAS LAS MEDICIONES EN MG/L, EXCEPTO COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES (NMP/100 ML) Y PODER ESPUMÓGENO (MM).....	150
TABLA 66. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO BOYERUCA 2.....	155
TABLA 67. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO BOYERUCA 2.....	156
TABLA 68. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO BOYERUCA 2.....	157
TABLA 69. ESCALA DE FOLK	158



TABLA DE CONTENIDO

TABLA 70. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO BOYERUCA 2.....	159
TABLA 71. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO BOYERUCA 2....	160
TABLA 72. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO LLICO 2.....	165
TABLA 73. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO LLICO 2.....	166
TABLA 74. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO LLICO 2.....	167
TABLA 75. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO LLICO 2.....	168
TABLA 76. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO LLICO 2.....	169
TABLA 77. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO LA PESCA 1.....	173
TABLA 78. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO LA PESCA 1.....	174
TABLA 79. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO LA PESCA 1.....	175
TABLA 80. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO LA PESCA 1.....	178
TABLA 81. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO LA PESCA 1.....	179
TABLA 82. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO LA TRINCHERA 2.....	186
TABLA 83. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO LA TRINCHERA 2.....	187
TABLA 84. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO LA TRINCHERA 2.....	188
TABLA 85. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO LA TRINCHERA 2.....	189
TABLA 86. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO LA TRINCHERA 2.....	190
TABLA 87. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO RÍO MAULE 1.....	195
TABLA 88. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO RÍO MAULE 1.....	196
TABLA 89. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO RÍO MAULE 1.....	197
TABLA 90. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO RÍO MAULE 1.....	198
TABLA 91. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO RÍO MAULE 1....	199
TABLA 92. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO FARO CARRANZA 1.....	204
TABLA 93. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO FARO CARRANZA 1.....	205



TABLA DE CONTENIDO

TABLA 94. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO FARO CARRANZA 1.....	206
TABLA 95. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO FARO CARRANZA 1.....	207
TABLA 96. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO FARO CARRANZA 1.	208
TABLA 97. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA TOTAL DEL SEDIMENTO SITIO CARDONAL.....	213
TABLA 98. RESULTADOS DE MEDICIONES <i>IN SITU</i> DEL SEDIMENTO SITIO CARDONAL.....	213
TABLA 99. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO SITIO CARDONAL.....	215
TABLA 100. ABUNDANCIA POR ESTACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN EL SITIO CARDONAL.....	216
TABLA 101. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE COLUMNA DE AGUA SITIO CARDONAL.	217
TABLA 102. CLASIFICACIÓN DE CADA SITIO SELECCIONADO DE ACUERDO A LA RES. EX. N° 3612/09 Y SUS MODIFICACIONES	220
TABLA 103. UBICACIÓN FONDEO CORRENTÓMETROS.....	221
TABLA 104. FRECUENCIA VELOCIDADES POR ESTRATO	223
TABLA 105. FRECUENCIA DIRECCIÓN POR ESTRATO.....	223
TABLA 106. FRECUENCIA VELOCIDADES POR ESTRATO.....	227
TABLA 107. FRECUENCIA DIRECCIÓN POR ESTRATO.....	227
TABLA 108. COORDENADAS GEOGRÁFICAS, CURSO DE AGUA ASOCIADO AL SITIO Y FECHAS DE OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE LOS SIETE SITIOS CONSENSUADOS.....	229
TABLA 109. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y LÍMITE DE DETECCIÓN PARA CADA METAL PESADO MEDIDO EN LA COLUMNA DE AGUA.	230
TABLA 110. VALORES DE CONCENTRACIÓN (MG/L) POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD PARA LOS METALES PESADOS MEDIDOS EN LA COLUMNA DE AGUA DE BOYERUCA 2.....	230
TABLA 111. VALORES DE CONCENTRACIÓN (MG/L) POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD PARA LOS METALES PESADOS MEDIDOS EN LA COLUMNA DE AGUA DE LLICO 2.....	231
TABLA 112. VALORES DE CONCENTRACIÓN (MG/L) POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD PARA LOS METALES PESADOS MEDIDOS EN LA COLUMNA DE AGUA DE LA PESCA 1.....	232
TABLA 113. VALORES DE CONCENTRACIÓN (MG/L) POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD PARA LOS METALES PESADOS MEDIDOS EN LA COLUMNA DE AGUA DE LA TRINCHERA 2.....	233
TABLA 114. VALORES DE CONCENTRACIÓN (MG/L) POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD PARA LOS METALES PESADOS MEDIDOS EN LA COLUMNA DE AGUA DE RÍO MAULE 1.....	234
TABLA 115. VALORES DE CONCENTRACIÓN (MG/L) POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD PARA LOS METALES PESADOS MEDIDOS EN LA COLUMNA DE AGUA DE FARO CARRANZA 1.	235



TABLA DE CONTENIDO

TABLA 116. VALORES DE CONCENTRACIÓN (MG/L) POR ESTRATO DE PROFUNDIDAD PARA LOS METALES PESADOS MEDIDOS EN LA COLUMNA DE AGUA DE CARDONAL	236
TABLA 117. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE INICIO Y TÉRMINO DE TRANSECTAS.....	238
TABLA 118. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL. SECTOR BOYERUCA 2.....	238
TABLA 119. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE INICIO Y TÉRMINO DE LAS TRANSECTAS	241
TABLA 120. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL. SECTOR LLICO 2.....	241
TABLA 121. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TÉRMINO DE LAS TRANSECTAS.....	244
TABLA 122. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL. SECTOR LA PESCA 1.....	244
TABLA 123. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE INICIO Y TÉRMINO DE LAS TRANSECTAS	247
TABLA 124. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL. SECTOR LA TRINCHERA 2.....	247
TABLA 125. COORDENADAS GEOGRÁFICAS INICIO Y TERMINO DE LAS TRANSECTAS.....	250
TABLA 126. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL. SECTOR RÍO MAULE 1.....	250
TABLA 127. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE INICIO Y TÉRMINO DE LAS TRANSECTAS	253
TABLA 128. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL. SECTOR FARO CARRANZA 1.....	253
TABLA 129. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE INICIO Y TÉRMINO DE LAS TRANSECTAS.....	255
TABLA 130. RESULTADOS PROSPECCIÓN BANCO NATURAL. SECTOR CARDONAL.....	255
TABLA 131. VALORES UTILIZADOS PARA ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN PARA PELILLO CON SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO.....	259
TABLA 132. VALORES UTILIZADOS PARA ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN PARA OSTRAS.....	259
TABLA 133 – COORDENADAS Y SECTOR DE LOS MAREÓGRAFOS INSTALADOS EN RÍO MAULE.....	261
TABLA 134 - ANÁLISIS ARMÓNICO DE LOS MAREÓGRAFOS. *(A) CORRESPONDE A LA SUMA DE LOS TRES COMPONENTES	262
TABLA 135. CULTIVO PROPUESTO Y PRODUCCIÓN MÁXIMA ESTIMADA DE CADA SITIO SELECCIONADO.....	263
TABLA 136. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE ACEPTABILIDAD DE ACUERDO A LA RES. EX. N°3612 Y SUS MODIFICACIONES.....	267
TABLA 137. ASENTAMIENTOS HUMANOS ASOCIADOS CON LAS RIBERAS DE LOS CURSOS DE AGUA QUE ALBERGARON LOS SITIOS DE MUESTREO.	269

TABLA DE CONTENIDO

TABLA 138. TABLA RESUMEN DE LOS SITIOS SELECCIONADOS, RECURSO A CULTIVAR, PRODUCCIÓN MÁXIMA Y SISTEMA DE CULTIVO A IMPLEMENTAR.	274
--	-----

FIGURAS

FIGURA 1. ÁREA DE ESTUDIO DEL SECTOR COSTERO DE LA REGIÓN DEL MAULE.	36
FIGURA 2. ESQUEMA REFERENCIAL DEL SISTEMA DE FONDEO DE LOS EQUIPOS.	45
FIGURA 3. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE VICHUQUÉN, REGIÓN DEL MAULE.	57
FIGURA 4. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE LICANTÉN, REGIÓN DEL MAULE.	60
FIGURA 5. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE CUREPTO, REGIÓN DEL MAULE.	63
FIGURA 6. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE CONSTITUCIÓN (1), REGIÓN DEL MAULE.	67
FIGURA 7. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE CONSTITUCIÓN (2), REGIÓN DEL MAULE.	68
FIGURA 8. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE CHANCO, REGIÓN DEL MAULE.	72
FIGURA 9. OCUPACIONES TERRITORIALES COSTERAS, COMUNA DE PELLUHUE, REGIÓN DEL MAULE.	75
FIGURA 10. FOTOGRAFÍAS APLICACIÓN ENCUESTAS Y TERRENO (ENERO 2018).	79
FIGURA 11. ANÁLISIS DE CLUSTER, DONDE SE PRESENTA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SECTORES EN GRUPOS DE ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS.	92
FIGURA 12. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES, DONDE SE PRESENTA EL ORDENAMIENTO DE LOS SECTORES PROPUESTOS ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS.	93
FIGURA 13. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR DE BOYERUCA - LLICO.	96
FIGURA 14. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR DE LA PESCA Y LA TRINCHERA.	98
FIGURA 15. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR DEL RÍO MAULE.	100
FIGURA 16. SITIO OPCIONAL EN SECTOR LOS PELLINES.	102
FIGURA 17. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR FARO CARRANZA.	103
FIGURA 18. SITIOS OPCIONALES (EN AMARILLO) Y SITIOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS (EN ROJO) SECTOR CARDONAL.	105

TABLA DE CONTENIDO

FIGURA 19. CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA DE LONGLINE TÍPICO. A: CON CONOS; B: CON BOLSAS (FUENTE INFORME FINAL FIP N° 2013-24).	114
FIGURA 20. CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA DE CULTIVO DE FONDO. DONDE C: BANDEJAS DE FONDO, D: CABO ENTRE DOS MUERTOS, E: SISTEMA DE AMARRE CON PIEDRAS Y F: CULTIVO CON HORQUILLA Y BUZO (FUENTE INFORME FINAL FIP N° 2013-24).	115
FIGURA 21. MATRIZ FODA PARA APE.	120
FIGURA 22. VALORES DE VENTA REGISTRADOS PARA LA ESPECIE <i>MYTILUS CHILENSIS</i> EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS (FUENTE: IFOP).	125
FIGURA 23. VALORES DE VENTA REGISTRADOS PARA LA ESPECIE <i>AGAROPHYTON CHILENSE</i> EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS (FUENTE: IFOP).	130
FIGURA 24. REPRESENTACIÓN A COLOR DE LA CUENCA DEL MAULE. FUENTE DGA-MOP, 2018.	143
FIGURA 25. REPRESENTACIÓN BATIMETRÍA EXPLORATORIA DEL RÍO MAULE. FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA (2003).	145
FIGURA 26. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO BOYERUCA 2 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	154
FIGURA 27. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SECTOR DE BOYERUCA 2.	155
FIGURA 28. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO BOYERUCA 2.	161
FIGURA 29. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES E Y D, Y LAS ESTACIONES 1 Y 2, DEL SITIO BOYERUCA 2.	162
FIGURA 30. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO LLICO 2 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	163
FIGURA 31. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SECTOR DE LLICO 2.	164
FIGURA 32. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, Y ESTACIONES 1 Y 2 DEL SITIO LLICO 2.	170
FIGURA 33. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO LA PESCA 1 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	171
FIGURA 34. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SECTOR DE LA PESCA 1.	172
FIGURA 35. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C, D, ESTACIÓN 1 Y 2 DEL SITIO LA PESCA 1.	181
FIGURA 36. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 3, 4, 5, 6, 7 Y 8, DEL SITIO LA PESCA 1.	182

TABLA DE CONTENIDO

FIGURA 37. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 9 Y 10, DEL SITIO LA PESCA 1.	183
FIGURA 38. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO LA TRINCHERA 2 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	184
FIGURA 39. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SECTOR DE LA TRINCHERA 2.	185
FIGURA 40. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO LA TRINCHERA 2.	191
FIGURA 41. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES D, 1, 2 Y 3, DEL SITIO LA TRINCHERA 2.	192
FIGURA 42. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO RÍO MAULE (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	193
FIGURA 43. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SECTOR DE RÍO MAULE 1.	194
FIGURA 44. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO RÍO MAULE 1.	200
FIGURA 45. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6, DEL SITIO RÍO MAULE 1.	201
FIGURA 46. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO FARO CARRANZA 1 (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	202
FIGURA 47. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SECTOR DE FARO CARRANZA 1.	203
FIGURA 48. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO FARO CARRANZA 1.	209
FIGURA 49. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6, DEL SITIO FARO CARRANZA 1.	210
FIGURA 50. CAPTURA DEL PLANO BATIMÉTRICO Y DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL SITIO CARDONAL (PLANO COMPLETO SE INCLUYE EN EL ANEXO F).	211
FIGURA 51. FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO EN EL SECTOR DE CARDONAL.	212
FIGURA 52. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LOS VÉRTICES A, B, C Y D, DEL SITIO CARDONAL.	218
FIGURA 53. PERFILES DE OXÍGENO DISUELTOS, TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LA COLUMNA DE AGUA EN LAS ESTACIONES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6, DEL SITIO CARDONAL.	219
FIGURA 54. UBICACIÓN ESPACIAL CORRENTÓMETROS EN LA COSTA DE LA REGIÓN DEL MAULE.	221



TABLA DE CONTENIDO

FIGURA 55. VECTORES PROGRESIVOS. CAPAS SUPERFICIAL, MEDIO Y 1 M DEL FONDO. CONSTITUCIÓN.	224
FIGURA 56. DISTRIBUCIÓN VECTORIAL DE CORRIENTES. CAPAS SUPERFICIAL, MEDIO Y 1 M DEL FONDO. CONSTITUCIÓN.	225
FIGURA 57. VECTORES PROGRESIVOS. CAPAS 1 M DEL FONDO. CURANIPE.....	228
FIGURA 58. DISTRIBUCIÓN VECTORIAL DE CORRIENTES. CAPAS 1 M DEL FONDO. CURANIPE.....	228
FIGURA 59. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE BOYERUCA 2.....	237
FIGURA 60. BATIMETRÍA DEL POLÍGONO PARA PROPUESTA DE APE BOYERUCA 2.....	239
FIGURA 61. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE LLICO 2.....	240
FIGURA 62. BATIMETRÍA DEL POLÍGONO PARA LA PROPUESTA DE APE LLICO 2.....	242
FIGURA 63. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE LA PESCA 1.....	243
FIGURA 64. BATIMETRÍA DEL POLÍGONO PARA LA PROPUESTA DE APE LA PESCA 1.....	245
FIGURA 65. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE LA TRINCHERA 2.....	246
FIGURA 66. BATIMETRÍA DEL POLÍGONO PARA LA PROPUESTA DE APE LA TRINCHERA 2.....	248
FIGURA 67. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE RÍO MAULE 1.....	249
FIGURA 68. BATIMETRÍA DEL POLÍGONO PARA LA PROPUESTA DE APE RÍO MAULE 1.....	251
FIGURA 69. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE FARO CARRANZA 1.....	252
FIGURA 70. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS TRANSECTAS EN RELACIÓN AL POLÍGONO DE LA PROPUESTA DE APE CARDONAL.....	254
FIGURA 71. BATIMETRÍA DEL POLÍGONO PARA LA PROPUESTA DE APE CARDONAL.....	256

ANEXOS

A Minutas Reunión (digital).....	281
B Encuestas y Listado Contactos (digital).....	283
C Base de datos encuesta (digital).....	285
D Fichas Temáticas (digital).....	287
E Shape Sitios (digital).....	289



TABLA DE CONTENIDO

F	Resultados CPS y Metales (digital)	291
G	Banco Natural (digital)	293
H	Metadata (digital)	295
I	Personal participante por actividad (digital)	296
J	Informes Correntometria (digital)	297



1 Objetivo General

Efectuar estudios oceanográficos y de las condiciones ambientales para la prospección de sitios de interés en la VII Región del Maule, para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB.

2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

1. Identificar las organizaciones de pescadores artesanales susceptibles de realizar actividades de acuicultura de pequeña escala y solicitudes de acuicultura en AMERB en los sitios a prospectar.
2. Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VII Región del Maule.
3. Proponer el o los tipos de cultivo más acordes con los sectores determinados, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas y los policultivos y módulos de producción acordes con los sectores APE seleccionados.
4. Realizar los muestreos ambientales en terreno de Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), con la correspondiente recolección y procesamiento de datos, según corresponda, en conformidad con la normativa vigente.
5. Realizar muestreos de metales pesados (mercurio, plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico) en la columna de agua, en cada uno de los sitios o áreas concesibles.
6. Realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas presentes en cada sector, utilizando la normativa para determinar ausencia o presencia de recursos hidrobiológicos.
7. Elaborar la documentación ambiental requerida según el Reglamento Ambiental para la Acuicultura, D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 y sus modificaciones; la



Resolución (SUBPESCA) N° 3612 de 2009; el D.S N°15 de 2011 que aprueba el Reglamento de Registro de Personas Acreditadas para Elaborar los Instrumentos de Evaluación Ambiental y Sanitaria y las Certificaciones Exigidas por la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus Reglamentos y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S MINSEGRES N° 40 de 2012) y sus modificaciones, para el total de sitios propuestos, ubicados en la VII Región del Maule.



3 Antecedentes

Chile se ha convertido en uno de los principales países exportadores en los sectores de la pesca y la acuicultura, sin embargo, este logro no ha estado exento de dificultades, frente al agotamiento de los recursos marinos extractivos y los problemas de sostenibilidad en la industria de la acuicultura (Salazar *et al.*, 2018). En este contexto, el sector de la APE surge como una alternativa viable y sostenible, a modo de una actividad generadora de ingresos, con un importante papel en el logro de la seguridad alimentaria y el alivio de la pobreza (Salazar *et al.*, 2018).

El gobierno chileno reconoce la importancia de la APE en términos de su contribución a la producción, el empleo y el desarrollo de las comunidades pesqueras costeras, al distinguirla del sector de la acuicultura industrial en la Política Nacional de Acuicultura (PNA) (Salazar *et al.*, 2018), promulgada mediante el Decreto Supremo N° 125 del 2003 (SUBPESCA), determinándose de este modo los lineamientos y directrices requeridos para el desarrollo de la acuicultura en los ámbitos económico, ambiental, sanitario, de equidad, institucional, de investigación y capacitación. En el marco de las políticas asociadas a la equidad, se incluye el reconocimiento formal de la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) o Artesanal, destacándose que su importancia social y cultural debe tener un tratamiento diferenciado que conduzca a mejorar el acceso e igualdad de oportunidades para ejercer la actividad.

Una definición preliminar de la APE en Chile se puede encontrar en el proyecto FIP 2004-26 (Diagnóstico de la acuicultura de pequeña escala en Chile), que concluyó que los productores acuícolas a pequeña escala son microempresarios, con menos de 10 hectáreas en concesiones, que usan menos de cinco trabajadores y operan con bajos niveles de inversión y tecnología (Salazar *et al.*, 2018).

De acuerdo con lo indicado por la SUBPESCA¹, la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) es la actividad de cultivo de recursos hidrobiológicos realizada por micro y pequeñas empresas, según el Estatuto de Empresas de Menor Tamaño, del Ministerio de Economía,

¹ <http://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-92466.html>



Fomento y Turismo. Las Empresas de Menor Tamaño (PYME), según la Ley N° 20.416 de la Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción, se definen sobre la base de sus ingresos por ventas o servicios anuales (neto de IVA e impuestos específicos). De este modo, una Microempresa se corresponde con aquellas que tienen ingresos de hasta 2.400 UF; la Pequeña Empresa son aquellas con ingresos anuales mayores a 2400 UF y hasta 25.000 UF; mientras que la Mediana Empresa, son aquellas con ingresos anuales mayores a 25.000 UF y hasta 100.000 UF. El resto (con ventas superiores a 100.000 UF) son consideradas como Empresa Grande.

Según la SUBPESCA, actualmente existen cerca de 1.000 concesiones de superficie menor a seis hectáreas que calzan con el Estatuto Pyme, y además existen cerca de 100 concesiones cuyos titulares son organizaciones de pescadores artesanales. Dichas empresas y organizaciones se dedican principalmente a cultivar moluscos (choritos y ostión) y algas (pelillo), pero se ha detectado gran interés en aumentar la canasta acuícola, incorporando experimentalmente piures, erizos y diferentes tipos de algas. Cabe destacar, que en el ejercicio de la APE, no solo se consideran las concesiones de acuicultura, sino que también las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), en donde además de cultivo, se podrán desarrollar actividades de repoblamiento de especies hidrobiológicas de interés.

Recientemente, se promulgó la Ley N° 21.069 ² (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo), que crea el Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (INDESPA), que apoyará el desarrollo del sector pesquero artesanal y de la acuicultura a pequeña escala, a través de políticas, planes y programas que impulsen la actividad comercial y productiva de las caletas existentes en Chile. En dicho documento legislativo, particularmente en el Artículo 1, letra h), la APE se define como aquella actividad que tiene por objeto el cultivo y producción de recursos hidrobiológicos realizada por personas naturales, organizaciones de pescadores artesanales o personas jurídicas constituidas por pescadores artesanales, en conformidad a la ley.

² http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-99752_documento.pdf



Es importante señalar que, según el Artículo 11 de la Ley N° 21.069, los beneficiarios de las acciones desarrolladas o prestaciones otorgadas por el INDESPA deben corresponder a lo siguiente:

- a) Los pescadores artesanales con inscripción vigente en el Registro Pesquero Artesanal, a cargo del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
- b) Los acuicultores de pequeña escala que, de conformidad a la ley, cuenten con inscripción vigente en el registro que llevará el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
- c) Las organizaciones o personas jurídicas conformadas exclusivamente por pescadores artesanales o acuicultores de pequeña escala, legalmente constituidas. Los pescadores artesanales y los acuicultores de pequeña escala integrantes de organizaciones o personas jurídicas, deberán encontrarse inscritos en el registro pesquero artesanal o de acuicultura de pequeña escala, según corresponda.

En Chile, la acuicultura es una actividad que se ha desarrollado aceleradamente durante la última década, las exportaciones del subsector acuicultor representaron el 78,3% y 58,2% del valor y volumen total exportado a noviembre de 2016, respectivamente (SUBPESCA, 2017).

En 2016, se registró la operación de 2.188 centros de acuicultura en total, un 2% menos que el año 2015, que registró 2.237. No obstante, lo anterior, el número total de centros que presentaron cosechas fue de 1.211, lo que refleja un aumento del 5% en relación al año 2015, con un total de 1.050.117 toneladas cosechadas, cifra que representa una disminución del 12% con respecto a la cosecha del 2015. La cosecha de peces representó el 69% de la cosecha total, la cosecha de moluscos un 29% y la cosecha de algas un 1% (SERNAPESCA, 2016).

Las principales especies cultivadas en nuestro país son salmones, choritos, pelillo, ostiones y abalones.

El rápido crecimiento de la APE en Chile implica nuevos desafíos en términos de integración de este sector, como agentes productivos y activos en la cadena de valor de los alimentos; por lo tanto, es esencial promover las innovaciones, con el fin de comprender las capacidades potenciales en el desarrollo de la APE (Salazar *et al.*, 2018). En este sentido, la APE nacional, por ejemplo, posee un gran potencial en el desarrollo de la acuicultura orgánica, tal como se argumentó en el proyecto FIPA 2017-28 (Bases científico-Técnicas para la elaboración de las normativas asociadas al desarrollo de acuicultura orgánica en



Chile). En dicho proyecto se concluyó que la acuicultura orgánica nacional se ajustaría con mayor factibilidad con las iniciativas de Acuicultura a Pequeña Escala (APE), en base al cumplimiento de los principios generales de acuicultura orgánica, que se resumen en la integridad ambiental, salud y bienestar animal, inocuidad alimentaria y aspectos socioeconómicos (integración de la responsabilidad social). Lo anterior implica una gran oportunidad para los pueblos originarios, y en consecuencia para los territorios decretados como Espacios Costeros Marítimos para Pueblos Originarios (ECMPO).

Respecto a la actividad acuícola en la Región del Maule, el año 2017 no se registran concesiones de acuicultura respectivamente, pero sí existen solicitudes en trámite. A la fecha existían 32 solicitudes de concesión, de las cuales 7 corresponden a moluscos y las demás a cultivo de salmones.

La acuicultura constituye una oportunidad productiva real para las comunidades costeras y ribereñas, particularmente respecto a la diversificación del sector pesquero artesanal debido a las importantes bajas en los niveles de captura. Resulta relevante entonces, que las solicitudes que se encuentran en algún nivel de tramitación para el desarrollo de acuicultura de pequeña escala logren obtener sus permisos.

Para ello es necesario gestionar los apoyos y coordinaciones necesarias que les permitan cumplir pertinentemente con los requerimientos establecidos en la normativa vigente, particularmente del Reglamento de Concesiones de Acuicultura (D.S. MINECON N°290 de 1993) y sus modificaciones, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (D.S. MINECON N°320 de 2001) y sus modificaciones, y del Reglamento del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental (D.S. MINSEGPRES N°95 de 2001) y sus modificaciones. Asimismo, es relevante para una mejor gestión estatal lograr la obtención de datos ambientales de mayor cobertura y resolución, a fin de establecer, de la mejor forma posible, las condiciones ambientales de base al inicio de la operación de una concesión para el desarrollo de la acuicultura a pequeña escala.

El estado ha tratado de impulsar la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) y una de las iniciativas es el Estatuto de la Acuicultura de Pequeña Escala el cual permitirá que personas naturales, empresas individuales de responsabilidad limitada, personas jurídicas y organizaciones de pescadores artesanales puedan optar a sitios asignados para desarrollar actividades de acuicultura de pequeña escala.

De esta forma se ha desarrollado una serie de iniciativas como son diagnósticos del estado de la APE a nivel nacional (FIPA 2004-26), diseño de modelos de cultivo (FIPA 2015-02),



estudios de emplazamiento de APEs en distintas regiones (IFOP, 2015) y (UCSC, 2015). Así como también, la creación de diferentes programas de apoyo a la pesca artesanal y a la acuicultura a pequeña escala. En la actualidad, INDESPA cuenta con diversos concursos, enmarcados en un programa de fomento y desarrollo productivo, impulsados en conjunto con Subpesca. Para la región del Maule, cuenta con tres líneas de financiamiento para el año 2020, siendo la segunda de ellas, el repoblamiento o cultivo en AMERB o en concesiones de acuicultura, enfocada en estudios de seguimiento, gestión de cultivos y concesiones, y equipamiento e infraestructura para acuicultura de pequeña escala, con aportes que van entre los \$2 millones a \$40 millones.

En el presente informe se integra toda la información recopilada, generada y analizada durante el desarrollo de las actividades asociadas al logro de cada uno de los objetivos planteados para la presente iniciativa.



4 Metodología de Trabajo por Objetivo

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el proyecto, se llevarán a cabo cada una de las actividades incluidas en la Metodología de las Bases Técnicas de Licitación y a la propuesta técnica elaborada por Poch Ambiental S.A. (ahora WSP).

A continuación, se presenta el área de estudio y la metodología para cada una de las actividades por objetivo específico.

El área de estudio comprende el borde costero de la Región del Maule, desde su límite norte con la VI Región de O'Higgins (incluyendo laguna Boyeruca) hasta su límite sur con la VIII Región del Biobío (Figura 1).

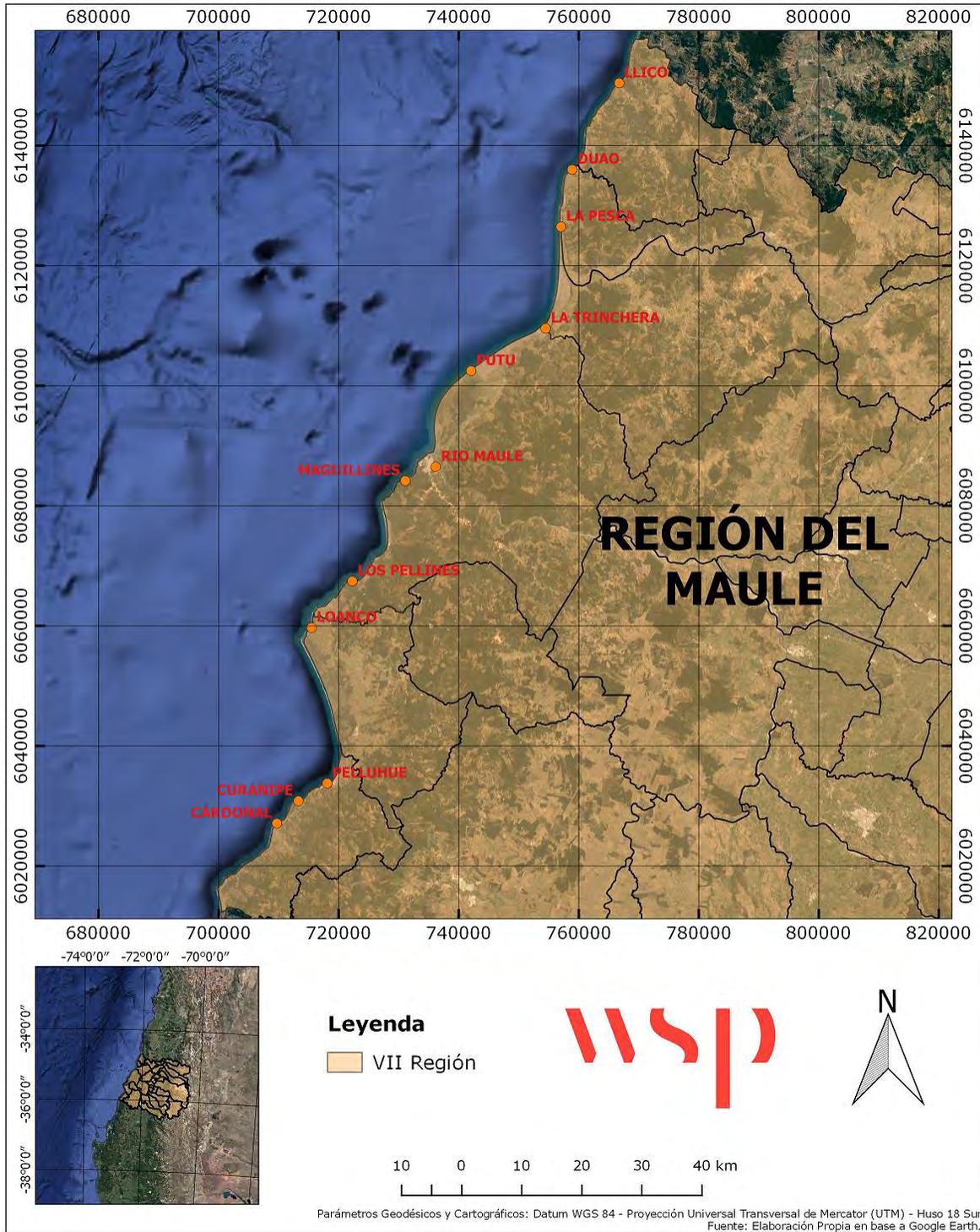


Figura 1. Área de estudio del sector costero de la Región del Maule.



4.1 Objetivo 1:

Identificación de organizaciones de pescadores artesanales susceptibles de realizar APE y solicitudes de acuicultura en AMERB en los sitios a prospectar

Con la finalidad de identificar las personas naturales, EIRL, personas jurídicas y organizaciones de pescadores artesanales susceptibles en realizar actividades de APE, se realizó un levantamiento de información para identificar las organizaciones de pescadores de la zona, que trabajen en las diferentes caletas, llevando a cabo entrevistas telefónicas y reuniones con distintas entidades gubernamentales como son SERNAPESCA, Dirección Zonal, Gobierno Regional, oficinas de pesca municipales, entre otras. A partir de la información recopilada, se generó una base de datos que permitió elaborar cartografía temática para utilizar posteriormente en las entrevistas con las diferentes comunidades y actores de cada sector.

4.2 Objetivo 2:

Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropiadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VII Región del Maule

A partir de la base de datos generada para el cumplimiento del Objetivo 1, se identificaron las organizaciones y personas susceptibles de realizar actividades de acuicultura de pequeña escala, para ser visitadas y entrevistadas con la finalidad de identificar su interés e inquietudes por desarrollar actividades de cultivo y sitios a evaluar.

Los sitios evaluados fueron identificados con coordenadas UTM referidas al Datum WGS-84, generando un base de datos en formato shape.

Se desarrollaron instrumentos de captura de información, encuestas y entrevistas, contactándose con los dirigentes de las organizaciones identificadas, con el fin de realizar reuniones y aplicar dichas herramientas para la obtención de información.



En base a los sitios identificados por el estudio FIP 2013-24 y al trabajo en terreno, se propuso el mayor número de sitios y beneficiarios posibles para el desarrollo de la acuicultura en los sectores. De esta forma se propusieron sitios a SUBPESCA, quién evaluó su pertinencia y viabilidad.

4.2.1 Entrevista a dirigentes y socios de las organizaciones

Se entrevistó a los dirigentes y socios de las organizaciones con el criterio muestral de bola de nieve y punto de saturación de la información. Se realizaron entrevistas semi-estructuradas que permitiesen estimar el interés y factibilidad de las organizaciones a desarrollar actividades de acuicultura, de acuerdo a los siguientes objetivos de la investigación:

- Caracterización de la organización
- Caracterización de la actividad realizada
- Identificación de áreas concesibles
- Tamaño de la organización
- Desarrollo de acuicultura de pequeña escala
- Tipo de recursos extraídos
- Descripción de la localidad en la que se inserta la organización.
- Asignación de valores a las variables que permitirán su clasificación.
- Antigüedad de la organización
- Vigencia de la directiva
- Periodicidad de las reuniones y temas tratados
- Registros de la asociación
- Cantidad de socios
- Relación con otras organizaciones o alguna de nivel superior (federación p.e.)
- Recursos productivos



- Tipo de maquinaria, o equipos con los que cuentan
- Como se costea la operación
- Principales fuentes de ingreso de los socios
- Conocimiento y preparación para implementar potenciales cultivos
-

4.2.2 Talleres y/o Entrevistas.

La finalidad de estos talleres fue presentar los posibles sitios, corroborando que fueran acordes con la realidad territorial, respecto de su accesibilidad y características técnicas. Así también, recabar información sobre la abundancia de los principales recursos bentónicos y potenciales recursos a cultivar, tipos de sustratos, geografía entre otros, en base a la experiencia de los pescadores que desarrollan actividades de acuicultura o AMERB en la región.

Dadas las condiciones estacionales en que se efectuó esta actividad (estival), no fue posible reunir un número de gente apropiado para realizar talleres, por lo que se optó por realizar las actividades planificadas mediante visitas individuales a los distintos actores, aplicando las encuestas diseñadas y entrevistas para ratificar información recopilada.

4.2.3 Selección de Sitios

En base a la información levantada de fuentes primarias (entrevistas en terreno con los involucrados) y secundarias (información recopilada en Objetivo 1), se sistematizó la información, se elaboró una base de datos, caracterizando los sitios propuestos de acuerdo con criterios definidos en las bases, los que incluyeron al menos los siguientes:

- A. Ubicación geográfica del sitio
- B. Accesibilidad
- C. Proximidad entre sitio y residencia de interesados
- D. Grado de vulnerabilidad del interesado
- E. Grado de comercialización de los productos
- F. Número de miembros beneficiarios de la organización



- G. Pertinencia productiva
- H. Infraestructura y equipamiento de apoyo existente para la acuicultura
- I. Capacitación o conocimiento previo de la actividad productiva acuícola
- J. Cohesión sindical

A partir de esta información, se desarrolló una matriz en que a cada criterio le fue asignado un puntaje o ponderación, de acuerdo con su grado de ocurrencia o resultado obtenido para cada sector en la cual se efectuaron encuestas. Los resultados de las encuestas fueron tabulados y ordenados, y luego transformados en variables ordinales, donde cada valor representó un estado de cada variable. Se efectuó una suma aritmética del estado de variable de cada sector. Y los sitios fueron ordenados de mayor a menor, obteniendo así un orden jerarquizado o ranking. En base a este ranking, se propusieron a SUBPESCA los sitios donde se propuso realizar las prospecciones de carácter ambiental, las CPS, el muestreo de metales y los estudios de Banco Natural.

De esta manera, quedó reflejado un orden que integrara *a priori* para cada sitio propuesto, las características intrínsecas que lo hiciesen atractivo para efectuar acuicultura a pequeña escala. Esta propuesta de sitios jerarquizados fue consensuada con SUBPESCA vía correo electrónico.

Con objeto de corroborar esta información y a fin de obtener una jerarquización desde una nueva perspectiva, parte de la información levantada en las encuestas fue utilizada para corroborar el ordenamiento de la información lograda con el primer método efectuado. Para ello, se efectuó un análisis multivariable sobre la matriz de información levantada. Previamente, se depuró la matriz obtenida durante la encuesta, combinando algunas variables, dejando sólo aquellas que más información o variabilidad aportaran a la evaluación, como uno de los requisitos para el análisis multivariable (Vivanco, 2009). La información cualitativa y cuantitativa obtenida de las encuestas, fue transformada en variables ordinales tal como lo sugiere Demey *et al.* 2011. En el caso de las variables ordinales, pueden considerarse como variables cuantitativas si la asignación del ranking no es aleatoria, sino que refleja en cierta forma una diferencia entre los estados de la variable (Demey *et al.* 2011). En este caso, todas las variables fueron tabuladas a juicio del consultor como 1, 2, 3, 4 y 5, correspondiendo 1 el estado de la variable con menor viabilidad para cultivo y el estado 5 al nivel óptimo.



Como método de clasificación, se aplicó el método jerárquico de Ward para generar una serie de particiones agrupadas (Alvarez-Vaz & Vernazza, 2017). El enfoque de este método consiste en descomponer la variación total en: (i) variación dentro de los grupos (intragrupal) y (ii) variación entre los grupos (intergrupal). Al estar frente a una partición dada, el método unirá aquellos grupos que produzcan el efecto de hacer mínima la variación intragrupal en la nueva partición (Alvarez-Vaz & Vernazza, 2017). Para estos cálculos se empleó el software PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Paralelamente, se utilizó una técnica de ordenamiento de componentes principales, herramienta que permitió jerarquizar los sitios propuestos de acuerdo al grado de contribución de las variables. El procedimiento aplicado fue análisis factorial exploratorio mediante el método de Análisis de Componentes Principales (ACP). Esta técnica permite reducir el número de variables de los datos originales, ya que busca el número mínimo de factores capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos (Pilar, 2002). Para este efecto, se transforma linealmente un grupo de variables relacionadas entre sí (en este caso los criterios de criticidad) en un grupo menor de variables (factores o componentes) no relacionados entre sí. Un grupo pequeño de factores no relacionados entre sí es más fácil de entender y utilizar que un número más amplio de variables relacionadas (Dunteman, 1989).

4.3 Objetivo 3:

Proponer el o los tipos de cultivo más acordes con los sectores determinados, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas y los policultivos y módulos de producción acordes con los sectores APE seleccionados.



4.3.1 Propuesta tipo de cultivos

Durante las entrevistas realizadas a las distintas organizaciones, se levantó información que permitiera identificar los recursos que los entrevistados quisieran cultivar en cada sitio identificado, cuya preferencia se basó principalmente en su propia experiencia y conocimiento de la zona.

Se propusieron tipos de cultivos teniendo en cuenta lo siguiente:

- A. Tipo de recursos que actualmente se cultivan en cada sector
- B. Especies nativas
- C. Ubicación posible, diferenciando entre zonas resguardadas de vientos y corrientes y zonas protegidas y expuestas
- D. Recursos que sean de interés comercial
- E. Cultivos que se puedan desarrollar con éxito según el conocimiento actual y capacidades de quienes pudiesen ser favorecidos
- F. Cultivos propuestos para la región en proyecto FIP 2013-24
- G. Módulos de producción adecuados
- H. El tipo de cultivo es rentable respecto a la tecnología que se debe utilizar
- I. Cultivos de interés para las distintas organizaciones y/o personas naturales

Finalmente se presentaron los sitios propuestos a la contraparte técnica, quien definió los sitios definitivos donde se realizarán las prospecciones.

4.4 Objetivo 4:

Realizar los muestreos ambientales en terreno de Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), con la correspondiente recolección y procesamiento de datos, según corresponda, en conformidad con la normativa vigente.



4.4.1 Recopilación información previa: Sedimentos, información físico-química, batimetría y columna de agua.

Se recopiló información referida a datos de sedimentos, información física y química, batimetría y columna de agua, a partir de monitoreos y estudios previos. Para lo anterior se consultó información disponible de SUBPESCA, SHOA, Gobierno Regional, Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA), estudios del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA,) Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), entre otros.

La información recopilada fue incorporada a la base de datos del proyecto bajo un esquema de almacenamiento que permita su fácil acceso e identificación, específicamente a través de la inclusión de metadatos suficiente asociada a cada conjunto de datos, de forma tal que permita el seguimiento posterior de la información.

La metadatos incluye información de las fuentes de los datos utilizados, fecha de realización de los estudios, valor hidrográfico, etc.

En el caso de las estaciones de medición de sedimentos y CTD-O se identificó la información temporal y espacial de su obtención, nombre del instrumental utilizado y cualquier otra información que permitió la evaluación e interpretación de los resultados obtenidos.

Se identificó cada estación de muestreo (medición de batimetría, estaciones sedimentológicas, etc.) como un set de datos individual, siendo almacenado en su propio archivo de texto junto a la metadatos necesaria para su identificación particular.

Respecto a la batimetría, esta información corresponde principalmente a cartografía náutica de los sitios de interés determinados en el presente estudio, batimetrías realizadas por cruceros internacionales, bases de datos públicas, modelos batimétricos basados en información satelital, etc.



4.4.2 Caracterización preliminar de Sitio (CPS).

La toma de muestras en terreno y el análisis de todos los parámetros ambientales, de acuerdo con los requerimientos descritos para una Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), se efectuó considerando como referente los términos de la Resolución 3612/2009 de SUBPESCA y sus modificaciones. Los muestreos ambientales se ejecutaron conforme a los requerimientos establecidos en el numeral 7 y 11 de dicha Resolución, tomando en cuenta la categoría de acuerdo al numeral 5.

4.4.3 Mediciones de corrientes.

Para la medición de velocidad y dirección de las corrientes, se utilizaron correntómetros eulerianos del tipo electromecánico de punto fijo, Innovex® modelo Stream 300-DI (Tabla 1), ubicados en línea a 3 profundidades: superficial (5 m de profundidad desde la superficie), a media agua y a 1 m del fondo (Figura 2), considerando que los sectores prospectados presentaron profundidades menores a 60 m.

Cada equipo posee una memoria interna y capacidad de almacenamiento suficiente de 30 o más días de medición continua, recolectando cada 10 minutos datos de velocidad y dirección de corrientes para cada profundidad. El correntómetro electromecánico posee una resolución de 0,2 cm/s. El punto de fondeo del equipo fue georreferenciado mediante un georreceptor satelital con una precisión menor a 10 m.

El dato de cada correntómetro, consistió en el valor promedio de mediciones efectuadas en 60 segundos. Este proceso lo realizó cada 600 segundos, durante los días que duró el presente estudio.

La ubicación de los equipos fue consensuada con SUBPESCA, la cual propuso 3 sitios para fondear los equipos dentro de la Región del Maule.

Una vez retirado cada equipo, se descargaron los datos almacenados en el data logger y se procesaron con el software ProcesaCorrientes v.2.0 Innovex®. De manera preliminar se realizaron análisis de frecuencias para la velocidad y dirección, gráficos de vectores progresivos y descomposición de vectores.

La información final fue procesada de acuerdo con la exigencia técnica señaladas en el apartado 3.3.2 de la Publicación SHOA N° 3201 "Instrucciones Oceanográficas".

Tabla 1. Ficha técnica correntómetros.

Ficha técnica Stream 300	
Resolución velocidad	0,2 cm/s
Precisión velocidad	2 cm/s
Sensibilidad velocidad	1,5 cm/s
Rango de velocidad	1,5 cm/s Up
Resolución dirección	1°
Precisión dirección	1°
Profundidad máxima	80 m
Peso	2,6 kg
Material	Delrin, PVC, inox
Memoria	64 kbytes
Autonomía baterías	90 días cada 10 min de registro

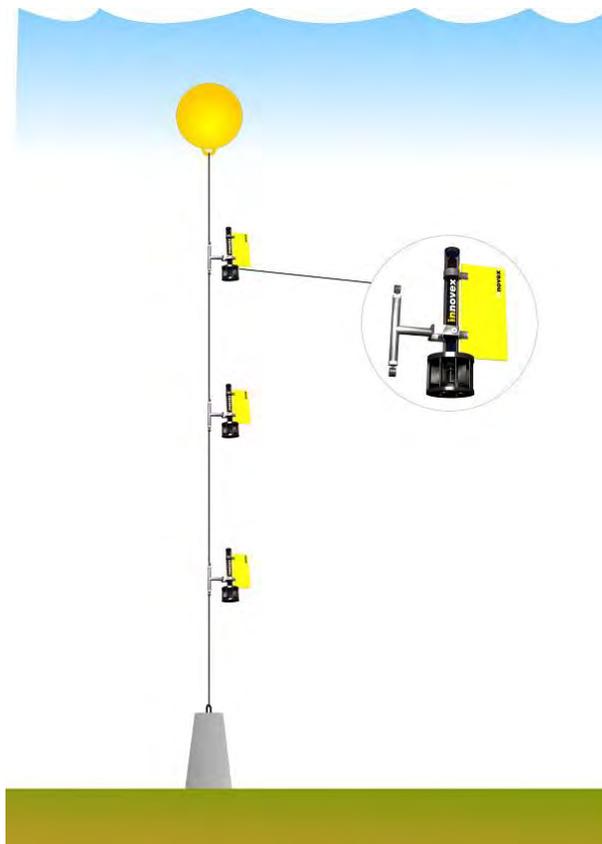


Figura 2. Esquema referencial del sistema de fondeo de los equipos.



4.5 Objetivo 5:

Realizar muestreos de metales pesados (mercurio, plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico) en la columna de agua, en cada uno de los sitios o áreas concesibles.

Con el fin de completar la caracterización ambiental de cada sitio, se recolectaron muestras de agua para la determinación de metales pesados, en estaciones dispuestas cada 2 hectáreas, cubriendo de este modo al menos el 50% de cada sitio a prospectar. En conjunto con SUBPESCA, se definió dos estratos de profundidad de muestreo en la columna de agua.

En cada una de las estaciones previamente georreferenciadas, las muestras de agua fueron recolectadas mediante una botella oceanográfica tipo Niskin. Una vez a bordo, las muestras fueron almacenadas en envases debidamente etiquetados y enviadas al laboratorio HIDROLAB (Santiago) para los respectivos análisis.

La metodología de análisis aplicada correspondió a la ICP-MS (Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo), basado en el Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012 (Tabla 2).

Tabla 2. Metales pesados de calidad de agua.

Parámetro	Unidad	Referencia Metodológica
Arsénico	mg/L	SM-3114 C
Cadmio	mg/L	SM-3120 B
Cobre	mg/L	SM-3120 B
Mercurio	mg/L	SM-3112 B
Plomo	mg/L	SM-3120 B
Zinc	mg/L	SM-3120 B

Los resultados obtenidos se integraron a la base de datos del proyecto, realizando el análisis correspondiente de cada sector.



4.6 Objetivo 6:

Realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas presentes en cada sector, utilizando la normativa para determinar ausencia o presencia de recursos hidrobiológicos.

Considerando las áreas aptas para la realización de actividades de acuicultura y su superficie de ocupación, se utilizó la metodología SUBPESCA definida por Resolución 2353/2010 modificada por Res. Ex. (SSPA) 387/2014.

4.6.1 Batimetría

Las líneas de sondaje se efectuaron perpendiculares a línea de costa, de manera de cubrir cada área solicitada. Para este fin, se utilizó una embarcación motorizada menor semirrígida y un artefacto de flotación deportiva individual (Stand Up Paddle), para las zonas someras de difícil acceso para la embarcación.

En los sectores más someros, se recorrió la superficie que cubre cada sitio sondeando con una “regleta” graduada y un equipo georreceptor satelital. La densidad de las líneas de barrido fue establecida según lo descrito en la Resolución N°2353, es decir, la distancia entre los puntos de medición no superó los 30 m. El sondaje se realizó con aguas calmas tanto en las zonas fluviales, y presencia de vientos suaves de magnitud despreciable. El equipo utilizado fue un ecosonda digital y navegador satelital Garmin® modelo ECHOMAP PLUS 62cv, con transductor de doble frecuencia y tecnología CHIRP.

Con la información obtenida en terreno, se elaboró un plano batimétrico en escala que varía dependiendo del tamaño de cada zona, considerando coordenadas geográficas decimales, en base al Datum WGS-84 y sondas reducidas al NRS, según Tablas de Marea de la Costa de Chile 2018 del SHOA.

4.6.2 Recolección de Datos Biológicos

Una vez determinada la superficie de muestro, se definieron unidades de muestreo correspondientes a transectas de 50 m de largo por 2 m de ancho (100 m²). El número de transectas dependió de la superficie muestreable, de acuerdo (Tabla 3).

Tabla 3. Unidades de muestreo por superficie.

Superficie muestreable (Há)	0,02-5	5,01-10	10,01-15	15,01-20	>20
Número de unidades de muestreo	2	3	4	5	6
Superficie total de unidades de muestreo (m ²)	200	300	400	500	600

Las transectas subacuáticas fueron dispuestas en forma perpendicular a la ribera y distribuidas adecuadamente para caracterizar cada zona de interés. Cada una fue demarcada con un cabo dispuesto sobre el lecho subacuático y señalizada mediante boyas en la superficie. En cada estación se realizó el conteo de los recursos hidrobiológicos con buzos especialistas. En los casos en que existió gran cantidad de recursos hidrobiológicos en cada una de las transectas definidas, para facilitar la estimación de los ejemplares, se dispusieron cuadrantes de 0,25 m² separados cada 5 metros, por lo que, aquellas especies con agregación menor fueron contabilizadas a lo largo de toda la transecta, y aquellas especies con agregación mayor, fueron contabilizadas dentro de los cuadrantes, tal como lo establece la Res.Ex. N°2353/10.

Las transectas se posicionaron empleando un GPS Garmin Modelo 62s. Las coordenadas geográficas de cada sitio de medición fueron referidas al Datum WGS-84 y se resumen en tabla adjunta en cada capítulo correspondiente a cada diferente sitio o sector estudiado.

4.6.3 Evaluación de Bancos Naturales de Recurso Hidrobiológicos

Como criterio de evaluación de los recursos hidrobiológicos se empleó el Índice Ponderado de Banco Natural de Recursos Hidrobiológicos Bentónicos (IPBAN), el cual indica si un determinado organismo se encuentra formando un banco natural en la zona.

Este índice se obtiene multiplicando la densidad del recurso hidrobiológico por la frecuencia de ocurrencia del mismo en las unidades de muestreo, por la superficie muestreable expresada en porcentaje. De lo anterior se tiene:



$$IPBAN = d \times f \times s$$

$$f = \frac{\text{Número de unidades de muestreo en que apareció el recurso}}{\text{Número total de unidades de muestreo utilizadas en cada sector}}$$

$$s = \frac{\text{Superficie Muestreable}}{\text{Superficie total del área de estudio}} \times 100$$

Donde:

- IPBAN: Índice Ponderado de Banco Natural de Recursos Hidrobiológicos Bentónicos.
- d: Densidad del recurso hidrobiológico.
- f: Frecuencia de ocurrencia del recurso en las unidades de muestreo.
- s: Superficie muestreable expresada en porcentaje.

El índice IPBAN obtenido para cada especie fue comparado con el valor máximo (IPBAN_{Max}) tabulado y señalado por SUBPESCA en la misma Resolución, donde si el valor estimado (IPBAN) es igual o superior al IPBAN_{Max} correspondiente, se considera como banco natural.



4.7 Objetivo 7:

Elaborar la documentación ambiental requerida según Normativa.

Esta actividad consiste en elaborar la documentación ambiental requerida según el Reglamento Ambiental para la Acuicultura, D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 y sus modificaciones; la Resolución (SUBPESCA) N° 3612 de 2009; el D.S N°15 de 2011 que aprueba el Reglamento de Registro de Personas Acreditadas para Elaborar los Instrumentos de Evaluación Ambiental y Sanitaria y las Certificaciones Exigidas por la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus Reglamentos y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S MINSEGRES N° 40 de 2012) y sus modificaciones, para el total de sitios propuestos.

De acuerdo al resultado de los antecedentes ambientales (CPS), a la producción y recurso que se determine óptimo para cultivar en cada sitio a prospectar conforme a lo obtenido de los objetivos anteriores, se determinará si se requiere el ingreso al SEIA, en virtud de lo señalado en la normativa vigente.

Si los proyectos requieren el ingreso al SEIA, se realizará la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del sector.

En caso contrario, es decir si los sectores propuestos para APE no ingresan al SEIA, se seguirá el procedimiento señalado en el numeral 10 de la Resolución (SUBPESCA) N° 3612 de 2009.



5 Resultados

5.1 Objetivo 1

Identificación de las organizaciones de pescadores artesanales susceptibles de realizar actividades de acuicultura de pequeña escala y solicitudes de acuicultura en AMERB en los sitios a prospectar

Como primera etapa del proyecto, se contactó a las entidades públicas relacionadas con las actividades a desarrollar por el proyecto, con objeto de obtener información base para el levantamiento en terreno. De este modo, se contactó y efectuaron entrevistas a posibles interesados en realizar actividades de APE en la Región del Maule. Esta información fue realizada a través de reuniones formales, reuniones mediante videoconferencias y contacto telefónico.

5.1.1 Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Central

Con fecha 19 de diciembre de 2017, se realizó reunión de inicio del Proyecto en las dependencias del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA) en la ciudad de Valparaíso, acordando los lineamientos del proyecto. Dentro del marco de la reunión (Anexo A Minuta de Reunión N° 1), SUBPESCA por intermedio del Sr. David Escobar, entregó un disco compacto con información correspondiente a:

- a) Cartografía VII Región (Archivo CAD)
- b) Shape de la VII Región.
- c) Archivos Excel:
 - SOLICITUDES_ORG_PA
 - REGISTRO AMERB VII REGION
 - Tabla Resumen Áreas APE FIP 2013-14 VII región



5.1.2 Dirección Zonal de Pesca V, VI y VII. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Reunión 8 de enero de 2018

La primera reunión de trabajo fue realizada con el Sr. Iván Céspedes, profesional a cargo de Acuicultura y Pesca Artesanal de las Regiones V, VI y VII. La reunión fue realizada por videoconferencia desde la Oficina Zonal de Pesca de SUBPESCA, en la ciudad de Puerto Montt.

Se señaló que en la VII Región se ha estado trabajando en APE, constituyéndose en esta zona en la primera red, donde ya se han financiado dos proyectos:

- Estudios realizados en VII Región con fondos SERCOTEC para zonas rezagadas (APE Chanco y Pelluhue).
- Estudio realizado para VII Región por INCAR sobre “Establecer las bases para el desarrollo sostenible de la Acuicultura a Pequeña Escala (APE) en la Región”.

Por otro lado, el profesional indicó que existen concesiones en trámite para los sectores de Boyeruca, Mataquito, Huenchullai y Chovellén, donde la primera de ellas presenta una alta actividad en los usos del borde costero; mientras que, en las restantes existe un bajo número de espacios concesibles.

Se propone el río Loanco, ya que no se han desarrollado con anterioridad iniciativas sobre acuicultura. Otros sectores corresponden a Bahía Chanco, río Maule y Llico (desembocadura lago Vichuquén). Es necesario consultar directamente en los sectores ubicados al norte de la región, correspondientes a las caletas Duao y Llico. Se indica que una propuesta de acuicultura podría ser el cultivo de lisa (*Mugil cephalus*).

Reunión 25 de enero de 2018

Se realizó una segunda reunión de trabajo, efectuada en las dependencias de la Dirección Zonal de Pesca ubicada en la ciudad de Constitución. En esta oportunidad, se revisaron los sitios y especies propuestas, de acuerdo al primer levantamiento que se estaba realizando en la zona, analizando el tipo de rompiente, la exposición y la especie a cultivar, donde se propusieron nuevos sitios: (i) Río Maule, para la siembra de choritos y cultivo de lisa; (ii) Sector el Barco, de la comuna de Putú, zona se ubica el naufragio de un barco, de manera



de crear un arrecife artificial donde se adhieran otras especies a las que ya se pueden encontrar, como por ejemplo choritos, piures y locos.

5.1.3 Oficinas de Pesca de las Municipalidades Costeras

Se realizaron diferentes llamados telefónicos a las municipalidades de las comunas costeras de la VII Región, de manera de contactar a las posibles Oficinas de Pesca que tuvieran información sobre personas y/o entidades en desarrollar APE en las diferentes localidades. Si bien se pudo contactar a la mayoría de las municipalidades, no hubo respuestas categóricas por parte de ellos; esta situación podría responder a la ausencia de una unidad o departamento específico a cargo de estos temas. Solamente la Municipalidad de Vichuquén posee un Departamento de Pesca, por lo que se pudo recopilar información de algunos posibles interesados en desarrollar actividades de APE. La Tabla 4 entrega el resumen de cada una de las entrevistas a las municipalidades.

Tabla 4. Entrevistas con Municipalidades costeras de la Región del Maule.

Municipalidad	Contacto	Síntesis Entrevista
Curepto /Dpto. SECPLAC	Bryan Robinson	Al llamar a la Municipalidad, se nos dirige al encargado de SECPLAC. Se le da a conocer los objetivos del proyecto, solicitándonos un correo (B.robinson@curepto.cl) con los antecedentes, el cual es remitido, sin tener respuesta finalmente.
Constitución /Encargada Organizaciones Comunitarias	Grany Guzmán	Se nos deriva con la encargada de organizaciones comunitarias, explicándole los objetivos del proyecto y la necesidad de contactarse con personas o instituciones que quisieran participar del proyecto. Se nos solicita enviar un correo electrónico (Grany.guzman@gmail.com), para que ella pueda distribuirlo al interior de la Municipalidad. No hubo respuesta finalmente.
Vichuquén /Encargado de Pesca	Marcelo Gálvez	Se realiza contacto con Municipalidad de Vichuquén, donde se nos deriva con el Sr. Marcelo Gálvez, Encargado del Departamento de Pesca. El Sr. Gálvez nos entrega información sobre contactos y propone realizar una reunión al momento de efectuar las actividades de terreno. Sin embargo, concluida esta actividad, no se logró concretar la reunión.
Licantén	Paola M.	Al llamar a la Municipalidad se nos deriva con la Srta. Paola M. J. que forma parte de la Casa del Emprendedor de la comuna. Se le da a conocer los objetivos del proyecto y nos solicita enviar la

Municipalidad	Contacto	Síntesis Entrevista
		información por correo (Paolitamj@hotmail.com). Finalmente, no hubo respuesta por parte de ella.
Chanco	Carlos Araya	Se contactó a PRODESAL, dada la inexistencia de una Oficina de Pesca. Se entregó información sobre algunas organizaciones de pescadores de la comuna.
Pelluhue	Secretaria Municipal	Se contactó con la secretaria de la Municipalidad, a la cual se le explicaron los objetivos del proyecto y se nos solicitó enviar información a los siguientes correos electrónicos: Alcalde@munipelluhue.cl ; administrador@munipelluhue.cl ; cmerino@munipelluhue.cl . Finalmente, no hubo respuesta de parte de ellos.

5.1.4 Identificación de organizaciones y ocupaciones territoriales costeras.

De acuerdo con la información recopilada en las distintas reuniones y entrevistas, para las comunas costeras de la Región del Maule, se identificó un total de 12 caletas pesqueras, albergando un total de 21 organizaciones de pescadores artesanales. Para esta misma área regional, se contabilizó un total de tres áreas para APE, 28 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y 32 solicitudes de Concesiones de Acuicultura (CCAA). A continuación, se detalla esta información sistematizada por comuna.

5.1.4.1 Comuna de Vichuquén

La comuna de Vichuquén se ubica en el límite norte de la VII Región. En el borde costero comunal se ubica solo una caleta pesquera: Llico. Está ubicada a aproximadamente 8 Km al sur de la localidad de Boyeruca, que comparte territorio entre la VI y VII Regiones, a través de la laguna homónima. A su vez, la Caleta Duao comparte territorio entre las comunas de Vichuquén y Licantén, aunque administrativamente pertenece a ésta última. Se contabilizó un total de cuatro organizaciones, de las cuales dos pertenecen a la caleta de Boyeruca y dos a Llico (Tabla 5). Además, cabe mencionar que el S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores de Libertad de Boyeruca pertenece a la Red APE de la VII Región.



Tabla 5. Organizaciones artesanales distribuidas por caleta de pescadores.

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Boyeruca	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores El Esfuerzo de Boyeruca	Carolina del Pilar Lara Ferrada ³
	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores de Libertad de Boyeruca	Rene Guillermo Gaete Molina
Llico	S.T.I. de Pescadores Artesanales y Afines Manuel Véliz	Cristian Santelices
	S.T.I. Buzos, Pescadores y Acuicultores Pdte. Balmaceda de Llico	Carlos Véliz

En cuanto a los usos territoriales de la comuna de Vichuquén, se contabilizó un total de cuatro AMERBs pertenecientes a cuatro organizaciones diferentes, donde se destaca el manejo de los siguientes recursos hidrobiológicos: Cochayuyo, Erizo, Chorito, Choro, Loco, Lapa Negra y Macha (Tabla 6; Figura 3). Por su parte existen dos solicitudes de concesiones en el sector de la laguna Boyeruca, perteneciente a dos organizaciones y cuyas especies a cultivar pertenecen a las siguientes especies de moluscos: Cholga, Chorito, Choro, Ostra Chilena y Ostra del Pacífico (Tabla 7; Figura 3). Estas solicitudes se encuentran en revisión por parte de los organismos sectoriales. Por último, en el mismo sector de laguna Boyeruca se encuentra un APE, cuyo código es el AA703 y posee como especie I al alga Pelillo y como especies II a Ostra Japonesa y Choro Zapato (Tabla 8; Figura 3)

³ Pertenece a la Red APE VII Región



Tabla 6. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos en la comuna de Vichuquén.

Nombre	Organización	Especies
Boyeruca-Llico	S.T.I. de Buzos y Pescadores Artesanales Libertad Boyeruca, VII Región	Sin información
Llico sector A	S.T.I. de Buzos, Pescadores y Acuicultores, Presidente Balmaceda de Llico	Chorito, Choro, Cochayuyo, Erizo, Loco y Macha
Llico sector B	Sindicato de Trabajadores Transitorios Manuel Véliz	Cochayuyo, Lapa Negra y Loco
Lipimávida	Agrupación de Pescadores de Orilla de Mar Bella Lipimávida	Sin Información

Tabla 7. Solicitudes Concesiones de Acuicultura de la comuna de Vichuquén.

Nombre	Nº Pert	Organización	Especies
Oeste de Laguna Boyeruca	211071001	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Libertad de Boyeruca	Cholga, Chorito, Choro, Ostra Chilena y Ostra del Pacífico
Este de Laguna Boyeruca	211071004	Sindicato El Esfuerzo de Boyeruca	Cholga, Chorito, Choro, Ostra Chilena y Ostra del Pacífico

Tabla 8. APE de la comuna de Vichuquén.

Nombre	Código	Especies
Boyeruca	AA703	Pelillo (Especie I) Ostra Japonesa y Choro Zapato (Especie II)

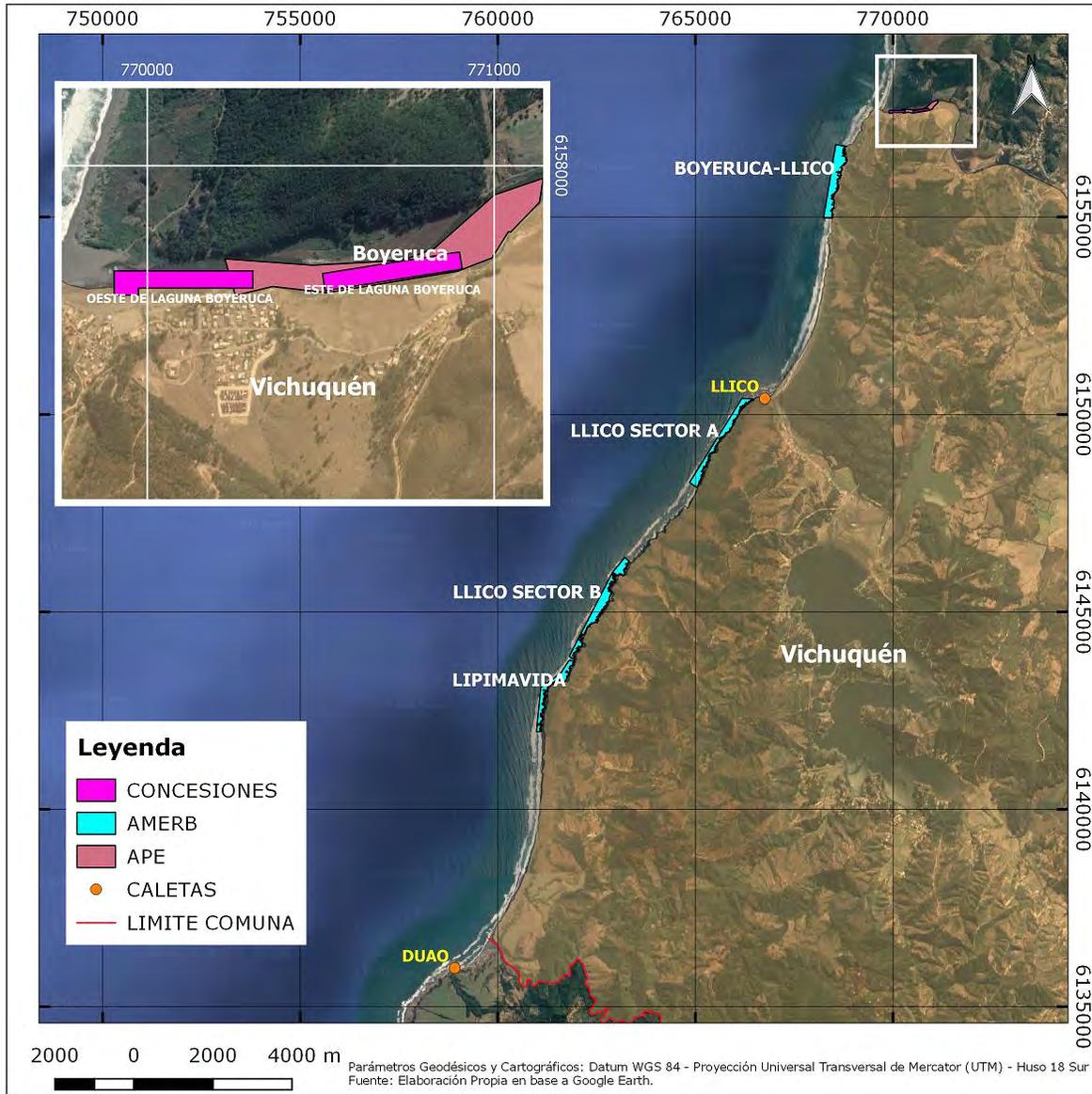


Figura 3. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Vichuquén, Región del Maule.

Fuente: Base de datos Subpesca

5.1.4.2 Comuna de Licantén

La comuna posee dos caletas, las cuales corresponden a Duao en el límite norte y La Pesca situada más al sur. Se contabilizó un total de tres organizaciones, de las cuales dos se encuentran en Duao y la tercera en caleta La Pesca (Tabla 9; Figura 4).

Tabla 9. Organizaciones artesanales por Caleta.

Caleta	Nombre de la organización	Contacto
Duao	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos y Ramas Afines Proa Centro de Duao	Miguel Ángel Correa
	S.T.I. Buzos Mariscadores y Pescadores Artesanales Mar Brava de Caleta Duao	Sin Información
La Pesca	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Mataquito La Pesca	Juan Carlos Jara Gutiérrez (Directivo) ⁴

En cuanto a los usos territoriales de la costa de la comuna de Licantén, se identificó tres AMERBs y el mismo número de organizaciones de pescadores, cuyas especies corresponden a Loco y Choro. Por otro lado, existe una sola solicitud de concesión de acuicultura, ubicada en la desembocadura del río Mataquito, cuyas especies a cultivar corresponden a Chorito, Choro y Ostra del Pacífico o Japonesa. Por último, existe un APE ubicado en la desembocadura del río Mataquito, denominada La Pesca y orientada al cultivo de Pelillo como Especie I y de Ostra Japonesa y Choro Zapato como Especies II (Tabla 10;

Tabla 11; Tabla 12; Figura 4).

Tabla 10. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna de Licantén.

Nombre	Organización	Especies
Duao	S.T.I. de Buzos, Mariscadores, Pescadores y ramos afines Proa Centro de Duao	Loco
La Pesca sector A	S.T.I. de Buzos y Pescadores Artesanales "Mataquito"	Choro
Duao sector B	S.T.I. Buzos Mariscadores y Pescadores Artesanales Mar Brava de Caleta Duao	Sin información

⁴ Pertenece a la Red APE VII Región



Tabla 11 .Solicitudes Concesiones de Acuicultura de la comuna de Licantén.

Nombre	Nº Pert	Organización	Especies
Desembocadura río Mataquito	217071009	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Mataquito D	Chorito, Choro, Ostra del Pacífico o Japonesa

Tabla 12. APE de la comuna de Licantén.

Nombre	Código	Especies
La Pesca	AA702	Pelillo (Especie I) Ostra Japonesa y Choro Zapato (Especie II)

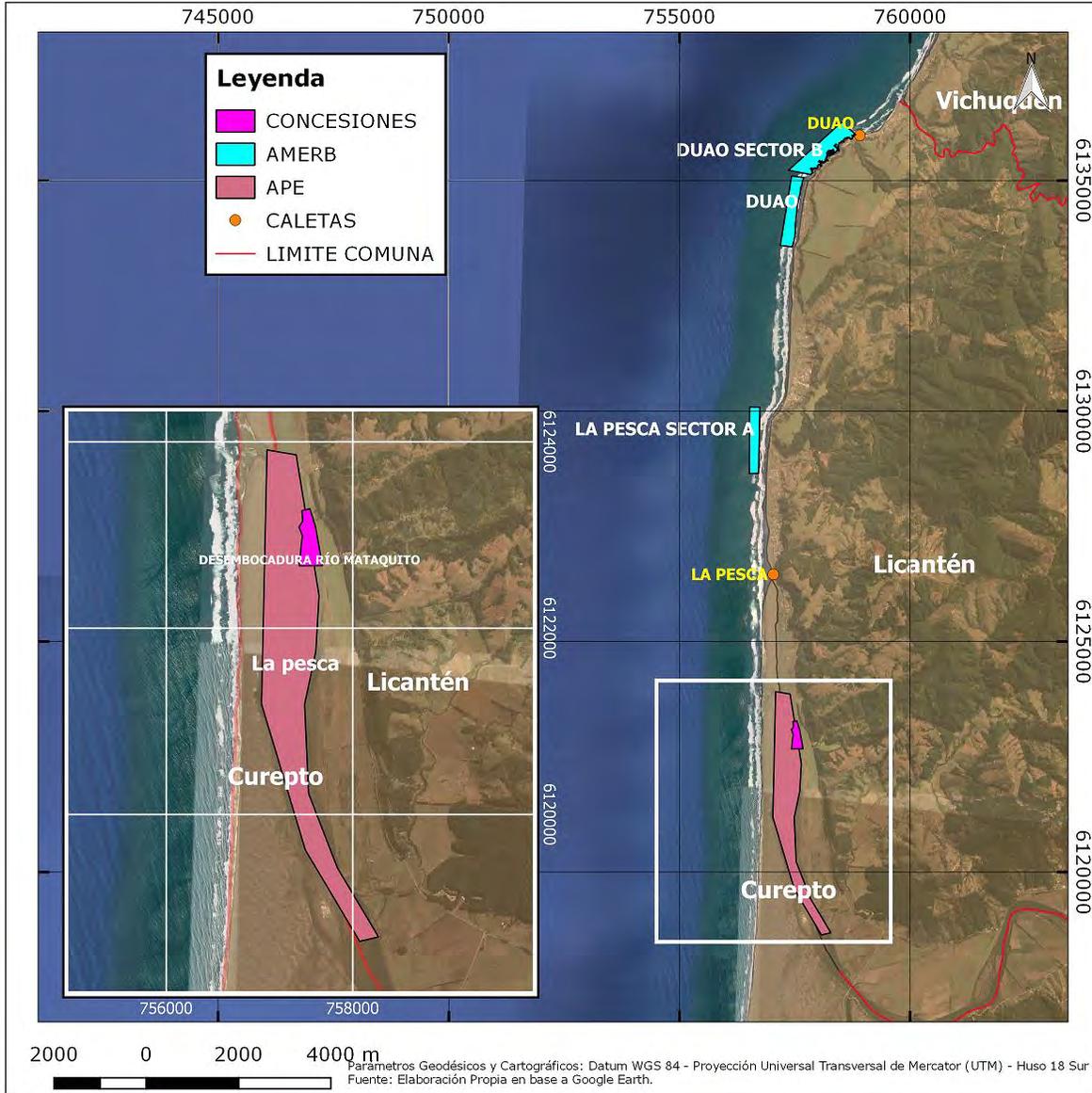


Figura 4. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Licantén, Región del Maule.

Fuente: Base de datos Subpesca



5.1.4.3 Comuna de Curepto

La comuna de Curepto presenta sólo una caleta, ubicada al sur del sector costero denominada La Trinchera (Figura 5). De acuerdo con la información recopilada con las entidades consultadas y los registros digitales, se identificó solo una organización denominada Organización de Pescadores, Mariscadores y Buzos Artesanales de La Trinchera y Putú (Tabla 13)

Tabla 13. Organizaciones artesanales por Caleta.

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
La Trinchera	Organización de Pescadores, Mariscadores y Buzos Artesanales de La Trinchera y Putú	María Elena Valenzuela Ávila (Presidenta)

El uso territorial costero de la comuna de Curepto, es comparativamente menor respecto de las restantes comunas costeras de la Región del Maule, presentando sólo una AMERB denominada la Trinchera y que ocupa gran parte del territorio, inclusive de la comuna de Constitución ubicada al sur. Por su parte posee tres solicitudes de concesiones de acuicultura, ubicada en los dos cursos fluviales que recorren la comuna: río Mataquito con dos concesiones (Cultivos Marinos Lago Yelcho SPA) y una concesión, ubicada en la desembocadura del río Huenchullami (S.T.I. Pescadores Artesanales Recolectores de Orilla N°2 Putú), cuyas especies a cultivar corresponden a las siguientes: Cholga, Chorito, Choro, Pelillo y ostreidos (Tabla 14;

Tabla 15;Figura 5).

Tabla 14. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna de Curepto.

Nombre	Organización	Especies
La Trinchera	Organización de Pescadores, Mariscadores y Buzos Artesanales de La Trinchera y Putú	Macha



Tabla 15. Solicitudes Concesiones de Acuicultura de la comuna de Curepto.

Nombre	N° Pert	Organización	Especies
Río Mataquito, al oeste de sector El Bosque	210071005	Cultivos marinos Lago Yelcho SPA	Cholga, Chorito y Choro
Río Mataquito, al suroeste de Quebrada El Médano	210071006	Cultivos marinos Lago Yelcho SPA	Cholga, Chorito y Choro
Desembocadura río Huenchullami	215071001	S.T.I. Pescadores Artesanales, Recolectores de Orilla N°2 Putú	Pelillo, Mitílicos y Ostreidos

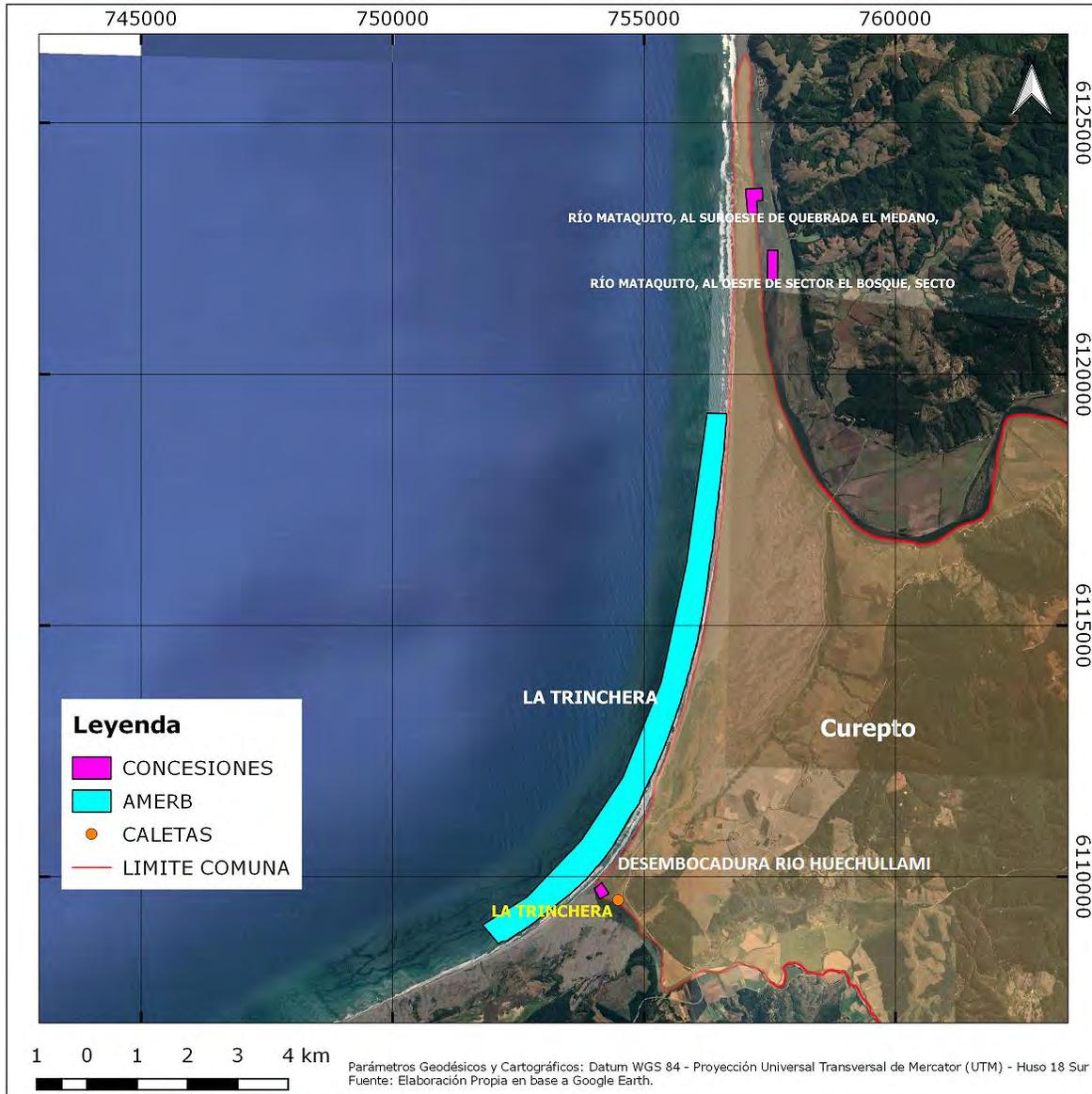


Figura 5. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Curepto, región del Maule.

Fuente: Base de datos Subpesca



5.1.4.4 Comuna de Constitución

La comuna de Constitución posee un total de cuatro caletas: Putú, Río Maule, Maguillines y Los Pellines. De acuerdo con los antecedentes entregados, se accedió a la información de tres organizaciones de tres de las cuatro caletas (Figura 6; Figura 7; Tabla 16).

Tabla 16. Organizaciones artesanales por Caleta.

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Putú (Río Huenchullami)	S.T.I. Pescadores Artesanales, Recolectores de Orilla, Buzos y Algueros N° 2 de Putú	Juan Carlos Gallegos (presidente) ⁵
Río Maule	S.T.I. Pescadores Artesanales y Ramas Similares del Río Maule	Claudio Osses
Los Pellines	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores y Algueros de Pellines	Rolando Alarcón

El uso territorial costero de la comuna de Constitución es bien diverso y se encuentra constituido por nueve AMERBs, distribuidas por todo el litoral expuesto, donde destaca el manejo de las especies Macha, Choro, Loco y Piure. Posee un total de siete solicitudes de Concesiones de Acuicultura frente a la costa y en los sectores donde se ubica el Área Apta para la Acuicultura (AAA), para el cultivo de salmones. Finalmente, posee una APE en la desembocadura del río Huenchullami, cuyas especies a cultivar corresponden a las siguientes: Cholga, Chorito, Choro, Pelillo y ostreidos (Tabla 17; Tabla 18; Tabla 19; Figura 6; Figura 7).

⁵ Pertenece a la Red de Acuicultura de Pequeña Escala VII Región



Tabla 17. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna de Constitución.

Nombre	Organización	Especies
Arenal sector B	S.T.I. Mariscadores de Orilla de Constitución	Sin Información
El Barco	S.T.I. de Pescadores Artesanales, Recolectores de Orilla, Buzos y Algueros N°2 Putú	Sin Información
Maguillines sector D	S.T.I. Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores "Puerto Maguillines"	Sin Información
Playa Maguillines	Sindicato de Mariscadores, Buzos y Algueros de Constitución El Arenal	Sin Información
Putú	S.T.I. de Pescadores y Mariscadores Artesanales	Macha
Pellines	S.T.I. Pescadores Artesanales Buzos Mariscadores y Algueros de Pellines	Choro, Loco y Piure
Maguillines sector C	S.T.I. Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores "Puerto Maguillines"	Sin Información
Maguillines sector B	S.T.I. Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores "Puerto Maguillines"	Sin Información
Peñón de Papirua	S.T.I. Pescadores Artesanales Buzos Mariscadores y Algueros de Pellines	Sin Información



Tabla 18. Solicitudes Concesiones de Acuicultura de la comuna de Constitución.

Nombre	N° Pert	Organización	Especies
Oeste de Cabo Humos, Sector 2	212071001	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Suroeste de Punta Maguellín	211071025	Chilean Aquaculture S.A.	Salmones
Noreste de Punta Parrón, Sector 5	211071010	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Suroeste de Laguna Llau, Sector 3	211071008	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Oeste de Estero Malhueco, Sector 4	211071009	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Oeste de Punta Parrón	217071008	Pesquera Cabo Deseado S.A.	Salmones
Suroeste de Laguna Llau	217071014	Salmoconcesiones XI Region S.A.	Salmones

Tabla 19. APE de la comuna de Constitución.

Nombre	Código	Especies
Rio Huenchullami	AA701	Pelillo (Especie I) Ostra Japonesa y Choro Zapato (Especie II)

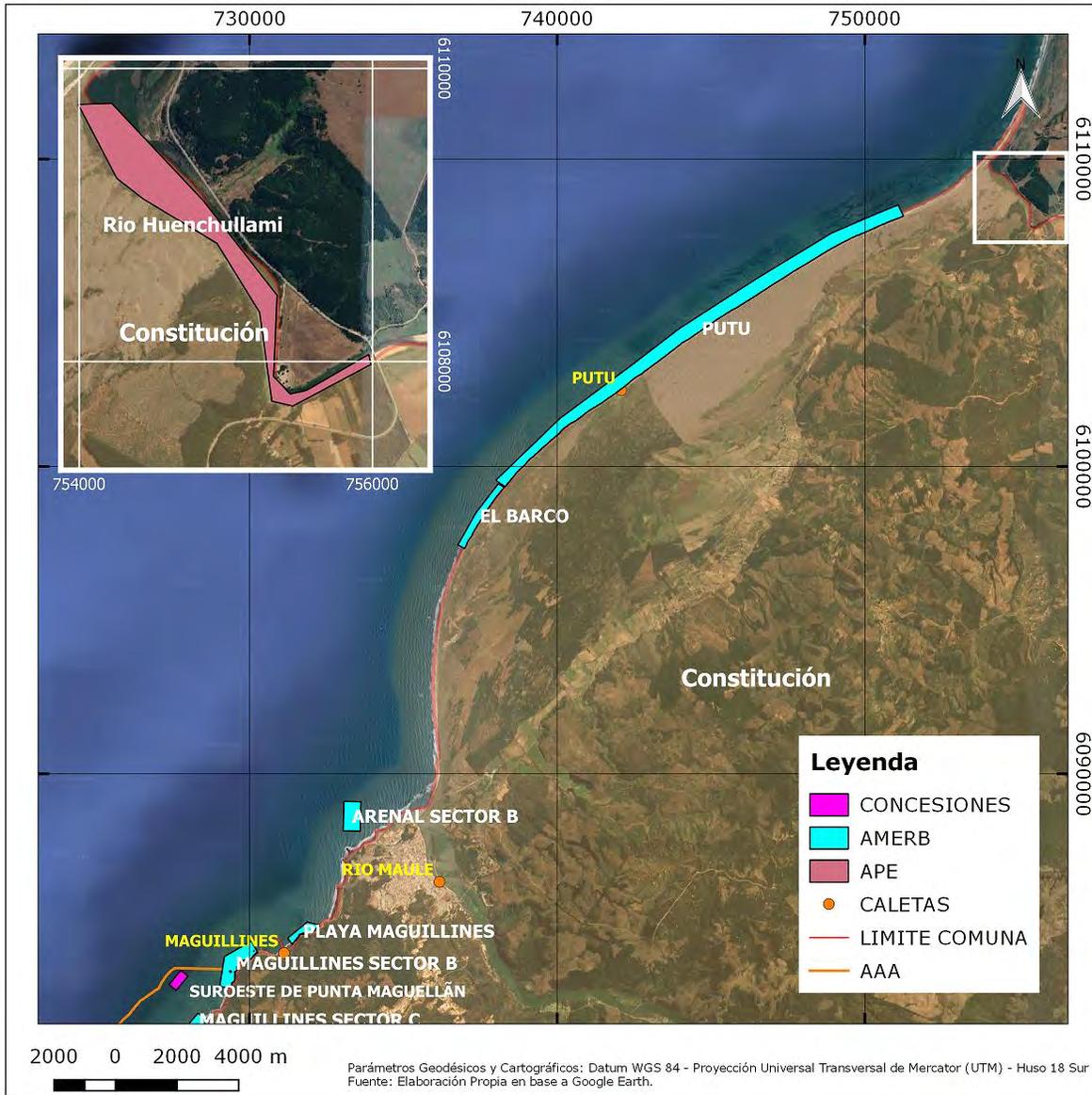


Figura 6. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Constitución (I), Región del Maule.

Fuente: Base de datos SUBPESCA

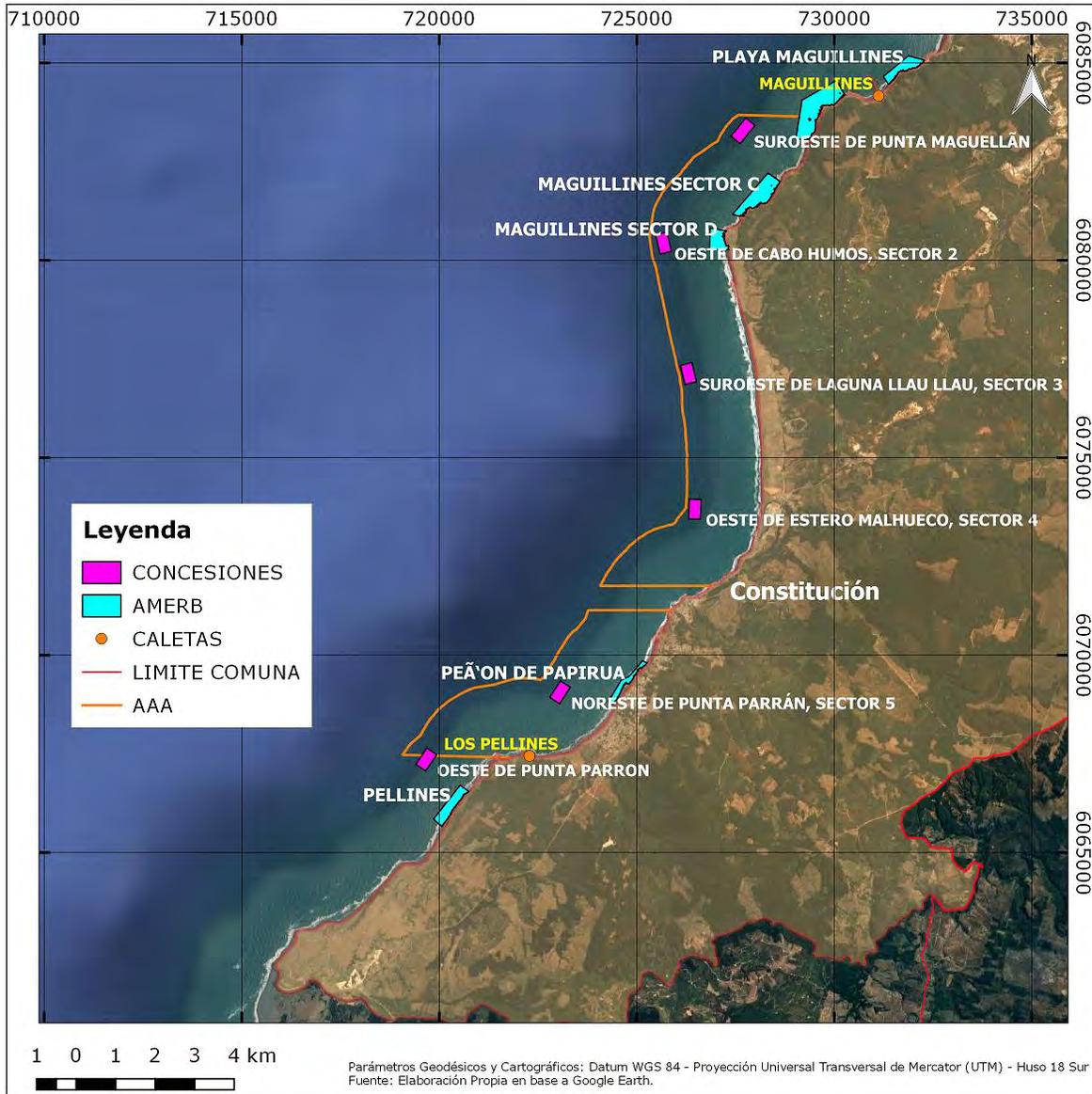


Figura 7. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Constitución (2), Región del Maule.

Fuente: Base de datos SUBPESCA

5.1.4.5 Comuna de Chanco

La comuna de Chanco posee sólo una caleta denominada Loanco y ubicada cercana al límite norte. De acuerdo con los antecedentes recopilados, existen tres organizaciones de pescadores artesanales (Figura 8; Tabla 20).

Tabla 20. Organizaciones artesanales por Caleta.

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Loanco	Organización Funcional Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores Loanco de la comuna de Chanco	Oscar Muñoz
	S.T.I. Pescadores Artesanales, Acuicultores y Mariscadores de Orilla de Loanco	Mirella Muñoz
	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores, Algueros, Acuicultores y actividades conexas de la caleta Loanco	Narciso Moraga
	Sindicato Caleta Monolito ⁶	Jorge Letelier
	Sindicato Mariscadores de Orilla ⁴	David Araya
	Sindicato Mariscadores Loanco ⁴	Elías Araya Muñoz

El uso territorial del borde costero está dado por un total de cinco AMERBs donde las principales especies manejadas corresponden a los moluscos Loco, Lapa Frutilla o Rosada, Lapa Negra, Cholga y Choro; Erizo, Jaiba y Piure (Tabla 21). En cuanto a las concesiones de acuicultura, existen un total de 13 solicitudes a lo largo de la costa, tanto dentro como fuera de las AAA definidas (Tabla 22). No existen APEs actualmente en la zona.

⁶ Información entregada por la Municipalidad de Chanco.



Tabla 21. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna de Chanco.

Nombre	Organización	Especies
Santos del Mar	S.T.I. de Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores, Algueros Acuicultores y actividades conexas de Caleta Loanco	Sin información
Reloca	Sindicato de Buzos y Pescadores Artesanales N°2 de Curanipe	Sin información
Faro Carranza	Organización Comunitaria Funcional Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores Loanco	Loco
Cerrillos	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores y ramas similares de Pelluhue	Erizo, Lapa Frutilla o Rosada, Lapa Negra y Loco
Loanco	S.T.I. de Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores, Algueros Acuicultores y actividades conexas de Caleta Loanco	Cholga, Choro, Erizo, Jaiba, Lapa, Loco y Piure



Tabla 22. Solicitudes Concesiones de Acuicultura de la comuna de Chanco.

Nombre	N° Pert	Organización	Especies
Bahía Chanco, al oeste de Río Reloca, sector 8	212071006	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Suroeste de Estero Puchamán, sector 10	212071004	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Bahía Chanco, al oeste de Río Rahue, sector 11	212071003	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Bahia Chanco, al noroeste de Las Arenas	216071001	Sociedad Comercial Pacific Ocean Limitada	Salmones
Centro Bahia Chanco	216071002	Sociedad Comercial Pacific Ocean Limitada	Salmones
Suroeste de Punta La Vieja	216071003	Sociedad Comercial Pacific Ocean Limitada	Salmones
Oeste de Estero Reloca	217071004	Pesquera Cabo Deseado S.A.	Salmones
Suroeste de Cabo Carranza	217071006	Pesquera Cabo Deseado S.A.	Salmones
Bahia Chanco	217071007	Pesquera Cabo Seseado S.A.	Salmones
Bahia Chanco, al suroeste de Punta La Vieja, sector 6	217071010	Sociedad comercial pacific ocean limitada	Salmones
Bahia Chanco, sector 5	217071012	Sociedad comercial pacific ocean limitada	Salmones
Oeste de Punta Chovellén	217071011	Sociedad comercial pacific ocean limitada	Salmones
Bahia Chanco, al oeste de Río Reloca	217071013	Salmoconcesiones xi region s.a.	Salmones

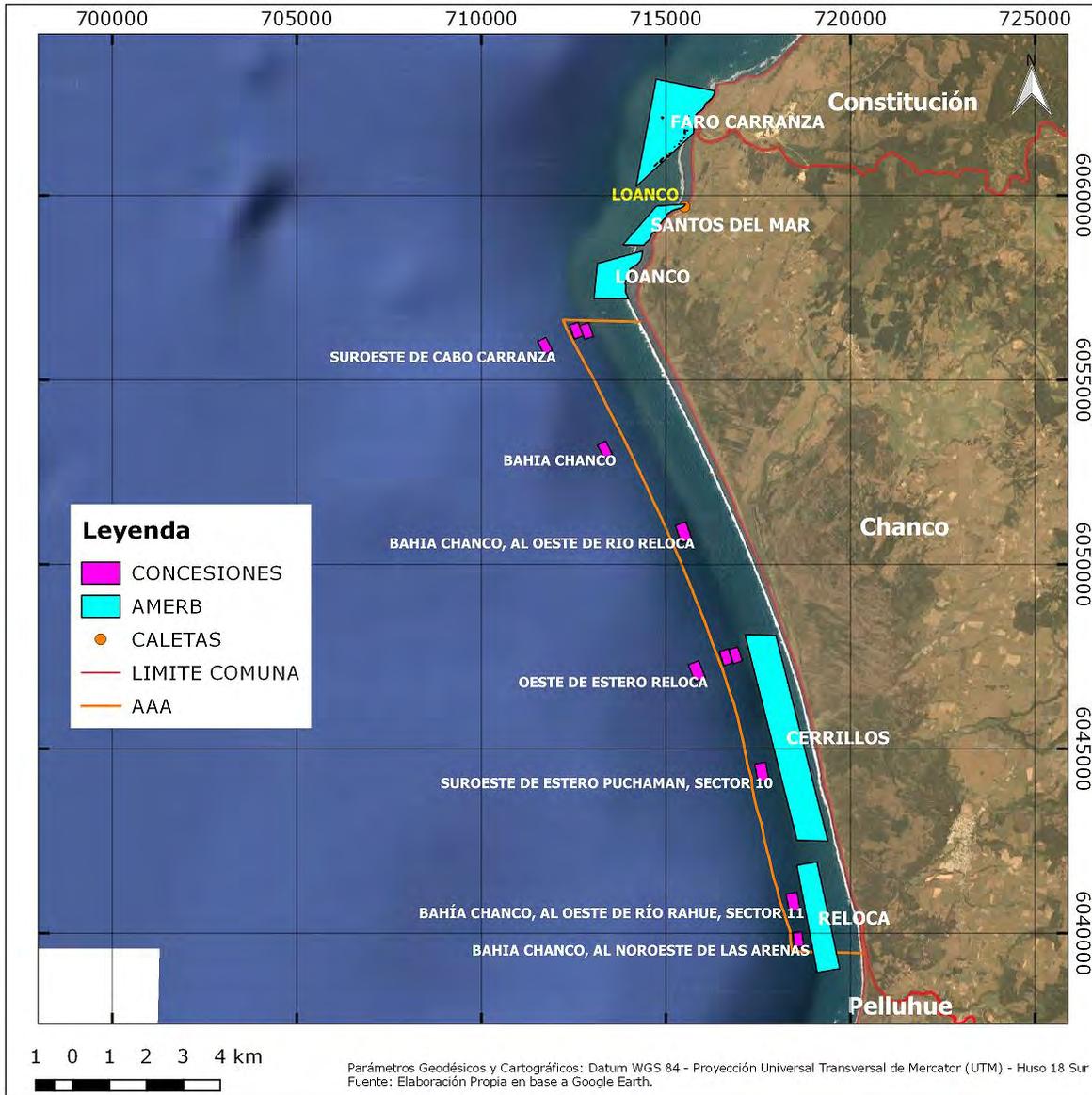


Figura 8. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Chanco, Región del Maule.

Fuente: Base de datos SUBPESCA

5.1.4.6 Comuna de Pelluhue

La comuna de Pelluhue se encuentra conformada por tres caletas: Pelluhue, Cardonal y Curanipe, existiendo una cuarta denominada Mariscadero, pero que comparte espacio con la localidad de Pelluhue. Se tuvo acceso a cuatro organizaciones para su posterior entrevista, donde el S.T.I. de Algueros, Acuicultores y Recolectores de Orilla de Caleta Cardonal es el único que pertenece a la Red APE Región del Maule.

Tabla 23. Organizaciones artesanales por Caleta.

Caleta	Nombre de la Organización	Contacto
Cardonal	S.T.I. de Algueros, Acuicultores y Recolectores de Orilla de Caleta Cardonal	Juan Carlos Vega ⁷
Curanipe	S.T.I. Buzos y Pescadores Artesanales de Curanipe de la comuna de Pelluhue provincia de Cauquenes	Claudio Vera
Pelluhue	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores y Ramos Similares de Pelluhue	Froilán Recabal
Mariscadero	S.T.I. de Buzos Mariscadores y Recolectores de Orilla de Caleta el Mariscadero	Hernán Peñaloza

El uso territorial del borde costero está dado por un total de seis AMERBs, ocupando un extenso territorio costero de la comuna. La AMERB Pelluhue-Nugurne es la más extensa, ocupando una franja de aproximadamente 21 km de norte a sur, perteneciente a la organización S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores y Ramas Similares de Pelluhue (Figura 9). Las especies declaradas para el manejo de las AMERBs corresponden a las siguientes: Cochayuyo, Loco, Lapa Negra, Almeja, Locate, Trumulco, Cholga, Choro, Piure y Jaiba (Tabla 24). Existen a su vez seis solicitudes de concesiones de acuicultura, de las cuales 5 corresponden a salmones y una para moluscos en la desembocadura del Río Chovellén en Cardonal (Tabla 25).

⁷ Pertenece a la Red APE Región del Maule.



Tabla 24. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la comuna de Pelluhue.

Nombre	Organización	Especies
Punta Nugurne	Sindicato de buzos y pescadores artesanales de Curanipe	Sin información
Curanipe	Sindicato de Buzos y Pescadores Artesanales de Curanipe	Cochayuyo y loco
Cardonal sector B	S.T.I. de Algueros, Acuicultores y Recolectores de Orilla de Caleta Cardonal.	Cochayuyo, Lapa Negra, Loco y Piure
Mariscadero	Sindicato de Buzos Mariscadores y de Recolectores de Orilla de la Caleta Mariscadero	Almeja, Choro, Loco y Piure
Pelluhue	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores y ramas similares de Pelluhue	Caracol Locate, Caracol Trumulco, Cholga, Choro, Jaiba, Lapa, Loco y Piure
Pelluhue-Nugurne	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores y ramas similares de Pelluhue	Sin información

Tabla 25. Solicitudes Concesiones de Acuicultura de la comuna de Pelluhue.

Nombre	N° Pert	Organización	Especies
Río Chovellén, sector El Cardonal	211071005	Sind. Trab. Caleta Cardonal	Moluscos
Oeste de Punta Gaviota, sector 14	211071019	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Noreste de Punta Gaviota, sector 13	211071018	Salmoconcesiones S.A.	Salmones
Norte Rada de Curanipe	217071002	Pesquera Cabo Deseado S.A.	Salmones
Suroeste Rada Pelluhue	217071003	Pesquera Cabo Deseado S.A.	Salmones
Oeste de Punta Chovellen	217071005	Pesquera Cabo Deseado S.A.	Salmones

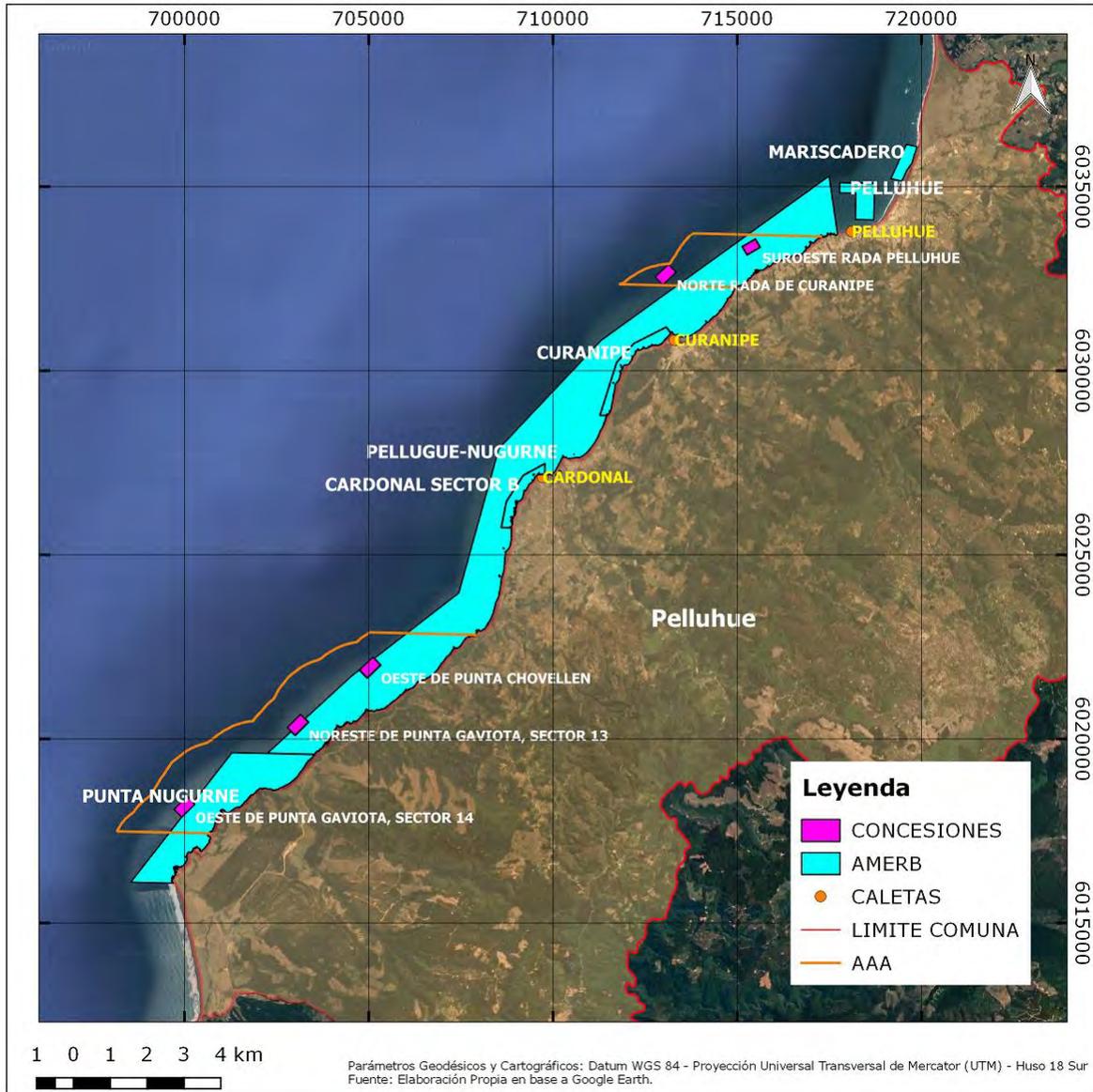


Figura 9. Ocupaciones territoriales costeras, comuna de Pelluhue, Región del Maule.

Fuente: Base de datos SUBPESCA



5.1.4.7 Reuniones y entrevistas con Organizaciones e interesados en desarrollar APE en la VII región

Como primer acercamiento a las organizaciones, se procedió a contactarlas vía telefónica con la información entregada por las distintas entidades consultadas anteriormente, de manera de dirigir el levantamiento en terreno de las localidades donde se podría realizar APE. Debido a la dificultad de contactar telefónicamente a todas las organizaciones, debido a que los números se encontraban desactualizados o las personas no se encontraban en sus localidades respectivas, se procedió a complementar dicha información con un levantamiento en terreno, considerando talleres informativos para las organizaciones interesadas o simplemente realizar encuestas de manera personal.

Esta actividad se ejecutó la segunda quincena de enero de 2018, recorriendo todo el borde costero de la Región del Maule, considerando las caletas descritas y tratando de contactar a cada una de las organizaciones detalladas en el mismo capítulo.

Al realizar el levantamiento de información en terreno mediante visitas a caletas y sectores de interés, se confirmó en las entrevistas que solo tres organizaciones poseían conocimientos sobre APE, particularmente experiencia en el cultivo de Pelillo (*Gracilaria chilensis*) y Ostras (*Crassostrea gigas*): S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores El Esfuerzo de Boyeruca; S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Mataquito La Pesca y S.T.I. Pescadores Artesanales, Recolectores de Orilla, Buzos y Algueros N° 2 de Putú.

En relación con el cultivo de Pelillo, esta actividad se encuentra en etapa experimental y para el cultivo de Ostras enfocado al mercado local. La mayoría de las personas entrevistadas relacionaban la acuicultura con la producción de salmones y choritos.

En esa misma visita a terreno y luego de explicarles a las organizaciones de que se trataba la APE, se discutieron los posibles sitios de interés para la realización de esta actividad. De las entrevistas realizadas se puede sintetizar y en base a las respuestas entregadas por los entrevistados, que en términos generales existe interés por realizar actividades de acuicultura.

En la Tabla 26, se proporciona el nombre de los representantes de cada organización entrevistada. En total fueron 10 organizaciones entrevistadas y todas ellas manifestaron interés en desarrollar acuicultura. En el Anexo B se adjuntan las encuestas efectuadas.

Tabla 26. Listado de organizaciones interesadas en desarrollar acuicultura.

N°	Nombre Entrevistado	Caleta	Nombre Organización
1	Juan Carlos Gallegos	Putú	S.T.I. Pescadores Artesanales, Recolectores de Orilla, Buzos y Algueros N° 2 de Putú/ ONG
2	Juan Carlos Jara Gutiérrez	La Pesca	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Mataquito La Pesca
3	Carolina del Pilar Lara Ferrada	Boyeruca	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores El Esfuerzo de Boyeruca
4	Mirella Muñoz	Loanco	S.T.I. Pescadores Artesanales, Acuicultores y Mariscadores de Orilla de Loanco
5	Marta Rosas Castro	Curanipe	S.T.I. de Pescadores N°2 Curanipe
6	Jacob Valenzuela	La Pesca	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Mataquito La Pesca
7	Froilán Recabal	Pelluhue	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores y Ramos Similares de Pelluhue
8	Jaime Bravo ⁸	Llico	S.T.I. de Pescadores Artesanales y Afines Manuel Véliz
9		Llico	S.T.I. Buzos, Pescadores y Acuicultores Pdte. Balmaceda de Llico
10	Rolando Alarcón	Los Pellines	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores y Algueros de Pellines

La mayoría de los entrevistados fueron pescadores artesanales, donde los principales recursos extraídos por ellos correspondieron a Merluza, Reineta, Corvina, Pejerrey y Lisa. En segundo lugar, se ubicó la actividad de buceo, con las siguientes especies objetivo: Chorito, Erizo y Jaiba. Finalmente, los recolectores de algas se dedican principalmente a la extracción de Cochayuyo y Luga, como así también al manejo de Pelillo. Estas actividades son efectuadas en familia, las cuales pertenecen a algún sindicato de cada una de las caletas. En general poseen embarcaciones por organización y artes de pesca para la extracción de los recursos durante todo el año. Sólo un encuestado pertenece a un pueblo originario.

⁸ Actual presidente de las dos organizaciones.



Las organizaciones han postulado a diferentes proyectos para capacitación, donde se mencionan cursos para patrones de naves, becas laborales, capacitación en cultivo, siembra y manipulación de recursos y turismo. Estas organizaciones tienen un tamaño entre 17 y 147 miembros, con un promedio que bordea las 30 personas.

En relación con el desarrollo de la acuicultura, los residentes poseen una experiencia deficiente o regular; sólo una de las personas encuestadas tiene acabada experiencia. En consecuencia, ninguno posee conocimiento tecnológico suficiente para llevar a cabo algún tipo de cultivo.



Planificación sector Curanipe



Georreferenciación sector 3 Peñas



Entrevista en sector Putú Sr. Juan Carlos Gallegos



Entrevista con profesional de Subpesca Sr. Iván Céspedes



Entrevista en sector Pelluhue Sr. José Froilán



Verificación de sitios en terreno. (Faro Carranza)

Figura 10. Fotografías aplicación encuestas y terreno (enero 2018).



5.2 Objetivo 2

Identificar y proponer sitios o áreas concesibles con sus respectivas coordenadas geográficas para definirlos como Áreas Apropriadas para el Ejercicio de la Acuicultura de Pequeña Escala y para solicitudes de Acuicultura en AMERB en la VII Región del Maule

5.2.1 Sectores APEs de acuerdo a Proyecto FIP 2013-24.

De acuerdo al Proyecto FIP 2013-24, “ESTUDIO DE EMPLAZAMIENTO DE ÁREAS DE ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA EN LA ZONA SUR (VI A XIV REGIONES)”, para la región del Maule se propusieron tres sectores “aptos” para desarrollar APE, a partir de un total de 12 sectores analizados. Como ya se detalló en el objetivo anterior, los sectores fueron: Boyeruca en la comuna de Vichuquén (Tabla 8; Figura 3), con 8,15 hectáreas de superficie para el cultivo de Pelillo como especie principal y de Ostras Japonesas y Choro zapato, como especies secundarias; La Pesca en la comuna de Licantén (Tabla 12; Figura 4) con 203,02 hectáreas, para el cultivo de Pelillo como especie principal y de Ostras Japonesas, Choro zapato y Chorito; y finalmente Río Huenchullami en la comuna de Constitución (Figura 6; Tabla 19), con 47,61 hectáreas para el cultivo de Pelillo como especie principal y de Ostras Japonesas y Choro zapato.

Para la selección de los sitios antes mencionados, se evaluaron un total de 12 sectores, donde su determinación se basó principalmente en aspectos relacionados con las características ambientales de las zonas identificadas, la experiencia del equipo de trabajo y la información recopilada y consultada en terreno. Con estos antecedentes determinaron los cultivos más idóneos para cada zona y la tecnología adecuada a cada uno de ellos.

Estos sectores fueron utilizados como base para las encuestas realizadas a las organizaciones que estuvieran interesadas a desarrollar APE.



5.2.2 Propuesta de Sitios para el desarrollo de APE en la VII Región.

La propuesta de sitios se basó en el análisis de los antecedentes recopilados durante el desarrollo del objetivo 1. El análisis consideró, por tanto, la experiencia de los entrevistados, los usos territoriales de la zona costera de la VII región, los estudios anteriores respecto de la temática del proyecto y a la opinión de las diferentes organizaciones que estuvieron disponibles para ser encuestados en cada uno de los sectores.

5.2.2.1 Identificación y propuesta de sitios

Se desarrolló una campaña de levantamiento de información para definir potenciales lugares para el desarrollo de la APE. Se levantó información para identificar interesados en desarrollar Acuicultura a Pequeña Escala y potenciales sitios de interés idóneos para esta actividad. El levantamiento de información se desarrolló en base a diversas entrevistas con representantes de sindicatos o de organizaciones del sector, los cuales abarcaron gran parte de las caletas y sectores de la región (ver Anexo B, Resultado de Encuestas).

Las entrevistas se realizaron siguiendo una pauta con formato de encuesta. Esta encuesta incluyó preguntas relacionada con el interés por realizar APE, ubicación de sitios potenciales y de interés, el conocimiento que pudiesen tener en actividades de acuicultura, el interés por desarrollar APE en especies particulares, entre otros (ver Anexo B).

En la Tabla 27 se listan las personas que fueron entrevistadas, quienes en su mayoría fueron representantes de alguna organización o sindicato. Cabe destacar que se contactaron otras personas de la zona, sin embargo, todas ellas solicitaron que la entrevista se realizó sólo a los dirigentes de cada una de las organizaciones que fueron visitadas.

Tabla 27. Personas entrevistadas

Nº	Nombre Entrevistado	Fecha Entrevista	Nombre Organización
1	Carolina Lara	22-01-18	Sindicato el esfuerzo de Boyeruca
2	Jorge Iván Céspedes Michea	25-01-18	Dirección Zonal de Pesca
3	Jacob Valenzuela	25-01-18	Sindicato mataquito la Pesca
4	Jaime Bravo	22-01-18	Sindicato presidente Balmaceda
5	Jose Froilan	20-01-18	Sindicato Nro. 1 Pelluhue



Nº	Nombre Entrevistado	Fecha Entrevista	Nombre Organización
6	Juan Carlos Gallegos	21-01-18	ONG de desarrollo red de pequeños acuicultores de la región del Maule
7	Juan Carlos Gallegos	21-01-18	Sindicato Nro. 2 de Putú
8	Juan Carlos Jara Gutierrez	22-01-18	Sindicato mataquito la Pesca
9	Marta Rosas Castro	20-01-18	Sindicato Nro. 2 Pescadores Curanipe
10	Mirella Muñoz Leppe	20-01-18	Sindicato Nro. 2 Loanco
11	Ramón Vásquez	19-01-18	Sindicato Nro. 2 Pescadores Curanipe
12	Rolando Alarcón Norega	21-01-18	Sindicato de trabajadores independientes_ pescadores artesanales_ buzos_ mariscadores y algueros de Pellines
13	Dionisio de la Parra	23-01-18	Sernapesca
14	Cristián de la Barra	23-01-18	Sernapesca
15	Iván Céspedes	08-01-18	Dirección Zonal de Pesca y Acuicultura

La información recabada mediante las encuestas es parte de la base de datos del proyecto, y se presenta en el Anexo C. Se encuentra también en el Anexo C, los criterios de ponderación utilizados.

De acuerdo a la información recopilada en terreno, se identificaron sitios con el potencial de ser utilizados para el desarrollo de la APE en la VII Región. Algunos de ellos se ubicaron en mar, y otros, la mayoría, en desembocadura de ríos o muy cercano a ellos.

En forma paralela, también se obtuvo información de potenciales sectores para el desarrollo de la APE por parte del Director Zonal de Pesca de la VII Región.

Para la pre-selección de los sitios, se les presento a cada uno de los entrevistados un plano del borde costero de la VII Región, en el cual estaban representadas todas las AMERB, concesiones existentes y otros sitios de interés para el proyecto.

Con esta información, cada uno de los entrevistados eligieron potenciales zonas a lo largo del litoral, incluyendo zonas de aguas continentales y estuarios.

Un requerimiento común a todos los entrevistados, fue que las zonas propuestas estuviesen cerca de sus residencias y de las AMERBS, de manera de mantener el cuidado de los potenciales recursos. Entre los entrevistados, hubo concordancia en que las áreas de manejo (AMERB), son objeto de reiterados robos.



Aquellos sectores cercanos a las aguas continentales fueron los principales sectores elegidos por los entrevistados. Su interés se basó en el conocimiento del sector; el acceso visualizado; las especies potenciales de cultivo y que de acuerdo a su conocimiento estaría presentes en estas zonas escogidas y a la experiencia o conocimiento de cultivos.

La mayoría de los entrevistados indicó desde su perspectiva, tener un buen acceso a cada uno de los sectores que habían escogido, fuese este por un acceso desde tierra o bien desde una embarcación.

Respecto de aquellos sitios localizados en mar y que les fueron propuestos en forma adicional a los que ellos ya habían demostrado interés, la principal dificultad indicada por los entrevistados fue que los reconocían como zonas muy expuestas. En su perspectiva, el viento, el gran oleaje y una gran zona de rompiente, les imposibilitaría una actividad de acuicultura en forma acorde a sus pretensiones o aspiraciones a un APE.

De acuerdo a los entrevistados, los sitios ubicados en el mar tendrían características que les generarían dificultades al momento de querer acceder, instalar y mantener eventuales fondeos y estructuras para los correspondientes sistemas de cultivo. Estos aspectos, según los entrevistados, incrementarían los costos, aspectos que los desincentivaría a usar áreas marinas como zonas para el ejercicio de una APE.

Una vez obtenida la información por parte de los entrevistados, todos los sitios propuestos por los interesados fueron visitados a fin de constatar en terreno la ubicación, el acceso, tipo de playa aledaña, habitantes, caracterización visual general del sector, entre otras variables que pasaron a formar parte de la matriz de jerarquización. Todos los sitios fueron georreferenciados y fotografiados.

En la Tabla 28 se presentan los distintos sitios propuestos por los entrevistados para el desarrollo de Acuicultura a Pequeña Escala.

Tabla 28. Sitios propuestos por entrevistados.

Entrevistado	Nombre del sitio propuesto por el entrevistado
Carolina Lara	Boyeruca_1
Ramón Vásquez	Tres Peñas
Mirella Muñoz Leppe	Faro Carranza_1
	Faro Carranza_2
Jacob Valenzuela	La pesca
Juan Carlos Jara Gutierrez	La Pesca Río_1
	La Pesca Río_2
	La Pesca Río_3
Juan Carlos Gallegos Gallegos	La Trinchera_1
	La Trinchera_2
Jaime Bravo	Llico_1
	Llico_2
	Llico_3
	Llico_4
Rolando Alarcón Norega	Los Pellines
José Froilán	Pelluhue_1
	Pelluhue_2
Marta Rosas Castro	Tres Peñas
Iván Céspedes (DZ Pesca)	Cardonal
	El barco
	Río Maule_1
	Río Maule_2
	Santos del mar_1
	Santos del mar_2
	Santos del mar_3

En conjunto con los entrevistados, se estableció también la ubicación relativa de cada uno de los sitios por ellos escogidos y una aproximación de la superficie disponible o que a ellos les parecía atractiva. En la Tabla 29 se observan los distintos sitios propuestos por los interesados con sus principales características. En Anexo D se presentan fichas temáticas para cada sector propuesto por los entrevistados, las que contienen las principales características y su ubicación.

Tabla 29. Principales características de los sitios de interés.

Sitios Projectados	Acceso	Rompiente	Expuesto	Mar	Distancia del interesado en Kms.	Necesidad de embarcación	Há Disponibles
Tres Peñas	buena	✓	✓	✓	1,82	✓	20
Pelluhue_1	regular	✓	✓	✓	2,68	✓	10
Pelluhue_2	regular	✓	✓	✓	2,68	✓	10
Faro Carranza_1	buena	✗	✗	✗	4,42	✗	5
Faro Carranza_2	buena	✗	✗	✗	4,42	✗	2
Los Pellines	regular	✓	✓	✓	2,74	✓	10
La Trinchera_1	buena	✗	✗	✗	12,09	✓	2
La Trinchera_2	buena	✗	✗	✗	12,09	✗	3,5
La Pesca Río_1	buena	✗	✗	✗	6,04	✗	20
La Pesca Río_2	buena	✗	✗	✗	6,04	✗	7,8
La Pesca Río_3	buena	✗	✗	✗	6,04	✓	9,1
Llico_1	mala	✓	✓	✓	0,09	✓	5
Llico_2	buena	✗	✗	✗	0,09	✗	2
Llico_3	buena	✗	✗	✗	0,09	✗	2
Llico_4	buena	✗	✗	✗	0,09	✗	2
Boyeruca_1	buena	✗	✗	✗	0,53	✓	5,5
Río Maule_1	buena	✗	✗	✗	0,5	✓	20
Río Maule_2	buena	✗	✗	✗	0,5	✓	5
El barco	buena	✓	✓	✓	0,5	✓	30
Santos del mar_1	buena	✓	✓	✓	1	✓	10
Santos del mar_2	buena	✓	✓	✓	1	✓	10
Santos del mar_3	buena	✓	✓	✓	1	✓	10
Cardonal	buena	✗	✗	✗	1	✓	2,5

Con la información levantada en terreno se procedió a la creación de una base de datos, conteniendo por sector y para la totalidad de variables. Se ponderó cada variable a juicio experto con los profesionales de la empresa y cuyo detalle se encuentra en el Anexo C. Entre las principales se encuentran:

- N° de socios inscritos en la organización.
- N° de reuniones que sostiene la organización al año.
- N° de proyectos que ha postulado la organización a alguna fuente de financiamiento.



- Vigencia de la organización (vigente si/no).
- Organización postula a proyectos.
- Organización tiene comité de vigilancia.
- Organización tiene comité de comercialización.
- La organización posee infraestructura o equipamiento útil para la APE.
- Indica el buen funcionamiento de la organización.
- Los miembros de la organización han accedido a capacitación útil para APE en los últimos 2 años
- Organización tiene conocimiento de actividad productiva acuícola.
- Organización tiene conocimiento de los costos de mantención (vigilancia, administración, operación).
- Requiere botes para la actividad.
- N° de botes per cápita en la Organización.
- Estado de la concesión, AMERB (Vigencia).
- Posee Plan de manejo aprobado.
- Los seguimientos están vigentes.
- Organización está vigente.
- Accesibilidad (camino vehículo, tierra, asfalto, locomoción colectiva, etc).
- Distancia entre sitio y residencia interesados (o asentamientos).
- Profundidad del sitio.
- Exposición del área.
- N° de hectáreas disponibles.
- Conocimiento de la zona de interés por parte de la Organización.
- Experiencia en acuicultura de la Organización.
- Conocimiento de tecnologías de cultivo por parte de la Organización.
- Sitio es recomendado por autoridad.
- El sitio se encuentra en una Zona de otro interés.

En una primera etapa se analizó la totalidad de las variables. No obstante, en una segunda etapa y a fin de corroborar la información, se realizó un segundo análisis a partir de información con la mayor cantidad de varianza, descartando todas aquellas variables que no aportaban información al análisis debido a su gran homogeneidad.

La Matriz de datos utilizados en el primer análisis se encuentra en el Anexo C. En este anexo se aprecia las variables utilizadas y su puntuación. Estos valores fueron luego aplicados a



cada localidad escogida o propuesta para realizar una potencial APE. Para cada localidad, los puntajes obtenidos fueron sumados, obteniéndose para cada sector una puntuación, Los sectores fueron ordenados de mayor a menor, donde el mayor valor correspondió al mejor sector para el desarrollo de la APE y el menor valor, al sector cuyas características lo hacían menos viable para el desarrollo de una APE.

En una segunda etapa, y a fin de corroborar los resultados, se efectuó un análisis multivariado con variables seleccionadas. Estas variables fueron transformadas a variables ordinales, asignándoles a cada una un valor entre 1 a 5, correspondiendo cada uno de estos valores un estado de la variable, y representando por lo tanto la respuesta de los entrevistados o características del sector escogido como potencial sector para una APE. La asignación a variable ordinal incluyó 5 categorías (ver metodología). La información que se obtuvo del análisis multivariable fue usada para generar un ordenamiento de las variables, generándose así un ranking de todos los sectores indicados por los entrevistados. De esta manera, quedaron con los puntajes más altos aquellos sectores más idóneos para el desarrollo de la Acuicultura a Pequeña Escala.

A fin de ordenar la información, las variables fueron agrupadas de acuerdo a: a) especie de interés para cultivar, b) aspectos sociales, c) económicos, d) legales, e) características del sector o sitio y f) otros. Aspectos referidos a los criterios usados para la asignación de los valores ordinales a cada variable, para cada uno de estos subgrupos se presenta a continuación.

a) Agrupación Ítems Especies

Los puntajes asociados al tipo de especie a cultivar, se relacionan con la tecnología requerida para la realización de los cultivos y la existencia o creación de la tecnología, ya que en muchos casos las tecnologías no se encuentran desarrolladas, o están en vías de desarrollo, como es el caso del cultivo del Loco (*Concholepas concholepas*) que se encuentra aún en etapa experimental v/s la tecnología para el desarrollo del cultivo del chorito (*Mytilus chilensis*) que hoy en día se encuentra 100% desarrollada.

b) Agrupación Ítems Social

Basados principalmente en el tipo de organización de la entidad, y para discernir los puntajes, estos varían en relación al número de socios, número de reuniones al año, número de proyectos postulados y/o adjudicados. A mayor número de socios, reuniones y/o proyectos postulados, mayor será el puntaje, aduciendo que a una



mayor cantidad de socios hace que la entidad puede predisponer de una mejor manera para la disposición de los trabajos asociado al cultivo, a mayor número de reuniones en el año, hace notar una predisposición a participar por parte de los socios con la entidad y por ende mayor número de proyectos postulados o adjudicados nos indica una preocupación por parte de la entidad de participar en diferentes áreas de desarrollo.

c) Agrupación Ítems Económico

Principalmente indican la posición económica en cuanto a la infraestructura para el desarrollo de acuicultura, como es el caso de las embarcaciones, si posee estas y si las necesita para la realización de APE, también hace referencia al comité de vigilancia para el cuidado de las artes de cultivo, lo que favorece en el puntaje debido a la importancia de evitar pérdidas por robos u otros.

d) Agrupación Ítems Legales

El ítem en cuestión se basa en los seguimientos asociados a las áreas de manejos que poseen los sindicatos, de tener estos al día o en su mayoría en regla, genera mayor puntaje, ya que denota una preocupación por la mantención y correcto funcionamiento de estas.

e) Agrupación Ítems Sitios

Sitios de mayor exposición de oleaje recibieron un menor puntaje en comparación con lugares de menor exposición, y esto es debido a varios factores.

A su vez se asigna un mayor puntaje a una buena accesibilidad a los sitios prospectados, un conocimiento óptimo de la zona a cultivar, entre otros.

f) Agrupación Ítems Otros

Sitios que se destaquen con otros intereses como lugares turísticos, sitios para la realización de surf, lugares a ser proyectados como santuarios, lugares de interés general de uso costero o balnearios, de acuerdo a información recopilada en encuestas, se les realizara descuento en los puntajes, ya que en este caso estos sitios serian incompatibles para la realización de acuicultura a pequeña escala ya que hace prácticamente incompatible la labor acuícola con otras actividades ya sea como de esparcimiento, por el riesgo asociado del desprendimiento de las artes de cultivo y posibles accidentes.



Para definir los sitios de cultivos más acorde se llevó a cabo un análisis de los Proyecto FIPA N°2015-02 “Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala” (FIPA 2015-02) y la evaluación de potenciales cultivos ya realizada en FIPA N°2013-24 “Estudio de emplazamiento de áreas de acuicultura de pequeña escala en la zona sur (VI a XIV regiones)” (UCSC, 2015).

De esta forma se evaluó la preferencia de cultivo indicada por los entrevistados, en base a:

- A. Tipo de zona (expuesta o protegida)
- B. Superficie de cultivo
- C. Tipo de Cultivo (suspendido o de fondo)
- D. Factibilidad de cultivar (conocimiento y preparación de los productores, disponibilidad, etc.)
- E. El producto es de interés comercial
- F. Tipo de tecnología requerida
- G. Factibilidad (económica, geográfica, etc) de contar con la tecnología adecuada

El primer ordenamiento generado, entregó un puntaje para cada sitio potencial, cuyo orden jerárquico se encuentra en la Tabla 30. En este análisis se incluyó la totalidad de la información levantada en terreno y que fue obtenida a partir de las encuestas.

Tabla 30. Jerarquización de los sitios propuestos para APE

Ranking	Sitio	Puntaje	Hectáreas	Especie
1	Llico_4	1710	2	Pelillo
2	Llico_3	1710	2	Pelillo
3	Cardonal	1710	2,5	Ostra
4	Llico_2	1710	2	Ostra
5	Boyeruca_2	1665	5,5	Ostra
6	La Pesca Río_1	1650	20	Pelillo
7	Río Maule_1	1640	20	Chorito
8	La Pesca Río_2	1630	9	Ostra
9	Río Maule_2	1590	5	Lisa
10	La Pesca Río_3	1580	8	Ostra

Ranking	Sitio	Puntaje	Hectáreas	Especie
11	La Trinchera_2	1560	3,5	Pelillo
12	Faro Carranza_1	1550	5	Pelillo
13	La Trinchera_1	1545	2	Ostra
14	Faro Carranza_2	1510	2	Ostra
15	Llico_1	1500	5	Erizo
16	Pelluhue_2	1490	10	Chorito
17	Pelluhue_1	1490	10	Chorito
18	Los Pellines	1460	10	Chorito
19	Tres Peñas	1305	20	Piure
20	El barco	1000	30	Choro piure loco
21	Santos del mar_3	1000	10	Chorito
22	Santos del mar_1	1000	10	Chorito
23	Santos del mar_2	1000	10	Chorito

Paralelamente y a fin de tener un segundo método de análisis, sobre aquellas variables de estado con mayor aporte de información se generó un segundo análisis a fin de validar la lista obtenida mediante el ranking.

En este caso se efectuó un análisis multivariable sobre las matriz de información levantada. Previamente, se depuró la matriz obtenida durante la encuesta, cambiando algunas variables, dejando sólo aquellas que más información o variabilidad aportaran a la evaluación, esto como uno de los requisitos del análisis multivariable (Vivanco, 2009). La información cualitativa y cuantitativa obtenidas de las encuestas, fue transformada en variables ordinales tal como lo sugiere Demey et al, 2011. En el caso de las variables ordinales, pueden considerarse como variables cuantitativas si la asignación del ranking no es caprichosa sino que refleja en cierta forma una diferencia entre los estados de la variable (Demey et al, 2011). En este caso, todas las variables fueron tabuladas a juicio del consultor como 1, 2, 3, 4 y 5, correspondiendo a 1 el estados de la variable con menos viabilidad para cultivo y el estado 5, como aquel óptimo para el cultivo.

Tal como se mencionó, como método de clasificación, se utilizó el método jerárquicos de Ward para generar una serie de particiones agrupadas (Alvarez-Vaz & Vernazza, 2017). Este



consiste en descomponer la variación total en: variación dentro de los grupos (within) y variación entre los grupos (between). Al estar frente a una partición dada, el método unirá aquellos grupos que produzcan el efecto de hacer mínima la variación within en la nueva partición (Alvarez-Vaz & Vernazza, 2017). Estos cálculos. Como se mencionó el software utilizado correspondió al PAST (Hammer et al, 2001).

Paralelamente, se utilizó una técnica de ordenamiento de componentes principales, herramienta que permitió jerarquizar los sitios propuestos de acuerdo al grado de contribución de las variables. El procedimiento utilizado ha sido el del análisis factorial exploratorio por el método de análisis de componentes principales. Esta técnica permite reducir el Número de variables de los datos originales, ya que busca el número mínimo de factores capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos (Pilar, 2002); para ello transforma linealmente un grupo de variables relacionadas entre sí (en este caso los criterios de criticidad) en un grupo menor de variables (factores o componentes) no relacionados entre sí. Un grupo pequeño de factores no relacionados entre sí es más fácil de entender y utilizar que un número más amplio de variables relacionadas (Dunteman, 1989).

Las variables seleccionadas de las encuestas y utilizadas en este segundo análisis se pueden observar en el siguiente listado.

- Influencia oleaje
- Influencia Viento
- Exposición del área
- Infraestructura disponible
- Interés en el área propuesta
- Experiencia en acuicultura
- conocimientos tecnologías cultivo
- Hectáreas disponibles
- Seguimientos vigentes
- Capacitaciones ad hoc APE
- Distancia conocimiento de la zona de interés
- Número de Socios
- Pueblo originario
- Actividad Realizada
- Personas con los que las realiza



- Accesibilidad
- N° de botes per cápita
- N° de botes per cápita
- Comités de vigilancia
- Cantidad de productos extraídos/cultivados
- N° de áreas que les gustaría desarrollar
- N° Proyectos adjudicados (últimos 2 años)
- Conocimiento de actividad productiva acuícola
- Infraestructura y equipamiento de apoyo a la APE
- N° de botes per cápita

En el análisis de cluster se puede apreciar la clasificación de los sectores propuestos (Figura 11).

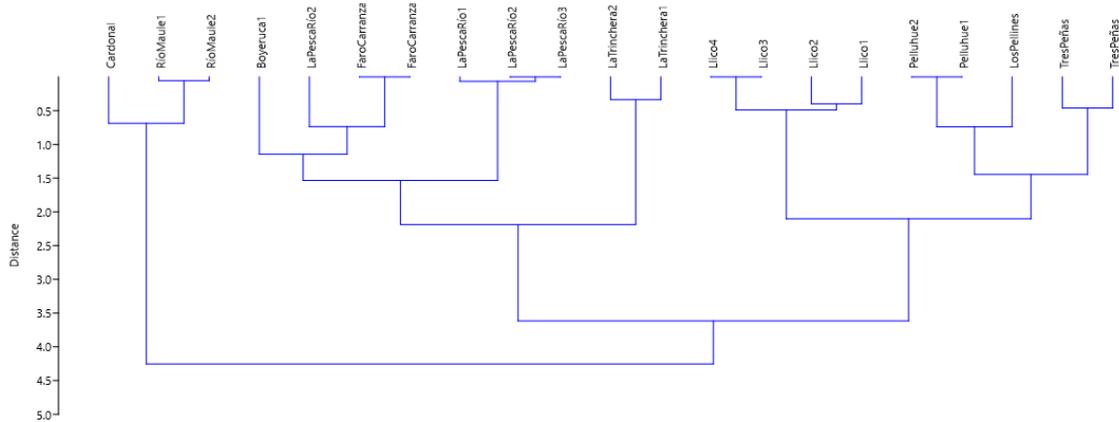


Figura 11. Análisis de Cluster, donde se presenta la clasificación de los sectores en grupos de acuerdo a sus características.

Por otra parte, el ordenamiento de las variables mediante el PCA se aprecia en la Figura 12.

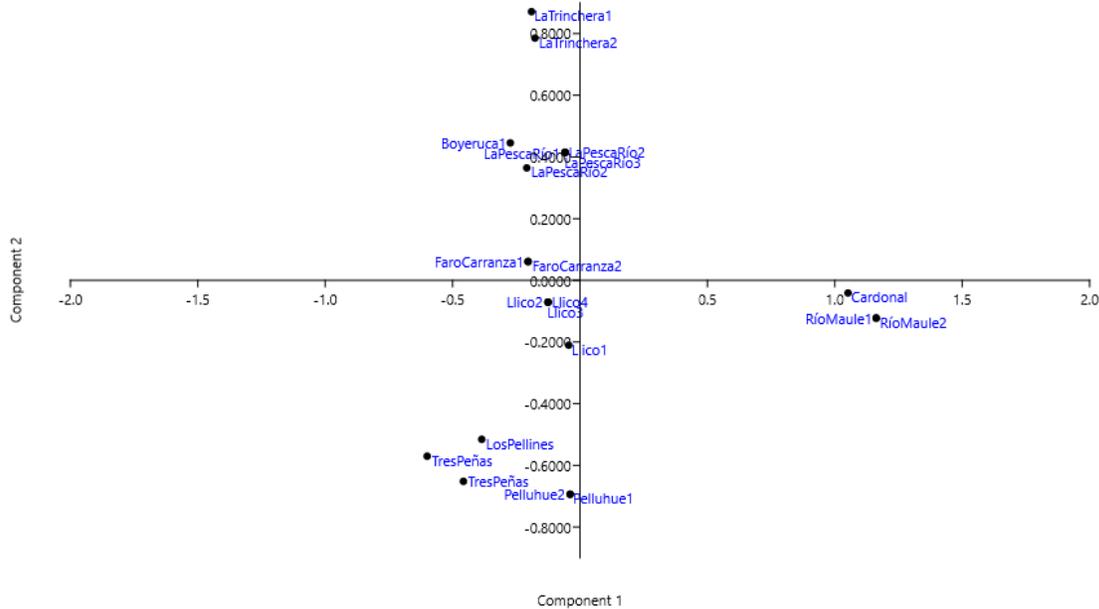


Figura 12. Análisis de Componentes Principales, donde se presenta el ordenamiento de los sectores propuestos acuerdo a sus características.

Los resultados muestran un ordenamiento de los sectores propuestos. Este ordenamiento se condice con aquel presentado con el primero método. De acuerdo a la Tabla 31, se puede apreciar que en el primero componente (eje x) los mejores sitios corresponden a Río Maule y Cardonal, mientras en que la segunda variable los mejores sectores en orden decreciente son: La trinchera, Boyeruca, La Pesca, Faro Carranza, Llico, Los Pellines, Tres Peñas y finalmente Pelluhue.

Tabla 31. Jerarquización de los sitios propuestos para APE

Sitio	Puntuación PC 1	Sitio	Puntuación PC 2
RíoMaule1	11.623	LaTrinchera1	0,87132
RíoMaule2	11.623	LaTrinchera2	0,78559
Cardonal	10.518	Boyeruca2	0,44576
Pelluhue2	-0,038817	LaPescaRío2	0,41534
Pelluhue1	-0,038817	LaPescaRío3	0,41534

Sitio	Puntuación PC 1	Sitio	Puntuación PC 2
Llico1	-0,044309	LaPescaRío1	0,41398
LaPescaRío1	-0,058825	LaPescaRío2	0,3646
LaPescaRío2	-0,058884	FaroCarranza1	0,060886
LaPescaRío3	-0,058884	FaroCarranza2	0,060886
Llico4	-0,12572	Cardonal	-0,04099
Llico3	-0,12572	Llico4	-0,070801
Llico2	-0,12572	Llico3	-0,070801
LaTrinchera2	-0,17712	Llico2	-0,070801
LaTrinchera1	-0,19037	RíoMaule2	-0,12182
FaroCarranza1	-0,20387	RíoMaule1	-0,12318
FaroCarranza2	-0,20387	Llico1	-0,21025
LaPescaRío2	-0,20882	LosPelines	-0,51555
Boyeruca2	-0,27356	TresPeñas	-0,57025
LosPelines	-0,38569	TresPeñas	-0,65189
TresPeñas	-0,45758	Pelluhue2	-0,69368
TresPeñas	-0,59984	Pelluhue1	-0,69368

En la Tabla 32 se identifican los sitios con las mejores características para desarrollar APE, de acuerdo a los análisis y en consenso con la Subsecretaría de Pesca.

Tabla 32 . Sitios Seleccionados para muestreo ambiental

Nombre Sitio	Superficie (Ha)	Nombre Titular
Boyeruca_2	1,01	Sindicato El Esfuerzo de Boyeruca
Llico_2	0,73	Sindicato Presidente Balmaceda
La Pesca Río_1	9,49	Sindicato Mataquito La Pesca
La Trinchera_2	2,89	Sindicato Nro. 2 de Putú
Río Maule_1	5,91	STI del Río Maule
Faro Carranza_1	5,15	Sindicato Nro. 2 Loanco
Cardonal	2,01	STI de Caleta Cardonal



A continuación, se presenta la ubicación de cada uno de los sitios seleccionados enlistados en la tabla anterior y sobre los cuales se llevó a cabo el levantamiento de información ambiental referido a la CPS y Banco Natural.

5.2.3 Sectores consensuados definitivos para desarrollo de Acuicultura a Pequeña Escala en la VII Región

La información presentada se adjunta en formato SHAPE en el Anexo E.

5.2.3.1 Boyeruca 2 - Llico

A continuación, en la Figura 13 se detallan los sitios propuestos preliminarmente, los cuales correspondieron a 6 en el sector de Boyeruca y Llico, de los cuales fueron seleccionados 2 en consenso con la Subsecretaría, ya que presentaron las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas de los sitios seleccionados se presentan en las Tabla 33 y Tabla 34.

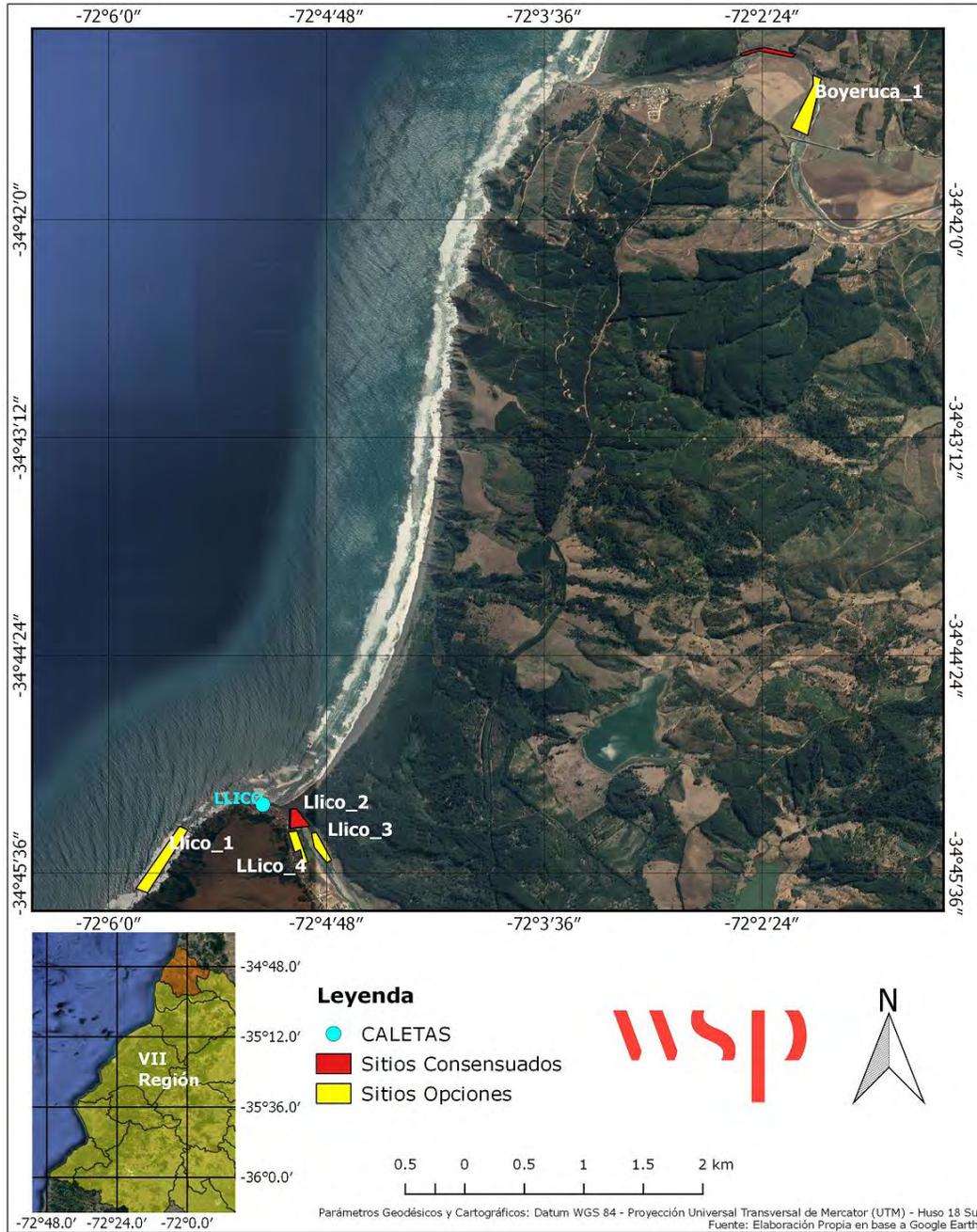


Figura 13. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector de Boyeruca - Llico.

Tabla 33. Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Boyeruca 2 (Datum WGS-84, Huso 18)

Vértice	Geográficas		UTM	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte
A	34° 41' 05.45"	72° 02' 30.96"	771002,08	6157922,21
B	34° 41' 03.54"	72° 02' 23.19"	771201,60	6157975,26
C	34° 41' 05.47"	72° 02' 13.44"	771448,06	6157908,47
D	34° 41' 06.23"	72° 02' 13.86"	771436,67	6157885,37
E	34° 41' 04.29"	72° 02' 25.30"	771147,21	6157953,72
F	34° 41' 05.97"	72° 02' 30.86"	771004,15	6157906,11

Tabla 34. Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Llico 2 (Datum WGS-84, Huso 18)

Vértice	Geográficas		UTM	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte
A	34° 45' 15.84"	72° 04' 58.33"	767026,62	6150315,45
B	34° 45' 16.01"	72° 04' 56.84"	767064,36	6150309,11
C	34° 45' 21.00"	72° 04' 54.44"	767120,94	6150153,55
D	34° 45' 22.40"	72° 04' 55.63"	767089,42	6150111,29

5.2.3.2 La Pesca y La Trinchera

A continuación, en la Figura 14 se detallan los sitios propuestos preliminarmente, los cuales correspondieron a 5 en el sector de La Pesca y La Trinchera, de los cuales fueron seleccionados 2 en consenso con la Subsecretaría, ya que presentaron las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas de los sitios seleccionados se presentan en las Tabla 35 y Tabla 36.

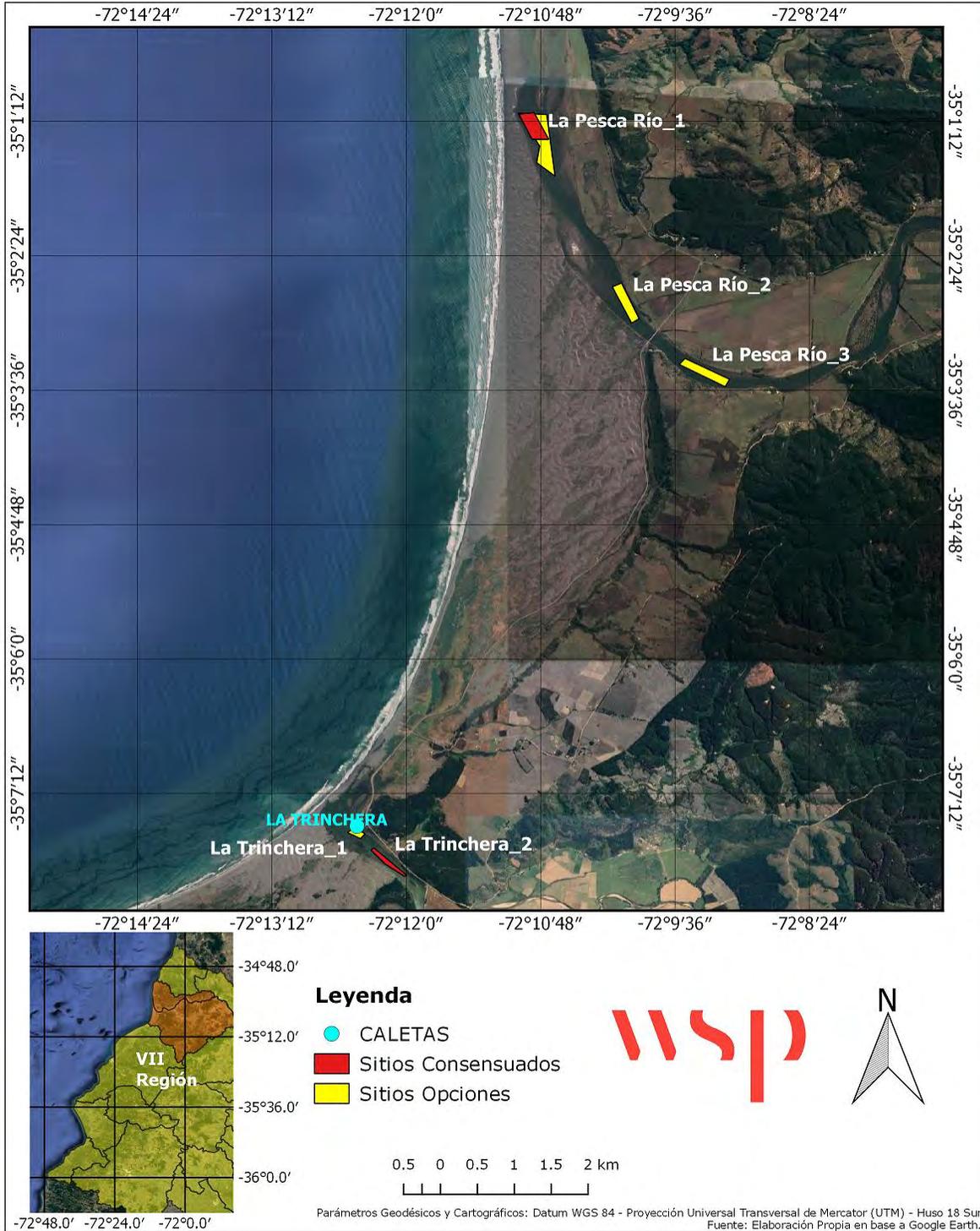


Figura 14. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector de la Pesca y la Trinchera.

Tabla 35. Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE La Pesca Rio 1 (Datum WGS-84, Huso 18)

Vértice	Geográficas		UTM	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte
A	35° 01' 08.21"	72° 10' 59.68"	757010,06	6121228,68
B	35° 01' 07.35"	72° 10' 51.54"	757217,12	6121249,26
C	35° 01' 21.66"	72° 10' 43.63"	757405,04	6120802,82
D	35° 01' 21.67"	72° 10' 52.52"	757179,87	6120808,79

Tabla 36. Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE La Trinchera 2 (Datum WGS-84, Huso 18)

Vértice	Geográficas		UTM	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte
A	35° 07' 42.41"	72° 12' 18.92"	754660,34	6109136,89
B	35° 07' 41.31"	72° 12' 17.29"	754702,53	6109169,63
C	35° 07' 52.11"	72° 12' 04.33"	755021,21	6108827,83
D	35° 07' 52.11"	72° 12' 07.76"	754934,44	6108830,28
E	35° 07' 49.86"	72° 12' 11.28"	754847,28	6108901,94

5.2.3.3 Río Maule

A continuación, en la Figura 15 se detallan los sitios propuestos preliminarmente, los cuales correspondieron a 3 en el sector de Río Maule, de los cuales fue seleccionado 1, pero con modificaciones de área, en consenso con la Subsecretaría, ya que presentó las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas del sitio seleccionado se presentan en la Tabla 37.

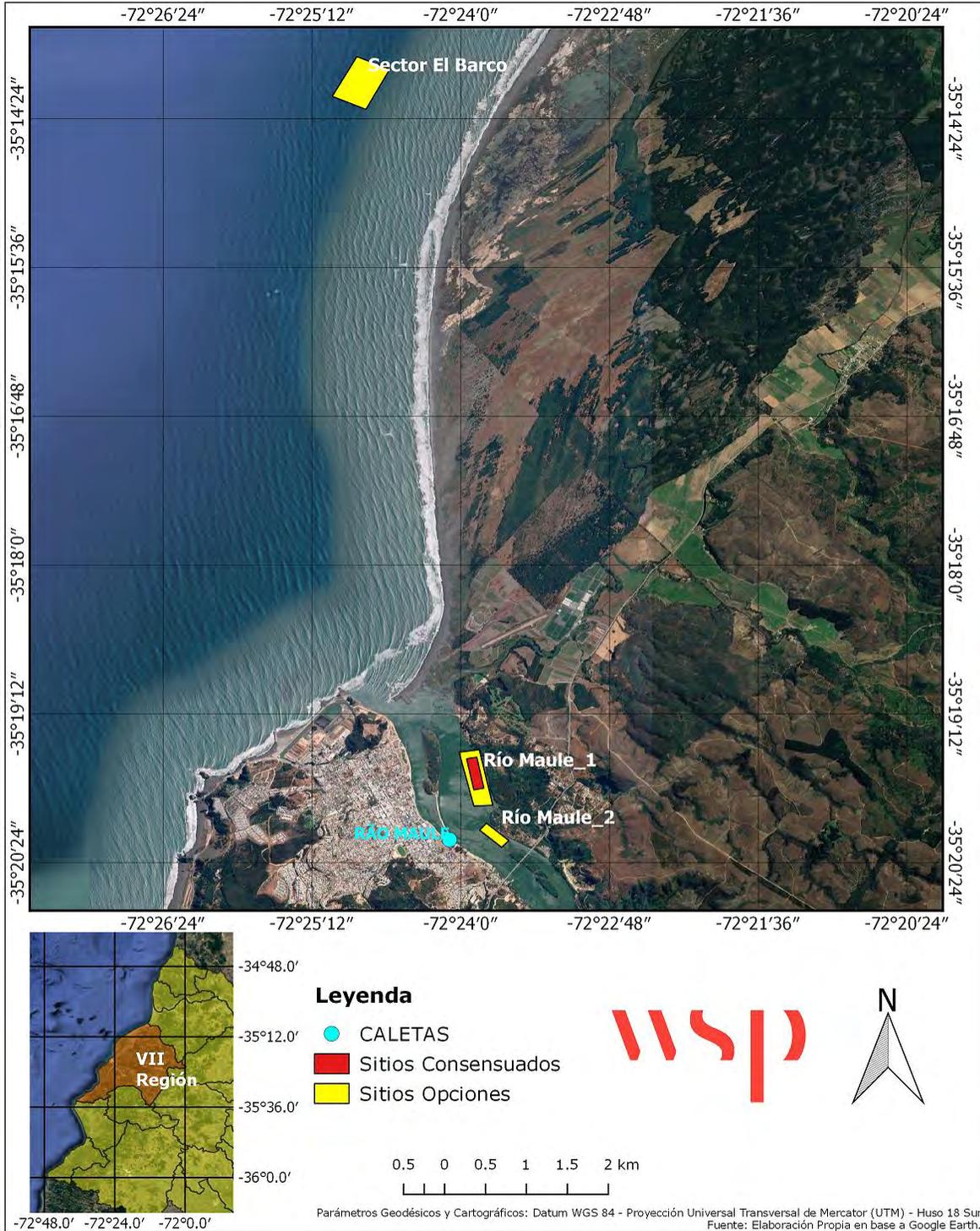


Figura 15. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector del Río Maule.



Tabla 37. Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Río Maule 1 (Datum WGS-84, Huso 18)

Vértice	Geográficas		UTM	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte
A	35° 19' 33.88"	72° 23' 57.14"	736408.7	6087691.29
B	35° 19' 33.13"	72° 23' 52.20"	736534.08	6087711.18
C	35° 19' 48.08"	72° 23' 48.79"	736607.84	6087248.21
D	35° 19' 48.92"	72° 23' 53.62"	736485.36	6087225.57

5.2.3.4 Faro Carranza 1

A continuación, en la Figura 16 y Figura 17 se detallan los sitios propuestos preliminarmente. los cuales correspondieron a 6 en el sector de Los Pellines y Faro Carranza, de los cuales fue seleccionado solo 1, en el sector de Faro Carranza, en consenso con la Subsecretaría, ya que presento las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas del sitio seleccionado se presentan en la Tabla 38.

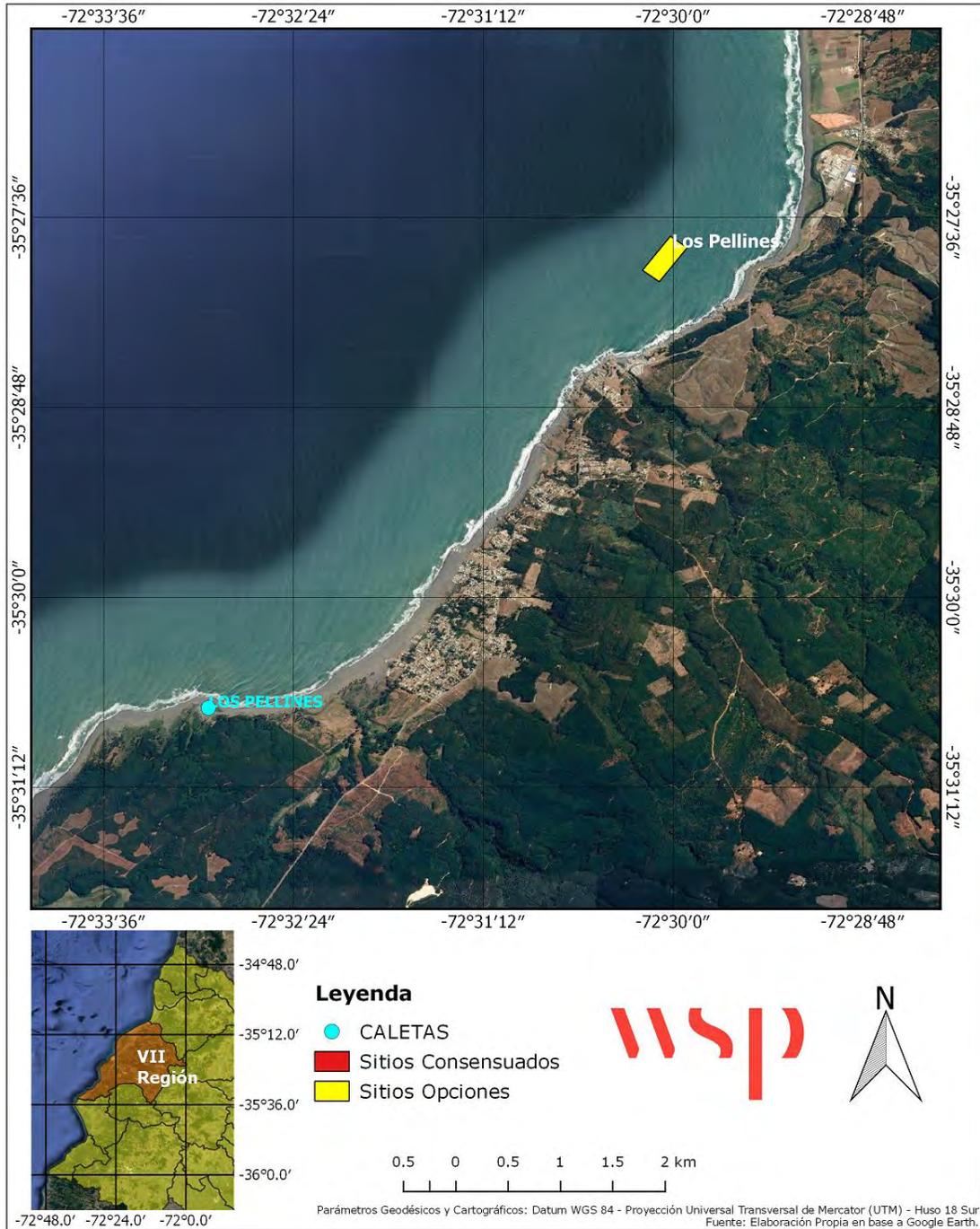


Figura 16. Sitio opcional en Sector Los Pellines.

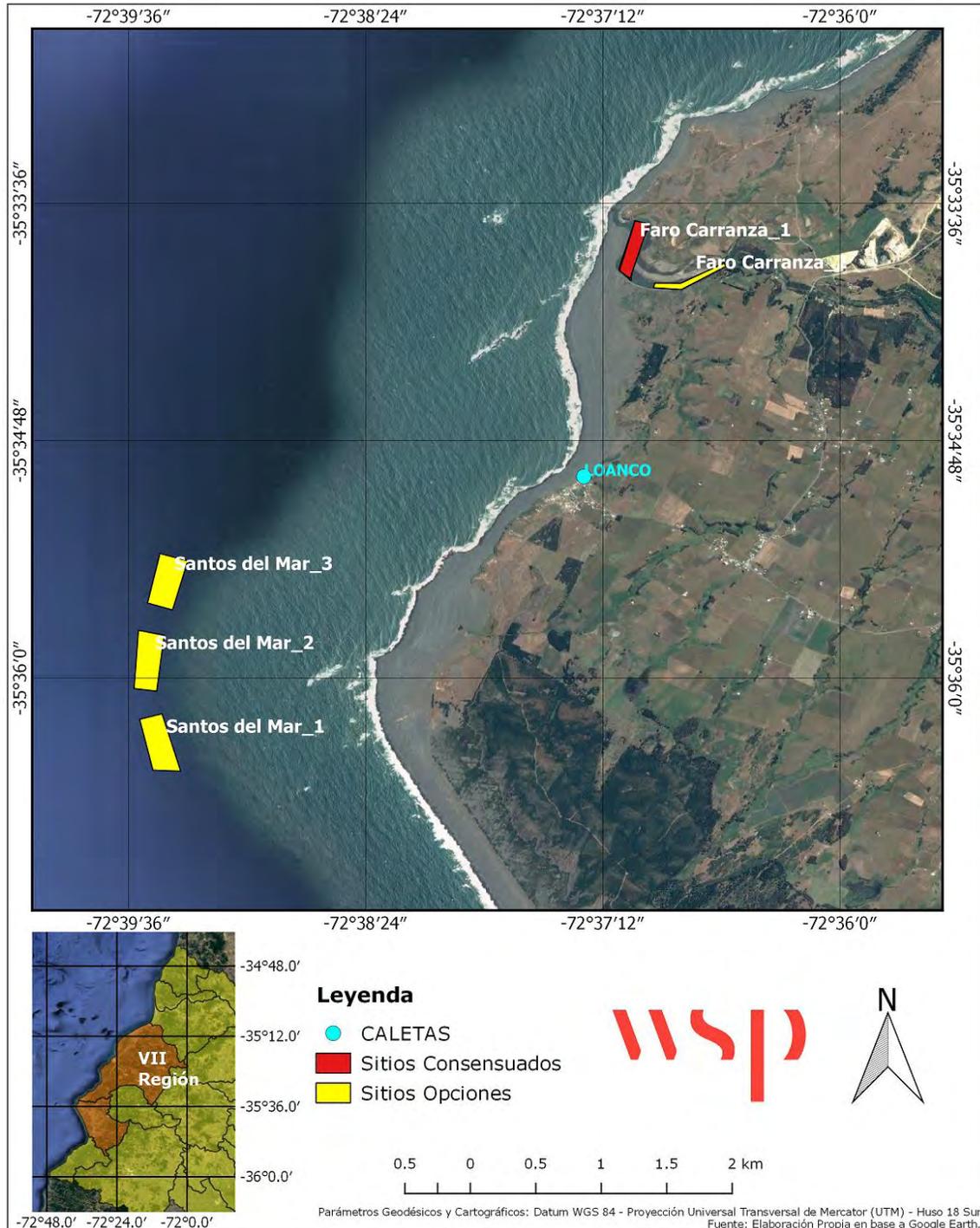


Figura 17. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector Faro Carranza.



Tabla 38. Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Faro Carranza 1 (Datum WGS-84, Huso 18)

Vértice	Geográficas		UTM	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Este	Norte
A	35° 33' 41.32"	72° 37' 02.16"	715952.88	6062076.04
B	35° 33' 42.33"	72° 36' 58.07"	716055.34	6062042.38
C	35° 33' 58.79"	72° 37' 03.69"	715901.39	6061538.47
D	35° 33' 56.48"	72° 37' 06.91"	715822.19	6061611.73

5.2.3.5 Cardonal

A continuación, en la Figura 18 se detallan los sitios propuestos preliminarmente, los cuales correspondieron a 3 en el sector de Cardonal, de los cuales fue seleccionado 1, en consenso con la Subsecretaría, ya que presentó las mejores características para desarrollar APE. Las coordenadas del sitio seleccionado se presentan en la Tabla 39.

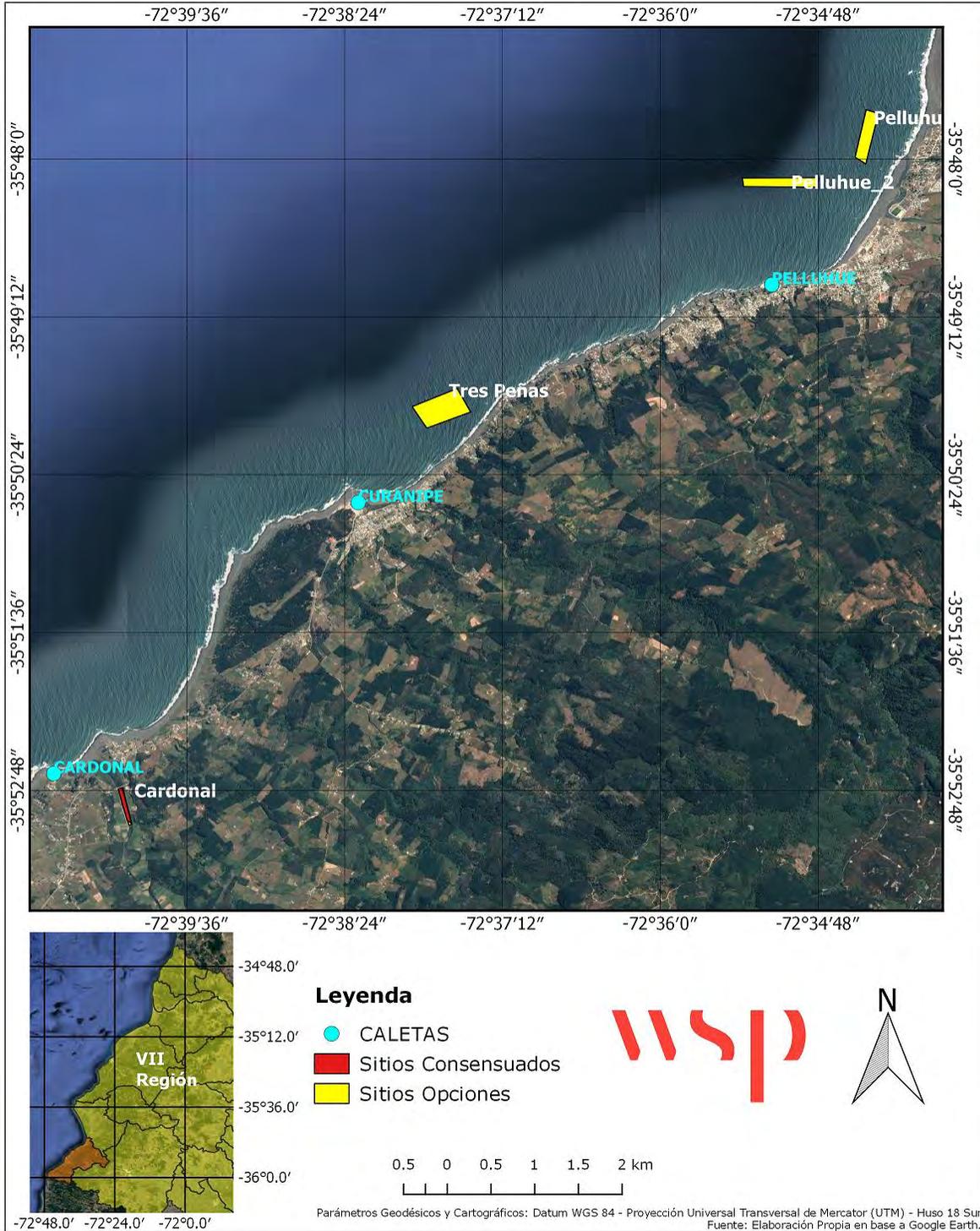


Figura 18. Sitios opcionales (en amarillo) y sitios definitivos seleccionados (en rojo) Sector Cardonal



Tabla 39. Coordenadas Geográficas y UTM Vértices Propuesta APE Cardonal (Datum WGS-84, Huso 18)

Vértice	Geográficas		UTM	
	Latitud (S)	Longitud (W)	Este	Norte
A	35° 52' 47.49" S	72° 40' 07.29" W	710451,76	6026866,65
B	35° 52' 46.82" S	72° 40' 05.53" W	710496,48	6026886,40
C	35° 53' 03.10" S	72° 40' 01.24" W	710592,15	6026382,04
D	35° 53' 02.04" S	72° 40' 02.27" W	710554,49	6026415,61
E	35° 53' 01.02" S	72° 40' 02.93" W	710551,21	6026447,29
F	35° 52' 59.79" S	72° 40' 03.46" W	710538,80	6026485,39
G	35° 52' 59.48" S	72° 40' 03.84" W	710529,56	6026495,13



5.3 Objetivo 3

Proponer el o los tipos de cultivo más acordes con los sectores determinados, favoreciendo la acuicultura de cultivos de especies nativas y los policultivos y módulos de producción acordes con los sectores APE seleccionados.

En Chile, la APE se dedica en un 96% a los cultivos de tipo extensivo (SUBPESCA, 2013), cultivando algas como *Gracilaria chilensis* (Pelillo), las especies de moluscos bivalvos como *Mytilus edulis platensis* (chorito) (Díaz *et al.*, 2011), *Crassostrea gigas* (Ostra japonesa), *Ostrea chilensis* (Ostra chilena), *Aulacomya atra* (Cholga), *Choromytilus chorus* (Chorozapato) y *Argopecten purpuratus* (Ostión del norte).

Todas estas especies aparecen como potenciales para ser cultivadas, abriéndose la posibilidad de evaluar el cultivo multitrófico entre estas especies e incorporando otras especies de algas.

Debido a que el cultivo extensivo se basa en técnicas tradicionales, con captación de semilla de forma natural o su adquisición, y su posterior engorde con alimentación natural, resulta ser el cultivo *a priori* más apropiado para las APE en esta región.

Durante las entrevistas realizadas a las distintas organizaciones, se levantó información base que permitió tener una identificación de los potenciales recursos de cultivo, que interesaría a los entrevistados para el desarrollo de cultivos en cada sitio identificado, y cuya preferencia se basó principalmente en su propia experiencia y en el conocimiento de la zona.

Se propusieron tipos de cultivos teniendo en cuenta lo siguiente:

- A. Tipo de recursos que actualmente se cultivan en cada sector
- B. Especies nativas
- C. Ubicación posible, diferenciando entre zonas resguardadas de vientos y corrientes, y zonas protegidas y expuestas (Tabla 40)
- D. Recursos que posean real interés comercial



- E. Cultivos que se puedan desarrollar con éxito según el conocimiento actual y capacidades de quienes pudiesen ser favorecidos
- F. Cultivos propuestos para la región en Proyecto FIP 2013-24
- G. Módulos de producción adecuados
- H. El tipo de cultivo es rentable respecto a la tecnología que se debe utilizar
- I. Cultivos de interés para las distintas organizaciones y/o personas naturales

Tabla 40. Diferenciación de cultivos en lugares expuestos y poco expuestos.

EXPUESTOS	POCO EXPUESTOS
Altos costos en fondeos	Disminución de costos en fondeos
Mayor probabilidad de riesgo de accidentes para las personas que efectúan el cultivo	Menor probabilidad de accidentes para personas que efectúan el cultivo
Pérdida de ejemplares	Mayor control de cultivo
Difícil instalación de artes	Instalación y reparación de artes más fácil y simple
Difícil manejo de áreas de cultivo	Recuperación más rápida y efectiva de ejemplares en caso de pérdidas
Problemas con pérdidas de artes de cultivo	---
Contaminación por pérdidas de artes de cultivo	---

La preferencia por la especie a cultivar por parte de los interesados se basó principalmente en entrevistas sostenidas con ellos y la transmisión de su experiencia previa, por ejemplo: en “Aquel sector antes se extraía...” rememorando las extracciones de Macha (*Mesodesma donacium*) y/o el recurso Erizo (*Loxechinus albus*), el conocimiento de otros cultivos en la zona y la intención del cultivo de Ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) basado en la experiencia. En la Tabla 41 se presentan los cultivos de interés propuestos por los entrevistados.

Tabla 41. Cultivos propuestos por entrevistados.

Sitios Propyectados	Especie proyectada por entrevistados
Tres Peñas	Piure
Pelluhue_1	Ostras
Pelluhue_2	Ostras
Faro Carranza_1	Pelillo
Faro Carranza_2	Pelillo
Los Pellines	Choro zapato
La Trinchera_1	Ostras
La Trinchera_2	Ostras
La Pesca Río_1	Ostra y Pelillo
La Pesca Río_2	Ostra y Pelillo
La Pesca Río_3	Ostra y Pelillo
Llico_1	Erizo y Chorito
Llico_2	Erizo y Chorito
Llico_3	Erizo y Chorito
Llico_4	Erizo y Chorito
Boyeruca_2	Chorito y Ostra
Río Maule_1	Chorito y Ostra
Río Maule_2	Chorito y Ostra
El Barco	Loco
Santos del Mar_1	Loco
Santos del Mar_2	Loco
Santos del Mar_3	Loco
Cardonal	Ostra

En base a la información bibliográfica, la retroalimentación con las agrupaciones y a juicio del consultor, se generó una tabla resumen por especie (Tabla 42), que incluyó el nivel de desarrollo de la tecnología de cultivo, haciendo referencia a la existencia o no de la misma, el tipo de lugar de cultivo por especie y la complejidad del cultivo en base a la tecnología existente, crecimiento y cuidados requeridos para el desarrollo exitoso del cultivo.

Tabla 42. Tipos de cultivo, disponibilidad de tecnología, lugar más adecuado y complejidad de su desarrollo (a marzo de 2018).

Especie	Tecnología			Lugar		Complejidad cultivo		
	No existe	Incompleta	Existe	Salobre	Estuarina	Fácil	Intermedio	Difícil
Cholga			x		x	x		
Chorito			x		x	x		
Choro Zapato			x		x	x		
Ostra			x		x	x		
Pelillo			x		x	x		
Erizo		x		x				x
Piure		x		x				x
Macha		x		x				x
Lisa		x			x			x
Cochayuyo		x		x		x		
Loco	x			x				x
Huiro		x		x		x		

De la tabla anterior se puede extraer que las especies más aptas para el cultivo en esta región serían las siguientes especies nativas: Cholga (*Aulacomya atra*), Chorito (*Mytilus chilensis*), Ostra (*Ostrea chilensis* y *Crassostrea gigas*), Pelillo (*Gracilaria chilensis*) y Choro Zapato (*Choromytilus chorus*). La selección de estas especies obedece principalmente a que la tecnología de cultivo hoy en día se encuentra plenamente desarrollada. Por otra parte, su complejidad de cultivo no es mayor y sus cultivos pueden ser desarrollados en una etapa inicial para consolidar el desarrollo e incluir, como segunda etapa, nuevas especies o policultivos que se ajusten a las condiciones de lugares propuestos, de tipo estuarino y que no son zonas expuestas, condición que debe ser considerada en el desarrollo.



5.3.1 Determinación de especies

La determinación de especies potenciales para desarrollo de cultivos a pequeña escala se basó en las preferencias mayoritarias derivadas de las entrevistas realizadas a las diferentes asociaciones consultadas⁹. Además de experiencias piloto desarrolladas por los locales, en las respectivas zonas prospectadas como viables para el desarrollo de áreas para la acuicultura a pequeña escala. De esta forma, se cumplió con uno de los principales objetivos que contempla este proyecto: considerar las bases sociales involucradas para su desarrollo integrado. Lo anterior, de acuerdo con la factibilidad de mejora en emprendimientos ya existentes o iniciar el desarrollo de cultivos de nuevas especies o policultivos objetivo.

Con objeto de definir los grupos de interés en cuanto a las especies objetivo, se efectuó como parte de la encuesta la consulta de qué especies de importancia comercial les interesaría cultivar en la concesión otorgada, quedando en la Tabla 43 el resumen para los grupos entrevistados para posteriormente efectuar la correlación con los sitios asignados para levantar la información de terreno. De acuerdo a las encuestas realizadas a los locales en cada una de las caletas visitadas se elaboró la Tabla 43, que resume las especies que desean trabajar en las concesiones a entregar.

⁹ A la fecha de recopilación de antecedentes (marzo del 2018) la elección del recurso Lisa, Piure y Huiro fueron excluidas del análisis, principalmente por no formar parte de las especies proyectadas por los entrevistados, y también porque a la fecha de recopilación de antecedentes, las instancias de cultivo eran experiencias a nivel piloto, como parte de un proyecto, o bien su cultivo representaban una alta complejidad, y cuya información disponible se consideró que no era suficiente para ingresar al SEIA en formato de una Declaración de Impacto Ambiental, puesto que si bien algunos de estos pudiesen ser recursos extraídos en la zona, esta condición no es suficiente como antecedentes para ser presentados en una DIA, instancia en que el proceso de evaluación ambiental se podría haber visto truncado por la falta de antecedentes técnicos.

Tabla 43. Tabla resumen entrevistados, lugar de trabajo, especie que trabajan y especie que desearían cultivar.

N°	Nombre Entrevistado	Caleta	Nombre Organización	Extraen	Quieren
1	Juan Carlos Gallegos Gallegos	Putu	S.T.I. Pescadores Artesanales, Recolectores de Orilla, Buzos y Algueros N° 2 de Putu/ ONG	corvina-macha-lisa-lenguado-merluza-reineta-algas	-
2	Juan Carlos Jara Gutiérrez	La Pesca	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Mataquito La Pesca	Pejerey-reineta-corvina-lisa-pelillo	ostras-AMERB
3	Carolina del Pilar Lara Ferrada	Boyeruca	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores El Esfuerzo de Boyeruca	luga-cochayuyo-pelillo	chorito-ostras
4	Mirella Muñoz	Loanco	S.T.I. Pescadores Artesanales, Acuicultores y Mariscadores de Orilla de Loanco	loco-cochayuyo-lapa-piure-chorito-congrio	pelillo
5	Marta Rosas Castro	Curanipe	S.T.I. de Pescadores N°2 Curanipe	Choritos-piure	-
6	Jacob Valenzuela	La Pesca	S.T.I. de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Mataquito La Pesca	Pejerey-reineta-corvina-lisa-pelillo	ostras-AMERB
7	Froilan Recabal	Pelluhue	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores y Ramos Similares de Pelluhue	Merluza-chorito-reineta-erizo-congrio	ostras
8	Jaime Bravo	Llico	S.T.I. de Pescadores Artesanales y Afines Manuel Véliz	cochayuyo-molusco	hatchery de erizos-cuelgas de choritos
9	Rolando Alarcón	Los Pellines	S.T.I. Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores y Algueros de Pellines	choritos-jaiba-piure-reineta-merluza-corvina	-
10	Ramón Vásquez	Curanipe	S.T.I. de Pescadores N°2 Curanipe	Choritos-piure	-



Como se mencionó anteriormente y se indica en la Tabla 43, las personas entrevistadas manifestaron la intención de trabajar con una especie, excepto las que solicitaron repoblamiento para dos especies, casos de Pichilemu y Boyeruca, el primero quedó descartado por puntaje, la especie objetivo se definió de acuerdo a la experiencia de consultores con amplio conocimiento en la materia basados en las sugerencias de la gente y la factibilidad de realizar este tipo de cultivo.

En base a lo anterior los sistemas de cultivo a utilizar podrían ser:

1. Sistema de superficie:

Entre estos sistemas tenemos el sistema más comúnmente usado debido a su amplio espectro de adaptaciones, relativo bajo costo de materiales y multiobjetivo para especies marinas (Figura 19). El sistema de longline, esta modalidad posee tres partes para su emplazamiento:

A) Sistema de anclaje o fondeo

Corresponde a las estructuras que mediante su peso le confieren el anclaje al fondo marino evitando de esta forma que la estructura derive o garree (desplazamiento por el fondo).

B) Sistema de flotación

Estructuras de flotación confeccionadas con plástico HDPE (High Density PolyEthylene), que otorgan flotabilidad a las estructuras, mallas o linternas, que portan las especies en desarrollo.

C) Sistema de engorda o crecimiento

Corresponde a las estructuras que van a albergar las especies cultivadas, pudiendo poseer varias configuraciones: cajas forradas con red, cuelgas independientes cuádruple, conos, cuelgas de red, triple línea, cuelga continua, bandejas, bolsas, linternas, red y red entre longline.

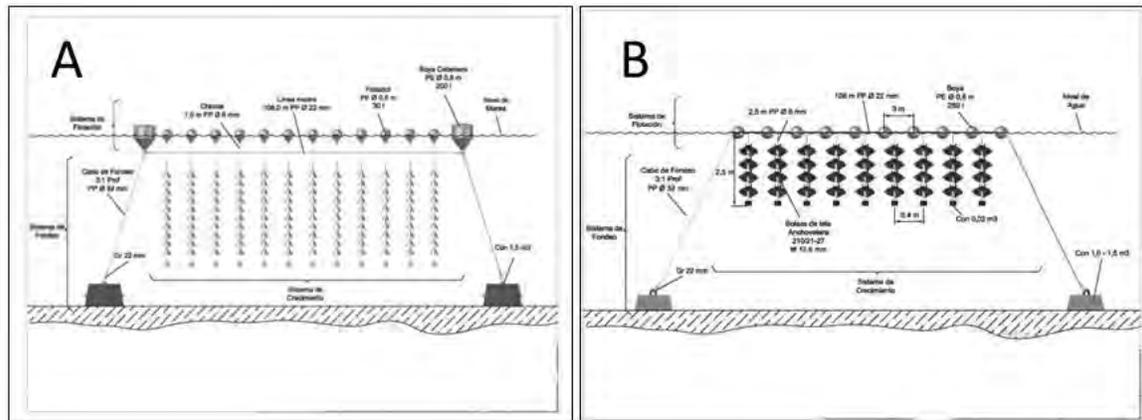


Figura 19. Configuración de un sistema de longline típico. A: con conos; B: con bolsas
(Fuente Informe Final FIP N° 2013-24).

2. Sistema de fondo:

Los sistemas de cultivo de fondo son utilizados para moluscos y algas. Cada tecnología será elegida dependiendo del tipo de sustrato, velocidad de corriente, presencia de zonas de rompiente de olas, profundidad, dinámica del sustrato, y disponibilidad de mano de obra especializada como lo son los buzos. Se proponen para cultivos de fondo moluscos de acuerdo a las siguientes artes: estacas de fondo y bandejas de fondo, para algas: sistema de amarre a piedras, cabos entre dos muertos y sistema de cultivo de horquillas con buzo (Figura 20).

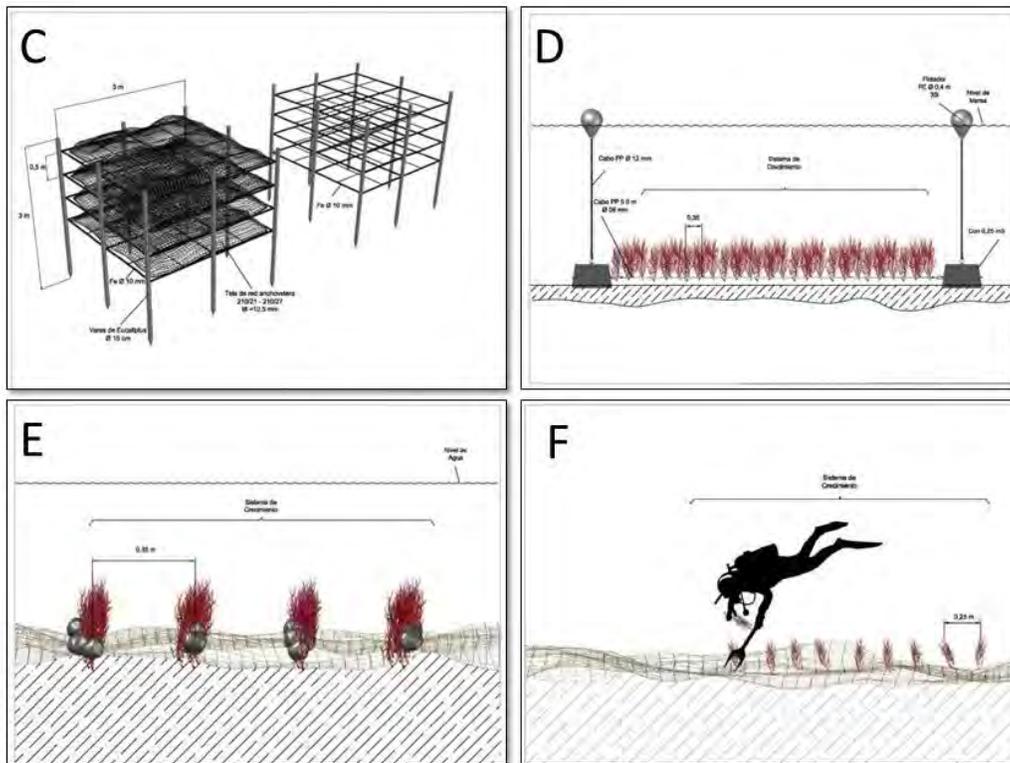


Figura 20. Configuración de un sistema de cultivo de fondo. Donde C: bandejas de fondo, D: cabo entre dos muertos, E: sistema de amarre con piedras y F: cultivo con horquilla y buzo (Fuente Informe Final FIP N° 2013-24).

La Tabla 44 muestra los sitios seleccionados, especie a cultivar, de acuerdo a lo indicado por los entrevistados y sistema de cultivo, propuestos preliminarmente, los cuales serán ratificados o modificados, de acuerdo a los resultados de la caracterización preliminar de cada sitio.

Tabla 44. Sitios seleccionados, especie a cultivar y sistema de cultivo preliminares.

ID	Nombre Sitio	Cultivo	Sistema de cultivo
1	Boyeruca_2	Chorito y Ostras	Longline
2	Llico_2	Erizo y Chorito	Longline
3	La Pesca Río_1	Ostra y Pelillo	Longline
4	La Trinchera_2	Ostras	Longline
5	Río Maule_1	Chorito y Ostras	Longline
6	Faro Carranza_1	Pelillo	Longline
7	Cardonal	Ostra chilena	Longline

Requerimientos ambientales de los cultivos

A su vez para poder determinar de mejor manera el potencial de cultivo de una especie se deben considerar factores del tipo externo como son temperatura, salinidad, profundidad del lugar, aporte de agua dulce en la concesión, rompiente, exposición, entre otros. Y también se deben considerar, factores del tipo especie como son las tolerancias de estas a los cambios de temperatura, cambios de salinidad, profundidad óptima para su desarrollo, etc. Y por último factores del tipo económico, como son el costo asociado a materiales para la instalación de un cultivo y por ende el retorno de la inversión.

Considerando lo anterior, en la Tabla 45 se presenta un resumen de los rangos de variables ambientales (profundidad, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad) para el cultivo de las especies de interés, de acuerdo a los resultados presentados en el proyecto FIP 2013-24.

Tabla 45. Rango de variables ambientales para cultivo

Especie	Variable			
	Profundidad (m)	Oxígeno disuelto (mg)	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)
Chorito	2 - 12	5 - 10	3 - 18	4 - 32
Ostra chilena	2 - 10	5 - 12	7 - 18	12 - 35
Ostra japonesa	2 - 10	5 - 10	10 - 25	10 - 34
Pelillo	2 - 10	40 - 100 %	8 - 25	8 - 34
Erizo	2 - 6	5 - 8 mg/l	5 - 20	25 - 35

* Fuente: Elaboración propia a partir de la información del proyecto FIPA 2013-24



5.3.2 Evaluación económica cultivos

En base los proyectos FIPA 2015-02 “Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala” y FIPA 2013-24 “Estudio de emplazamiento de áreas de acuicultura de pequeña escala en la zona sur (VI a XIV Regiones)”, en conjunto con búsqueda en fuentes primarias, se efectúa el siguiente análisis.

De los cultivos propuestos por los entrevistados en la Región del Maule, se destacan varias especies, las cuales la tecnología para su desarrollo es compleja o se encuentran en vías de desarrollo (Erizo, Macha y Loco). No obstante, se rescataron todas las ideas propuestas con el fin de que los sitios propuestos puedan abarcar, quizás no en el corto plazo, sino al mediano y largo plazo uno o varios tipos de cultivos sustentables, tanto económica, social y ambientalmente.

Para poder determinar la capacidad económica de los cultivos propuestos se desarrolló un análisis de “Las cinco fuerzas de Porter” que es un modelo estratégico elaborado por el ingeniero y profesor Michael Porter de la Escuela de Negocios Harvard, en el año 1979. Este modelo establece un marco para analizar el nivel de competencia dentro de una industria, para poder desarrollar una estrategia de negocio. Así de este modo podremos identificar las oportunidades, mejorar la estrategia, comparar las ventajas competitivas y conocer el entorno de desenvolvimiento del rubro.

Tabla 46. Análisis de Las cinco fuerzas de Porter para la APE.

FUERZAS COMPETITIVAS		BAJA	MEDIA	ALTA	PONDERACION	CALIFICACION
1. Poder de negociación del cliente	El servicio tiene sustitutos en el Mercado		4		19%	MEDIA
	Los usuarios o clientes son pocos	3				
	Clientes organizados	2				
2. Poder de negociación del proveedor	Materias primas sustitutas			6	28%	ALTA
	Diferenciación de producto entre proveedores	2				
	Proveedores de equipamiento		5			
3. Amenaza de nuevos competidores	Inversión de Capital	3			17%	MEDIA
	Normativas Legales/ Políticas		4			
	Diferenciación del Servicio	1				
	Economías de Escala	0				
4. Amenaza de productos sustitutos	Producto Sustituto en Precio	1			13%	MEDIA
	Producto Sustituto en Rendimiento	3				
	Producto Sustituto en Calidad	2				
5. Rivalidad entre los competidores	Productos poco diferenciados	3			23%	ALTA
	Costos Fijos		4			
	Tendencia de demanda de productos y servicios		4			
				47	100%	

BAJA	0-3	Hasta 9%
MEDIA	4-5	Hasta 19%
ALTA	6-7	Hasta 28%

1- Poder de Negociación del cliente: Se refiere a la capacidad del cliente o comprador para negociar el precio de un producto o servicio. Es importante señalar que los clientes no son pocos y que existe demanda de productos del mar, a pesar de lo anterior se considera una amenaza media ya que en supermercados existen zonas de pescadería funcionando, junto a productos sustitutos como la carne.

2- Poder de negociación del proveedor: Esta amenaza es alta, ya que los precios de los materiales e insumos para la implementación y mantención de las estructuras de cultivo



son fijos, propuestos por los fabricantes y proveedores, con los cuales es casi nulo o inexistente la negociación para conseguir precios más accesibles.

3- Amenazas de nuevos competidores: Esta amenaza es media debido a que, al momento de iniciar programas de acuicultura a pequeña escala en la zona, es probable que el desarrollo sea replicado en el corto plazo, motivando aparición de otros actores en la producción.

4- Amenaza de productos sustitutos: Esta amenaza es media debido a que son productos de consumo directo con la implicancia de producción local a baja escala, prácticamente son únicos en su tipo, pero reemplazables en precio y rendimiento por otros productos.

5- Rivalidad entre competidores: Esta es Alta debido a que, aunque hoy en día la acuicultura en la zona es prácticamente nula e inexistente, con solo cultivos de Ostra chilena en el sector de Cardonal, la industria ya cuenta con competidores.

En conclusión, el atractivo de la APE es medio, y se deben considerar aquellos factores en los cuales se puedan generar ventajas competitivas, como la diferenciación y la innovación. Los competidores son parte importante de la empresa, siempre se debe investigar qué hacen y en qué innovan sus productos, estos permitirán no quedar obsoletos en el mercado y así poder competir directamente con ellos.

Finalmente, para definir los alcances en la evaluación económica es fundamental determinar de mejor manera el potencial de cultivo de una especie considerando los factores ambientales y geográficos, tales como temperatura, salinidad, profundidad del lugar, aporte de agua dulce en la concesión, rompiente, exposición, entre otros. Factores intrínsecos de la especie objetivo de cultivo como pueden ser las tolerancias de estas a los cambios de temperatura, cambios de salinidad, profundidad óptima para su desarrollo, etc. y por último factores del tipo económico (implementación y desarrollo), como son el costo asociado a materiales para la instalación de un cultivo y por ende el análisis del retorno de la inversión.

Matriz FODA

Se puede destacar que la APE puede aprovechar de forma eficiente las fortalezas y oportunidades que tiene para qué al utilizar los recursos actuales; desarrolle estrategias efectivas que contrarresten las debilidades y amenazas tanto internas como externas, aprovechando las tendencias del mercado actual:

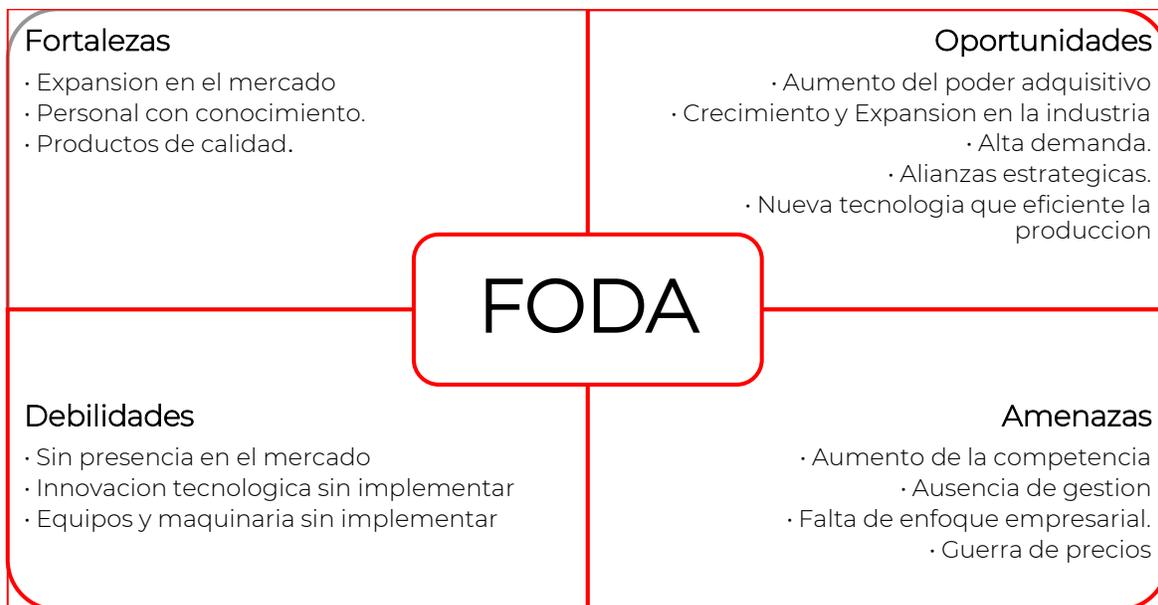


Figura 21. Matriz FODA para APE

Financiamiento

Los financiamientos estatales son de gran ayuda al sector acuicultor, sobretodo en la etapa inicial de la implementación de un sistema de cultivo, el cual requiere de una fuerte inversión con la que los beneficiarios no cuentan. Es por esto que, en el caso de las algas, existe el “Programa de Bonificación al repoblamiento y cultivo de algas”, de la Ley 20.925 (junio de 2016), del Fondo de Administración Pesquero, que “Crea bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas”. Este programa financia hasta el 70% del costo de un proyecto para pequeños acuicultores, pescadores y organizaciones de pesca artesanal, lo que sería una buena alternativa de financiamiento.

Además, están los programas “Sustenta tu mar” y “Cultiva tu mar”, del Fondo de Fomento de la Pesca Artesanal, que promueven el desarrollo sustentable de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos con apoyo a las organizaciones titulares del área, en el



fortalecimiento de sus capacidades comerciales y de administración, y de actividades de acuicultura con financiamiento en la implementación de instalaciones de cultivo.

En particular, para la región del Maule existe el programa gubernamental de apoyo a la acuicultura a pequeña escala, llamado “Programa de fomento y desarrollo productivo para el sector pesquero artesanal Región del Maule, año 2020”, cuya segunda línea de financiamiento corresponde a “repoblamiento o cultivo en AMERB o en concesiones de acuicultura, enfocada en estudios de seguimiento, gestión de cultivos y concesiones, y equipamiento e infraestructura para acuicultura de pequeña escala”, el cual durante el año 2020 financió proyectos que van entre los \$2 millones a \$40 millones.

Adicional, la Ley 21.069 en febrero del 2018, “Crea el Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala, INDESPA”, institucionalidad encargada de fomentar y promover el desarrollo de la pesca artesanal, de la acuicultura de pequeña escala y sus beneficiarios, proporcionando asistencia técnica y apoyo financiero directo.

También existe el Programa Fortalecimiento Gremial y Cooperativo 2020 de Sercotec. Este es un beneficio que apoya a distintas asociaciones de carácter regional que buscan desarrollar proyectos con objetivos comunes, mejorar su capacidad de gestión y que puedan ofrecer nuevos y mejores servicios a sus asociados, clientes y al mercado. Esto como parte del compromiso que tiene Sercotec para fortalecer la asociatividad en Chile.

Modelo de Negocios

Un modelo de negocio, también conocido como diseño de negocio, es la planificación que realiza una empresa respecto a los ingresos y beneficios que intenta obtener. Es una herramienta previa al plan de negocio que permitirá definir con claridad qué ofrecer al mercado, cómo, a quien y de qué forma se van a generar ingresos.

El cooperativismo es un modelo negocios, que tuvo mucho éxito en la Caleta San Pedro, ubicada en la región de Coquimbo. Si lo que quieren es diseñar y plantear fórmulas de comercialización basado en las características de los productores y que permitan rentabilizar la actividad se propone replicar la muy exitosa experiencia de esta caleta de macheros, basada en el desarrollo de productos con valor agregado.

El cooperativismo es asociatividad, es un medio muy importante para llevar a cabo diversas acciones con un alto impacto. Por esto, la conformación de una asociación



gremial y/o empresarial o una cooperativa permite sacar adelante iniciativas que no podrían ser alcanzadas por pymes o emprendedores en particular, y cobran aún más fuerza si son impulsadas por entidades como Subpesca o Corfo.

Para lograr impulsar en la VII región la Acuicultura de pequeña escala para los productos chorito, ostra, erizo y/o pelillo, es necesario revisar los principales mercados nacionales existentes en la zona y el país, así como los mercados internacionales.

5.3.3 Antecedentes de cada especie

Chorito (*Mytilus chilensis*)

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Mytilus chilensis* y costos de inversión total estimada para la implementación de un cultivo de esta especie en APE. Las tablas fueron elaboradas a partir de la información recopilada de los proyectos FIPA 2015-02 y FIPA 2013-24 (Tablas de la 47 a 49).

Tabla 47. Consideraciones técnicas cultivo de *Mytilus chilensis* (Fuente: Elaboración propia).

Consideraciones técnicas	
Especie	Chorito (<i>Mytilus chilensis</i>)
Zona de cultivo	Región del Maule
Tipo de Cultivo	suspendido
Largo de cuelga	4
Separación entre cuelgas	0,4 m
Densidad de cosecha	600 u/m
Rendimiento	28,5 kg/cuelga
Rendimiento por línea	17.670 kg
Precio semilla	\$1
Profundidad de operación promedio	10 metros
Técnica de cultivo	Cuelga continua
Cantidad de cuerdas por longline	2

Tabla 48. Costos de inversión preoperacionales para cultivo suspendido de *Mytilus chilensis* (Fuente: Elaboración propia).

Item	medidas	cantidad	Precio unitario	Precio total	Total UF
línea principal (cabo de polipropileno)	24mm	22	205	\$4.510	0,16
Cuerda de crecimiento	10mm	44	106	\$4.664	0,16
boyas	40cm	900	30.000	\$27.000.000	944,06
fondeo concreto	500kg	44	65.000	\$2.860.000	100,00
cabo de fondeo	24 mm	50	478	\$23.900	0,84
grilletes	3/4'	264	5.090	\$1.343.760	46,98
giratorios	3/4'	264	7.635	\$2.015.640	70,48
guarda cabo	3/4'	264	2.690	\$710.160	24,83
Total				\$33.962.634	1.187,50

Tabla 49. Costos totales de inversión para la implementación de un cultivo de *Mytilus chilensis* (Fuente: Elaboración propia).

Hectáreas	Dimensión promedio líneas	Cantidad de líneas	Costo infraestructural	Costo de densidad de siembra	Inversión total estimada
5,85	125	22	\$33.962.634	\$33.249.600	\$67.212.234

Mercado para el chorito

A principios del 2000, la industria del chorito de Chile exportaba unas 4.000 toneladas y obtenía retornos por U\$10 millones. Su principal destino era España y los formatos reinantes eran carne IQF y conservas. 18 años más tarde, la actividad realizó envíos por cerca de 80.000 toneladas y las ventas sobrepasaron los US\$210 millones. A España se le unía en igualdad de condiciones Rusia, pero, además, solo un peldaño más abajo se situaba Estados Unidos.

A grandes rasgos, el mercado asiático ha tenido un fuerte crecimiento en el último tiempo y se espera que para el año 2030, según datos de la FAO, China demande el 38% de chorito congelado a nivel mundial. Por otro lado, el consumo de esta proteína se enfoca principalmente en ciudades desarrolladas, como Beijing, Shanghai, Guangzhou y Shenzhen, las cuales presentan una tendencia al consumo *gourmet* de recetas



gastronómicas extranjeras, con productos de calidad y de gran aporte nutritivo, como por ejemplo el pastel de mariscos o choritos rellenos.

La industria del chorito no solo se ha quedado mirando hacia el extranjero. También están apuntando a fortalecer el consumo interno y por varias vías. A nivel nacional es comercializado a plantas de proceso, supermercados y comercializadoras en el mercado nacional, en formato vivo, congelado, conserva, fresco-refrigerado, teniendo como mercado potencial el retail, hoteles y restaurants. De hecho, asociaciones gremiales como AmiChile crearon recientemente un comité comercial encargado de “incrementar el consumo y mejorar el posicionamiento del mejillón chileno o chorito, tanto en el mercado nacional como en el internacional, pero con énfasis en Chile”.

Con dichos objetivos en vista, se establecieron una serie de estrategias vinculadas a incrementar la disponibilidad y presencia de esta proteína en mercados institucionales, como lo es el caso de JUNAEB. Por tanto, puede ser extensivas a participar con otras instituciones como Gendarmería, SENAME y Fuerzas Armadas.

Según lo publicado por el IFOP para el año 2020, no hay información de valor por kilo para la región del Maule para esta especie, sin embargo, se considerará el precio de la zona más cercana que registra valores (región de Los Ríos), cuyo precio varió entre \$500 y \$800 el kg de choritos (Figura 22). Considerando una concesión de 5,85 há, con un rendimiento total de 394,87 ton. y un valor de \$500 por kilo de chorito, se obtendrían en total \$197.435.000, lo que permitiría la rentabilidad de la APE.

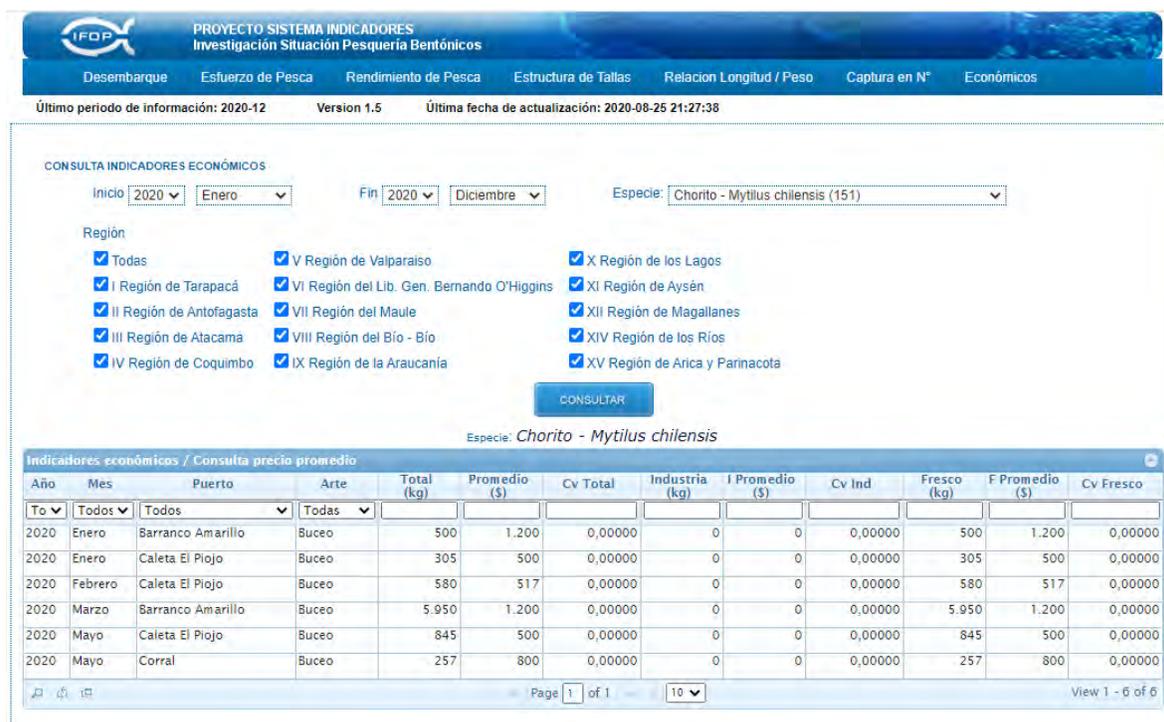


Figura 22. Valores de venta registrados para la especie *Mytilus chilensis* en la región de los Ríos (Fuente: IFOP).

Ostra japonesa (*Crassostrea gigas*)

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Crassostrea gigas* y costos de inversión total estimada para la implementación de un cultivo de esta especie en APE. Las tablas fueron elaboradas a partir de la información recopilada en la “Guía para el cultivo de ostras del pacífico (*Crassostrea gigas*)” y proyecto FIC Código BIP 30432928-0 (Tablas de la 50 a 52).

Tabla 50. Consideraciones técnicas cultivo de *Crassostrea gigas* (Fuente: Elaboración propia).

Especie	Ostra chilena y ostra japonesa
Unidad de crecimiento	bandeja de fondo con un piso
N° bandejas por módulo	5
Tamaño comercial	7 a 9 cm
Densidad cosecha	127 u/m ²
Rendimiento bandeja	152,4 u/ bandeja
Rendimiento módulo	762 u/módulo
Peso promedio utilizado	85 gr/u
Valor de la semilla	\$5
Inversión por módulo en semillas	\$3.810

Tabla 51. Costos de inversión para cultivo suspendido de ostras (Fuente: Elaboración propia).

Módulo 5 bandejas					
Ítem	medidas	cantidad	Precio unitario	Precio total	Total UF
Varas de eucaliptus	15cm (diámetro)	21	\$1.000	\$21.000	0,28
tela de red anchovetera	12,5 mm	5	\$400	\$2.000	0,06
Hilo de nylon	2 mm	2	\$9.800	\$19.600	0,68
Total				42.600	2,23

Tabla 52. Costos totales de inversión para la implementación de un cultivo de Ostras (Fuente: Elaboración propia).

Hectáreas	Dimensión de cada modulo	Cantidad de módulos	Costos preoperacionales	Costo de módulos y siembra	Costos operacionales	Inversión total estimada
2,01	7,8 m ²	268	\$9.270.770	\$12.437.880	\$10.220.455	\$31.929.105

Mercado para Ostras

Hoy el mercado mundial de las ostras está creciendo consistentemente y, lo mejor de todo, con buenos precios. Es cosa de ver lo que sucede en Estados Unidos. Si en el 2000 este destino importó un total de 9.440 toneladas de ostras por un monto equivalente a US\$40 millones y a un precio promedio de US\$4,32/kg, durante el año pasado las cifras crecieron



hasta las 11.987 toneladas y por montos de US\$74 millones. El precio promedio se elevó hasta los US\$6,2/kg.

Ciertamente que la “buena salud” de las ostras a nivel internacional está despertando el interés de varios emprendedores locales, aunque se aprecia que se lo están tomando con calma. “Actualmente debe haber entre 30 a 40 pequeños productores, pero que tienen una visión distinta”, hoy no se está pensando en grandes empresas que apunten a los mercados más importantes, sino que, en algo más local, más relacionado con la Acuicultura de Pequeña Escala (APE).

Tanto Fundación Chile, a través de Cultimar; como AquaPacífico, están trabajando en líneas de apoyo y fomento para que pescadores artesanales se reconviertan en ostricultores o, simplemente, se generen microempresas acuícolas que abastezcan mercados puntuales, como restaurantes de la zona o Santiago. El foco es generar transferencia tecnológica y lograr que más personas produzcan este molusco.

Según lo publicado por el Servicio nacional de Pesca y Acuicultura para el año 2017, no hay información de precio playa en la región del Maule para esta especie ni en otra región, sin embargo, se considerará el precio según Guisado *et al.*, 2017 (Proyecto FIPA N° 2015-02), que fija el precio de \$1.050 el kg y se obtendrían \$110.565 por bandeja.

Considerando una cosecha anual y una concesión de 2,01 há con 268 módulos con bandejas de un piso, se estima una producción total de 17,36 ton. Con un valor de venta de \$1.050 el kilo de ostras, se obtendría \$18.228.000 en la primera cosecha, por lo que considerando los valores de inversión de la

Tabla 52, la inversión se estaría recuperando para la segunda cosecha. Ahora bien, se debe considerar que existen otros mercados, como por ejemplo la venta en ferias gastronómicas, en donde se puede ofrecer la docena de ostras a \$5.000 o incluso los valores pueden alcanzar los \$500/unidad en el caso de venta directa a turistas, por lo que es posible que la inversión se pudiera recuperar en menos tiempo.

Pelillo (*Gracilaria chilensis*)

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Gracilaria chilensis* y costos de inversión total estimada para la implementación de un cultivo de esta especie en APE. Las tablas fueron elaboradas a partir de la información recopilada del proyecto FIPA 2015-02 (Tablas de la 53 a 55).

Tabla 53. Consideraciones técnicas cultivo de *Gracilaria chilensis* (Fuente: Elaboración propia).

Siembra de fondo	
Unidad de crecimiento	Cabo sembrado con horquilla
separación entre plántula	0,25 m
separación entre líneas	0,25 m
Tamaño de parcela	10 x 100 m
Rendimiento por línea	600 kg
Rendimiento por parcela	24.000 kg
Número de talos por parcela	14.286
Precio de talo	\$40

Tabla 54. Costos de inversión para cultivo de fondo de pelillo (Fuente: Elaboración propia).

Dimensión de Parcela	Cantidad de parcelas en 1hás	Número de talos por parcela	Rendimiento por parcela (ton)	Costo talo	Costo de siembra 1 parcela
10 x 100m	10	14.286	15	\$40	\$571.440

Tabla 55. Costos totales de inversión para la implementación de un cultivo de pelillo (Fuente: Elaboración propia).

Hectáreas	Dimensión de cada modulo	Cantidad de módulos	Costos preoperacionales	Costo de módulos y siembra	Costos operacionales	Inversión total estimada
1,02	1000 m ²	10	\$50.000	\$ 5.282.688	\$10.220.455	\$15.553.143

Mercado para Pelillo

Pese a que la acuicultura en Chile continúa dominada por la salmonicultura y mitilicultura, principalmente, el cultivo de algas –pelillo (*Agarophyton chilensis*) en su mayoría– sigue siendo una actividad de enorme relevancia para numerosas comunidades costeras en regiones como las de Coquimbo y Los Lagos. Esta actividad ha permitido el desarrollo de varias caletas pesqueras, así como ha posibilitado reducir la explotación de las praderas naturales de estos recursos.



De acuerdo con cifras el último Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), en 2019 se cosecharon 19.600 toneladas de algas, cifra un 7,2% inferior a la obtenida en 2018. Aquí, el 95,4% correspondió a pelillo, el cual tuvo cosechas por 18.672 toneladas el año pasado, mostrando una baja de un 9,5% en comparación con las 20.639 del año anterior. Cabe destacar que el pelillo se explota en un 85,4% en la región de Los Lagos y en un 9,5% en la región de Coquimbo. La actividad representó el 1,5% del total de cosechas acuícolas nacionales.

En cuanto a exportaciones, conforme con datos de la Sección de Economía del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), a base de información de Aduanas, en 2019 los envíos de pelillo sumaron 1.965 toneladas, con retornos por exportaciones de US\$ 31,2 millones. De esta alga se producen agar-agar, alga seca y colagar. Entre los principales países de destino figuran Japón, Estados Unidos, Rusia, México y Tailandia. En cuanto al comercio nacional, el mercado potencial está en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética (Díaz et al., 2015)

Las especies chilenas más utilizadas como algas comestibles, ya sea para consumo interno o para exportación, corresponden a Cochayuyo (*Durvillaea antarctica*), Chicoria de Mar (*Chondracanthus chamissoi*), Luche *Pyropia* spp (ex *Porphyra* spp), Carola *Callophyllis variegata* y Lechuguilla (*Ulva* spp). En 2014, se registraron desembarques por 11.355 t. de algas para consumo humano directo, equivalentes a un 2,6% del total de algas.

Algunos de los formatos de comercialización más usados corresponden a alga deshidratada (rollos, picada, trozada, molida, harina, mermelada) en bolsas o envases de distinto peso y también cocidas, ahumadas, entre otros desarrollos incipientes.

A partir del año 2014, comienzan a visualizarse en Chile los primeros emprendimientos desarrollados en base a macroalgas con valor agregado. Esta situación ha permitido asegurar la venta de un determinado volumen y mejorar los precios en playa, con beneficio directo para los pescadores artesanales. MUNANI y KALLOFKEN son un ejemplo de emprendedores que de una u otra forma han acercado las macroalgas a la población chilena. Los productos gourmet que ofrecen (snacks, barras de cereal, macroalgas deshidratadas en escamas, mermeladas, etc.) son agradables a la vista y de mayor precio en comparación con los productos tradicionales. Poco a poco se han sumado más emprendimientos; la mayoría realizados por mujeres de pequeñas localidades costeras del país (Navidad, Cobquecura, Estaquilla, Dalcahue, entre otras).

En general, los emprendedores han realizado alianzas estratégicas para el abastecimiento de la materia prima con agrupaciones de algueras y recolectores de diferentes zonas de la costa del país. Se espera que lo mismo ocurra con las macroalgas, *Gracilaria chilensis*, cultivadas en APE.

Según lo publicado por el Servicio nacional de Pesca y Acuicultura para el año 2017, no hay información de precio playa en la región del Maule para esta especie, sin embargo, se considerará el precio de la zona más cercana (región del Biobío, caleta Coliumo), cuyo precio es de \$400 el kg (alga húmeda), al igual que lo registrado en IFOP para el año 2019 en la región de los Ríos (Caleta el piojo), que también registró valores de \$400 el kg (Figura 23.). Sin embargo, se debe tener en cuenta que el valor del pelillo es muy variable, ya que en otras regiones su valor puede bajar incluso a los \$65 el kilo (Maullín, región de los Lagos).

Considerando una concesión de 1,02 há, con una producción anual de 245 ton y un valor de venta de \$400 por kilo, se obtendría \$98.000.000, siendo este un cultivo que permitiría la rentabilidad de la APE.



Figura 23. Valores de venta registrados para la especie *Gracilaria chilensis* en la región de los Ríos (Fuente: IFOP).



Erizo rojo (*Loxechinus albus*)

A continuación, se presentan las fichas técnicas para *Loxechinus albus* y costos de inversión total estimada para la implementación de un cultivo de esta especie en APE. Las tablas fueron elaboradas a partir de la información recopilada del proyecto FIPA N° 2015-02 (Tablas 56 y 57).

Tabla 56. Consideraciones técnicas cultivo de *Loxechinus albus* (Fuente: FIPA N° 2015-02).

CONSIDERACIONES TÉCNICAS	
Especie	Erizo (<i>Loxechinus albus</i>)
Zona de cultivo	Regiones de Atacama y Coquimbo
Características de cultivo	Suspendido
Nivel de producción final (categoría APE)	176.150 unidades
Perdida de biomasa en proceso productivo	10%
Semillas requeridas para producción	195.700 unidades (considera pérdida de biomasa)
Costo semilla	\$30 por unidad de 15- 20 mm (se valoriza la compra de semillas (2)
Densidad final cultivo	900 unidades de semilla de 15 -20 mm por linterna
Rendimiento final cosecha	20 ejemplares adultos por piso (200 adultos por linterna)
Crecimiento	3 años
Periodicidad de cosechas	una cosecha cada 3 años
Periodicidad de siembras	Anual
Estrategia de siembras	Propuesta siembra anuales
Prof. de operación promedio	20 m
Técnica de cultivo	Cultivo suspendido en longline simples
Sistemas de crecimiento	Linternas de 10 y 25 mm 10 pisos (dispuestos longline simples separadas cada 1,5 m
Características longline	Líneas de 120 m de longitud (PP 32 mm Ø). Una línea por longline. 80 linternas /longline
Flotadores por longlines dobles	80 flotadores por longline de 150 L c/u separados cada 1,5 m
Distancia entre longlines	10,0 m de separación
Rendimiento por longline	16.000 unidades cosecha
Cantidad de longlines requeridos	11 Long line de 120 m /línea (con 80 linternas de crecimiento c/u)
Área de concesión	3,5 Há

Tabla 57. Costos totales de inversión para la implementación de un cultivo de *Loxechinus albus* (Fuente: FIPA N° 2015-02).

Hectáreas	Inversión y gastos preoperacionales	Costos fijos de operación	Costos variables de operación	Inversión total estimada
3,5	\$117.192.361	\$56.390.934	\$28.527.521	\$202.110.816

*Valores extraídos de proyecto FIPA 2015-02. Dado el carácter experimental de este cultivo, no hay antecedentes que permitan dimensionar una eventual inversión en infraestructura de cosechas. Se sugiere, considerar, a modo referencial, la infraestructura valorizada en este mismo informe para otros moluscos.

Mercado para el erizo

Chile Representa el 44% de la producción de erizos a nivel mundial y aunque el abastecimiento se realiza el 100 % en pesca extractiva hoy existen en el sur de Chile Programas Tecnológicos “Producción de Semilla y Repoblamiento de Erizo Rojo y Loco para potenciar la diversificación de la Acuicultura Nacional”, financiado por Corfo, los beneficiarios directos son los pescadores artesanales de la costa chilena.

Hoy en día existen programas que han trabajado, con empresas asociadas y los pescadores, un modelo con dos líneas estratégicas: la repoblación con semillas y el manejo pesquero que incremente el rendimiento de la gónada”, lo que permite que el modelo de negocios pueda dar sustentabilidad a la industria del erizo, en términos de stock y calidad del recurso.

Dado el carácter experimental de este cultivo, no existen valores definidos de la inversión en infraestructura, sin embargo, utilizando como valores referenciales de proyectos anteriores y estimaciones de producción, se estima que una concesión de 3,5 hás tendría una producción estimada de 176.500 unidades de erizo al año, considerando un valor de venta de \$350/unidad, se obtiene como retorno \$ 61.652.500, sin embargo, se debe considerar que la primera cosecha se realizaría al tercer año, lo cual no haría rentable el cultivo de esta especie, ya que los costos de inversión son muy elevados, lo cual dificulta su financiamiento, por lo que por ahora, no se recomienda el cultivo de esta especie.

5.3.4 Ratificación o modificación de los cultivos

A raíz de los resultados de la caracterización ambiental llevada a cabo en cada uno de los sitios seleccionados, se reevaluó la factibilidad de los cultivos propuestos en contraste con los resultados obtenidos, los cuales fueron comparados con los rangos ambientales para cada cultivo, presentados en el informe FIP 2013-24 y con información bibliográfica adicional, para determinar que especie y sistema de cultivo es el más apropiado para cada uno de los sitios seleccionados. Si bien se privilegió las preferencias de los titulares, en algunos casos las características ambientales de los sitios no eran las adecuadas para las especies deseadas, por lo que se proponen otras especies y sistemas de cultivo. A continuación, en la Tabla 58, se presentan las especies y sistema de cultivo más adecuado de acuerdo a bibliografía y a la experiencia del equipo técnico.

Tabla 58. Cultivo y sistema de cultivo propuestos por la unidad técnica de acuerdo con los resultados de CPS.

Sitio seleccionado	Cultivo propuesto	Justificación	Sistema de cultivo
Boyeruca_2	Pelillo	Salinidad, profundidad y distancia menor a 200 m con otra concesión, permite solo cultivo de pelillo	Directo en el fondo
Llico_2	Ostras	Profundidad y salinidad no permiten cultivo de erizo y chorito	Bandejas de fondo
La Pesca Río_1	Ostras y Pelillo	A petición del titular y cumple con los requerimientos ambientales	Ostras en bandejas de fondo y Pelillo directo al fondo
La Trinchera_2	Ostras	A petición del titular y cumple con los requerimientos ambientales	Bandeja de fondo
Río Maule_1	Ostras	Profundidad muy baja para cultivo de chorito	Bandeja de fondo
Faro Carranza_1	Pelillo y Ostras	A petición del titular y ostras por rentabilidad	Pelillo directo al fondo y Ostras en bandejas de fondo
Cardonal	Ostras	A petición del titular y cumple con los requerimientos ambientales	Bandeja de fondo



En el caso de los sitios La Trinchera, Cardonal y La Pesca, los entrevistados indicaron su interés por cultivar ostras y el último, también pelillo. Estos tres sitios, cumplen con los requerimientos ambientales para llevar a cabo los cultivos que desean, pero no el sistema de cultivo propuesto inicialmente por lo que se propone implementar sistema de cultivo de fondo, en este caso de bandejas de fondo para ostras, en vez de sistema suspendido (long-line), ya que todas presentan profundidades inferiores a 2 metros.

En el sitio Faro Carranza, se propone el cultivo de pelillo y ostras. pelillo a petición del titular y ostras como recomendación de la unidad técnica, ya que es un cultivo muy rentable.

Los otros tres sitios seleccionados, no tienen las características apropiadas para los cultivos deseados, por lo que se proponen otras alternativas. En el caso de Boyeruca 2, se propone el cultivo de pelillo directo al fondo, ya que la salinidad y profundidad no permiten el cultivo de choritos ni ostras. Lo mismo ocurre en Llico 2 y Río Maule, por lo que se propone el cultivo de ostras en bandejas de fondo.

Se propone el cultivo de ostras, considerando dos especies: ostra chilena y ostra japonesa. Si bien la ostra japonesa no es una especie nativa, ha demostrado ser un buen cultivo a lo largo de todo Chile, gracias a su adaptación y buen crecimiento. Ambas especies poseen una diversidad de sistemas de cultivos que se pueden adaptar a cada uno de los sitios, los cuales no son de gran complejidad ni requieren una inversión mayor. Así mismo, un factor importante a considerar es la disponibilidad de semilla, para el caso de la ostra japonesa, existe disponibilidad de esta a precios rentables y con seguridad en su crecimiento, siendo la empresa Cultivos Marinos Tongoy una de las más importantes proveedoras de semillas, con disponibilidad permanente. Por otra parte, en Chiloé también es posible encontrar otros productores de semillas. Todo lo anterior, sumado a que la ostra es un recurso cotizado y bien pagado, los convierten en un cultivo rentable y con proyecciones favorables. Así mismo se propone el cultivo de pelillo, por ser una especie nativa con características favorables como alto nivel de adaptabilidad, factibilidad de cultivo, bajo nivel de inversión en siembra y cosecha, y cortos periodos de crecimiento. Si bien el precio en el mercado puede ser variable, en la actualidad se puede obtener un valor rentable.

En la Tabla 59 se presentan los sistemas de cultivo, número de módulos y/o parcelas, costo total de inversión estimado, producción y ganancia estimadas por sitio.

En el caso de Boyeruca 2, La Pesca 1, Río Maule y Faro Carranza, se observa que al primer año de cosecha ya se estaría recuperando parte de la inversión, por lo que el cultivo en



esos sitios sería rentable desde la primera cosecha. A diferencia de lo que ocurre con los sitios Llico 2, La Trinchera 2 y Cardonal, la inversión se estaría recuperando a partir de la segunda o tercera cosecha. Ahora bien, se debe considerar que los valores de venta con los cuales se realizaron los cálculos son de referencia y existen otros mercados, como por ejemplo la venta en ferias gastronómicas, en donde se puede ofrecer la docena de ostras japonesas a \$5.000 o incluso los valores pueden alcanzar los \$500/unidad en el caso de venta directa a turistas, lo mismo ocurre con la ostra chilena, que en algunos mercados se vende a \$2.000 la docena, por lo que es posible que la inversión se pudiera recuperar en menos tiempo. Lo que hace relevante que la APE se integre al sector turístico y gastronómico de la zona. También se debe destacar que los valores de venta corresponden a los productos en fresco, por lo que la rentabilidad de cada sitio podría aumentar si se vendieran productos con valor agregado (conservas, ahumados, etc).

En este sentido, el desarrollo de APE en la región del Maule tendría proyecciones positivas, dependiendo de las propias organizaciones y de su capacidad para atraer a los turistas y visitantes si la rentabilidad de la actividad es a corto o mediano plazo, ya que esta región destaca por sus zonas pesqueras, gastronómicas y de turismo aventura y es muy visitada por turistas a nivel nacional.

En Vichuquén se puede visitar a los artesanos que elaboran cerámicas de arcilla blanca y coirón, tejidos a telar y tallados en madera. El pueblo fue declarado Zona Típica para conservar la arquitectura colonial, la que se puede observar en sus antiguas casas y que te harán preguntarte qué historias se tejen detrás de esos largos corredores.

Para aquellas personas que son amantes de las olas y las playas, no pueden dejar de visitar las caletas de Boyeruca, Duao, Pellines, Loanco, El Monolito, Pelluhue y Curanipe. En Iloca se pueden realizar caminatas, cabalgatas y degustación de gastronomía en base a productos del mar. Existe variada oferta de alojamiento, restaurante y mucho que ver y hacer en la Región del Maule. Para los amantes de la naturaleza, existen diversas reservas para la observación de flora y fauna.

Tabla 59. Sistema de cultivo, módulos totales, inversión total y producción estimadas por sitio.

Sitio	Hectáreas	Área utilizada	Sistema de cultivo	Módulos totales	Inversión total	Producción estimada total anual (ton)	Precio por Kg	Producción	Total
Boyeruca 2	1,01	100% pelillo	Directo en el fondo	10,2	\$15.553.143	245	\$400	\$98.000.000	\$98.000.000
Llico 2	0,73	50% ostra chilena	Bandeja de fondo	46	\$21.865.165	3,04	\$746	\$2.267.840	\$5.396.840
		50% ostra japonesa	Bandeja de fondo	47		2,98	\$1.050	\$3.129.000	
La Pesca 1	9,49	50% pelillo	Directo en el fondo	10	\$44.197.145	240	\$400	\$96.000.000	\$131.201.600
		25% ostra chilena	Bandeja de fondo	303		19,6	\$746	\$14.621.600	
		25% ostra japonesa	Bandeja de fondo	303		19,6	\$1.050	\$20.580.000	
La Trinchera 2	2,89	50% ostra chilena	Bandeja de fondo	184	\$26.138.257	11,92	\$746	\$8.892.320	\$21.471.320
		50% ostra japonesa	Bandeja de fondo	185		11,98	\$1.050	\$12.579.000	
Rio Maule	5,91	50% ostra chilena	Bandeja de fondo	378	\$33.260.007	24,48	\$746	\$18.262.080	\$44.039.580
		50% ostra japonesa	Bandeja de fondo	379		24,55	\$1.050	\$25.777.500	
Faro Carranza	4,58	50% pelillo	Directo en el fondo	26	\$40.384.829	624	\$400	\$249.600.000	\$268.799.240
		50% ostra chilena	Bandeja de fondo	165		10,69	\$746	\$7.974.740	
		50% ostra japonesa	Bandeja de fondo	165		10,69	\$1.050	\$11.224.500	
Cardonal	2,01	50% ostra chilena	Bandeja de fondo	134	\$31.929.105	8,68	\$746	\$6.475.280	\$15.589.280
		50% ostra japonesa	Bandeja de fondo	134		8,68	\$1.050	\$9.114.000	

Valores de venta de pelillo y ostra chilena extraídos de Índices económicos en IFOP, 2020; Valores de venta de ostra japonesa extraídos de Proyecto FIPA N° 2015-02; Inversión total incluye costos preoperacionales, costos de los módulos y semillas y costos operacionales.



5.4 Objetivo 4

Realizar los muestreos ambientales en terreno de Caracterización Preliminar del Sitio (CPS), con la correspondiente recolección y procesamiento de datos, según corresponda, en conformidad con la normativa vigente.

5.4.1 Recopilación información previa: sedimentos, información físico-química, batimetría y columna de agua.

La Región del Maule está situada entre los 34°41' y 36°33' de latitud sur. Su límite norte corresponde a la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, al sur limita con la Región del Biobío, al oeste con el Océano Pacífico y al este con el límite internacional de la República Argentina. La superficie regional abarca 30.296,10 km², extensión que representa el 4,0% de la superficie nacional, sin considerar el Territorio Chileno Antártico.

La ciudad de Talca corresponde al principal núcleo urbano y se constituye en la capital regional. La mayor parte de la población regional habita principalmente la Depresión Intermedia, condición que permite la existencia de numerosos poblados pequeños en las zonas rurales. Según el Censo 2017, la población alcanza a 1.044.950 habitantes, con una densidad de 34,49 hab/km².

Desde un punto de vista administrativo, la Región del Maule se compone de 30 comunas distribuidas en cuatro provincias: Cauquenes, Curicó, Linares y Talca. Del este total, seis de ellas corresponden a comunas costeras, que de norte a sur corresponden a las siguientes: (1) Vichuquén, (2) Licantén, (3) Curepto, (4) Constitución, (5) Chanco y (6) Pelluhue.

El conjunto de estas 6 comunas costeras alcanza una superficie total de 2.573 km², equivalente al 8,5% de la superficie regional. La comuna de Constitución posee la mayor superficie (1.344 km²), mientras que Licantén es la más pequeña del conjunto (273 km²). Según datos del Censo 2017, disponibles en el portal del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), estas 6 comunas costeras albergan un total de 82.990 habitantes, valor que representa el 7,9% de la población regional. La comuna con mayor número de habitantes



corresponde a Constitución (46.068 hab), mientras que Vichuquén alberga la menor cantidad de personas (4.322 hab).

La Región del Maule presenta los cinco relieves típicos del país, con un clima mediterráneo cálido y subhúmedo que permite la existencia de vegetación nativa y el desarrollo de plantaciones artificiales. El sistema hidrográfico se compone por dos cuencas de importancia: la cuenca del río Mataquito y cuenca del río Maule. Además de estas dos cuencas, existen otras hoyas de menor extensión que fueron identificadas por Niemeyer (1980): (i) hoya del río Huenchullami (interfluvio costero de los ríos Mataquito y Maule), (ii) río Reloca (sur del río Maule), (iii) estero Chanco (interfluvio de los ríos Maule e Itata).

La cuenca del río Mataquito es de régimen mixto y sus afluentes corresponden al río Teno y río Lontué. Posee una hoya hidrográfica de 6.200 km² de superficie y el caudal medio es de 153 m³/s. Desemboca en el mar al sur de la laguna de Vichuquén. Sus aguas son utilizadas para el regadío de cultivos en el valle, abarcando una superficie de regadío de 100.000 hectáreas.

El río Maule es uno de los más importantes en el país. Su hoya hidrográfica abarca una superficie de 20.300 km² y posee un caudal medio de 467 m³/s. Nace en la Cordillera de los Andes y tiene como tributarios en su curso superior a los ríos Puelche, Los Cipreses, Claro y Melado; en el Valle Longitudinal tiene como afluentes el río Loncomilla, para finalmente desembocar en el mar en Constitución con un ancho de 200 m (CADE-IDEPE, 2014).

La caracterización hidrológica que se posee de la cuenca del río Maule, donde principalmente se desarrolla este proyecto, se encuentra dispersa en diversos estudios, siendo algunos de ellos solicitados en su tiempo por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ministerio del Medio Ambiente, para la realización de los Anteproyectos de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección del río Mataquito, además de estudios acotados a áreas específicas por parte de universidades o definidos por diversos proyectos que se encuentran relacionados con las cuencas del río Maule y del Mataquito.

Para caracterizar un sistema fluvial, es necesario conocer las características sedimentológicas del sistema acuático, dado que el sedimento desempeña también un importante papel en el movimiento físico, la especiación química y el destino biológico de los contaminantes (Cisternas, 1998). En este sentido, un sistema fluvial es una parte de la superficie terrestre que se diferencia física, química y biológicamente de las zonas

adyacentes (Selley, 1970), siendo este espacio físico el lugar donde operan los procesos sedimentarios que son responsables del transporte y depósito de partículas (Arche, 1992).

En relación con el tipo de sedimentos dominantes, en la zona estuarina de la cuenca del Maule dominan las partículas de mayor tamaño (arenas gruesas, grava gruesa y guijarros); mientras que, en los fondos marinos las arenas muy finas corresponden al componente más representativo (Tabla 60).

Tabla 60. Resultados obtenidos en la clasificación textural de sedimentos de la cuenca del río Maule (MM: muestra mar; MP: muestra playa y MR: muestra río), Fuente: Instituto Nacional de Hidráulica, 2003.

Muestra	D ₉₀ (mm)	D ₈₄ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₁₆ (mm)	Desv. Std.	Clasificación
MM-1	0.19	0.16	0.12	0.07	1.474	Arena muy fina
MM-2	0.11	0.15	0.09	0.05	1.726	Arena muy fina
MP-1	0.32	0.25	0.19	0.14	1.351	Arena fina
MP-2	0.57	0.53	0.37	0.22	1.547	Arena media
MR-1	51.51	50.12	34.88	26.72	1.370	Grava gruesa
MR-2	30.90	30.23	26.28	20.80	1.206	Grava gruesa
MR-3	21.91	21.48	18.53	0.14	12.387	Grava media
MR-4	44.18	43.46	39.44	29.05	1.223	Grava gruesa
MR-5	0.24	0.19	0.13	0.06	1.784	Arena fina
MR-6	0.20	0.16	0.11	0.05	1.789	Arena fina
MR-7	88.50	87.29	80.44	53.79	1.274	Guijarro
MR-8	48.62	45.51	34.23	22.39	1.426	Grava gruesa
MR-9	0.60	0.53	0.15	0.06	2.927	Arena fina

La interpretación de la clasificación de los sedimentos está relacionada con procesos que determinan la depositación de las partículas en un determinado lugar. Un sedimento mal seleccionado, se asocia con la existencia de diferentes componentes hidrodinámicos que determinaron su depositación (cambios en la intensidad o dirección de la corriente), por el contrario, un sedimento muy bien seleccionado, indica la existencia de un solo agente dinámico que intervino en su depositación, seleccionando entonces partículas muy homogéneas en cuanto a tamaño.



En el caso de la morfología del estuario del río Maule, se establece de forma general, que dicho estuario posee características especialmente atípicas a los modelos presentados por Araya-Vergara (1981) y Castro (1987), para un estuario dominado por olas. Definiéndose, como un estuario dominado por riada, esto al coincidir las características descritas para este tipo: presencia de caudal importante y gran aporte de material sedimentario, presencia de plataforma continental desfavorable para la progradación deltaica, estar sometido a sistema de alta energía de oleaje (condición común en todo el país), fuertes corrientes que dispersen el material de sur a norte (caso típico de nuestro litoral) y finalmente, que los procesos fluviales restrinjan la influencia marina, caso que se da en el estuario del Maule. Todos estos antecedentes coinciden con la definición de Cooper (1993), para la definición de un estuario dominado por el río (Venegas, 2014).

Los factores que inciden en la calidad agua en la Región del Maule, a lo largo de sus principales cuencas hidrográficas, se aprecia en la Tabla 61. Por ejemplo, el análisis de los factores incidentes que afectan la calidad del agua se obtuvo mediante una tabla de doble entrada mediante esta se identifica en la primera columna el segmento en estudio, mediante la estación de calidad asociada a éste. La segunda identifica los factores tanto naturales como antropogénicos que explican los valores de los parámetros contaminantes. La tercera identifica aquellos parámetros seleccionados con valores excepcionalmente mayores para el segmento correspondiente y de los cuales se dispone de información ya sea proveniente de la red de monitoreo de la DGA y/o de muestreos puntuales realizados por otra entidad. La última columna fundamenta y particulariza los factores incidentes (CADE-IDEPE, 2014).

Tabla 61. Factores incidentes, parámetros que pueden verse afectados y caracterización de los factores de riesgo para la calidad fisicoquímica del agua en la cuenca del Maule (Fuente: CADE-IDEPE, 2004).

Estación de calidad	Factores incidentes		Parámetros que pueden verse afectados	Caracterización del factor
	Naturales	Antropogénicos		
Río Maule, aguas abajo del médano	<p>Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas.</p> <p>Arrastre de sedimentos ricos en aluminosili-catos.</p> <p>Incorporación de aguas termales.</p>	Contaminación difusa debido a ganadería.	Cu, Cr, Mo, Al Posible CF y CT, DBO ₅ .	<ul style="list-style-type: none"> Geología: Formaciones volcánicas del período Cuaternario consistente en coladas, basaltos andesitas y basaltos. Volcanismo: Descabezado Grande, Quizapu, Descabezado Chico, San Pedro Hidrología: Río Maule, emisario de la Laguna del Maule. Incorporación de los ríos Melado y Claro Hidrogeología: Existencia de Termas de Nitrao, Baños de la Monja, Baños Campanario, entre otros. Geomorfología: Cajas de río en forma de V. Ganadería: Veranadas de bovinos, caprinos y ovinos Cubierta vegetal: Bosque caducifolio de montaña. Estepa alto andina
Río Maule en Armerillo 0732-MA-10	<p>Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas</p> <p>Arrastre de sedimentos ricos en aluminosili-catos</p> <p>Incorporación de aguas termales</p>	Contaminación difusa debido a ganadería	Cu, Cr, Mn, Mo, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> Geología: Basamento geológico de formaciones rocosas del período Cretácico y Terciario consistente en rocas volcano sedimentarias, con predominancia de calizas, tobas y brechas. Volcanismo: Descabezado Grande, Quizapu, Descabezado Chico, San Pedro Industrias: Central hidroeléctrica Los Cipreses y Pehuenche Ganadería: Veranadas de bovinos, caprinos y ovinos
Río Maule en Longitudinal 0732-MA-20	<p>Cambio de régimen léntico a lóxico</p> <p>Régimen de caudales</p>	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	Cu, Cr, Mn, Mo, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> Geología: Depósitos no consolidados, rellenos de materiales aluviales y coluviales por los cuales escurre el acuífero asociado. Alta permeabilidad hidráulica Hidrología: Embalse Colbún Industrias: Centrales hidroeléctricas: Colbún, y Machicura

	<p>regulados por centrales hidroeléctricas</p> <p>Filtraciones subterráneas de los embalses</p>	<p>Contaminación difusa por centro poblado</p> <p>Retención de sedimentos</p>		<ul style="list-style-type: none"> Centros Poblados: Localidad de San Clemente (89,6% de tratamiento de aguas servidas) y Colbún. Descargas: Descarga ESSAM Agricultura: Actividad agrícola principalmente en hortalizas y gramíneas
<p>Río Maule en el Forel 0738-MA-10</p>	<p>Recarga del río Maule por aguas subterráneas</p> <p>Arrastre de sedimentos ricos en aluminosi-licatos</p>	<p>Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes</p>	<p>Cu, Mn, Mo, Al</p> <p>Posiblemente DBO₅, CF, CT</p>	<ul style="list-style-type: none"> Geología: Formaciones rocosas sedimentarias, metamórficas y plutónicas o hipoabisales consistente en granitos y granodioritas impermeables de nula permeabilidad (batolito costero) Hidrogeología: Encajonamiento del acuífero que drena paralelo al río Maule por material de relleno no consolidado de alta permeabilidad Hidrología: Incorporación de ríos Loncomilla y Claro Geomorfología: Encajonamiento del río por la cordillera de la costa Silvicultura: Plantaciones de <i>Pinus radiata</i> Agricultura: Plantaciones de viñas y parronales

Se presenta en la Tabla 62, valores de parámetros tomados *in situ* para calidad de agua en ríos de la cuenca del Maule, donde se aprecia que la mayoría de los valores están por debajo o igual al límite de detección de la técnica analítica, quedando en su mayoría como aguas de Clase 0 y solo para el caso del aluminio se clasifica como aguas de Clase 3.

Tabla 62. Calidad de agua para cuenca del río Maule, tipificada como clase de calidad ambiental (Fuente CADE-IDEPE, 2004).

Cuenca	Conductividad μS/cm	pH	O ₂ mg/L	Cobre μg/L	Aluminio mg/L	Arsénico mg/L
Maule	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 3	Clase 0

Para el caso específico de la cuenca del Maule las zonas monitoreadas corresponden a aguas con Clase I de Muy Buena Calidad, Óptima para la protección y conservación de ecosistema acuáticos, alta biodiversidad con una gran riqueza, con buena concentración de oxígeno, escasa carga orgánica, estado oligotrófico (MMA, 2017). La Figura 24 indica distribución de la cuenca del río Maule.

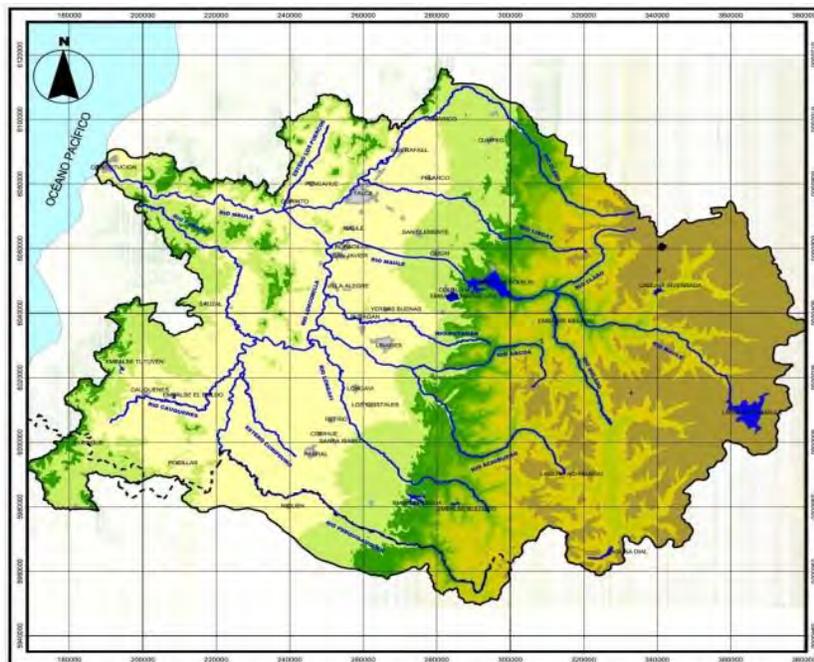


Figura 24. Representación a color de la cuenca del Maule. Fuente DGA-MOP, 2018.



Conforme a las zonas hidráulicas definidas por el estuario realizado por el INH (2003), para el estuario del río Maule, la calidad de agua se describe como aguas turbias con una transparencia mínima, oligohalino con tendencia a dulce, lo que indica agua muy homogénea y de predominio netamente fluvial (Venegas, 2014).

El borde costero de la Región del Maule se caracteriza por poseer zonas de dunas, acantilados o bluffs¹⁰, además de líneas litorales arenosas (Araya-Vergara, 1982), la información relacionada a las profundidades que poseen las cuencas hidrográficas más destacadas de la región se origina de estudios de caracterización de los estuarios que constituyen estas cuencas en su llegada al mar. El estuario del río Maule corresponde a un estuario de riada, es decir que el flujo fluvial domina los eventos marinos (Araya-Vergara, 1970), también tipificado desde el punto de vista morfológico como un estuario dominado por ría. Con profundidades que van entre los 0 y 8 m (Figura 25).

¹⁰ Farallón, promontorio o risco escarpado.

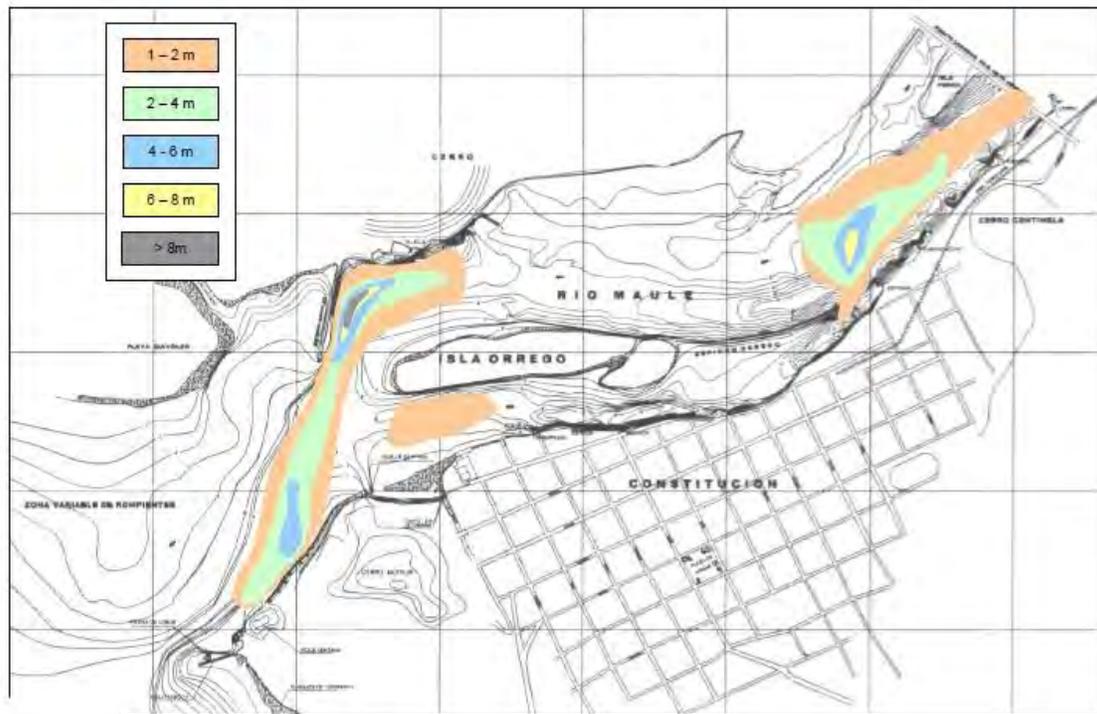


Figura 25. Representación batimetría exploratoria del río Maule. Fuente: Instituto Nacional de Hidráulica (2003).

Los estudios realizados para las cuencas de la Región del Maule indican el levantamiento de mayor cantidad de información para confirmar sus resultados de manera que se pueda evaluar eventuales cambios estacionales.

En el ámbito marino costero, los estudios oceanográficos son prácticamente inexistentes. A nivel estatal, la Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), dependiente de la Armada de Chile, posee un Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL) con una extensa red de estaciones de monitoreo marino que cubre todo Chile, desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes y Antártica Chilena. Sin embargo, todo el borde costero de la Región del Maule no se encuentra incorporado al POAL.

Según información proporcionada en el portal de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), de las seis comunas costeras cinco de ellas cuentan con Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) con cuerpo receptor final en cursos de agua y cumplimiento de la Tabla 1 del Decreto Supremo 90: Licantén (río Mataquito), Curepto

(estero El Venado), Constitución (estero sin nombre), Chanco (estero Chanco) y Pelluhue (río Curanilahue). Actualmente, la comuna de Vichuquén no contaría con una PTAS, ya que si bien se presentó una DIA para la PTAS y que fue aprobada mediante la RCA 232/2000, aun no habría sido construida.

En cuanto a proyectos ingresados al SEIA, solamente para la comuna de Constitución se registraron iniciativas que generaron información a través del levantamiento de líneas bases en el medio marino: (i) Central Termoeléctrica Los Robles (AES GENER, 2007) y (ii) Planta Celulosa Constitución (CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN, 2006).

Central Termoeléctrica Los Robles

El proyecto se localizó en punta Pacoco, adyacente a la Ruta M-50 en el km 73,3 de la comuna de Constitución. La caracterización ambiental de las aguas marinas se efectuó mediante la cuantificación de una serie de parámetros físicos y químicos en dos puntos de muestreo: Punto 1 (6.065.865N - 719.038E) y Punto 3 (6.065.593N -719.190E). Los autores no indican el estrato de profundidad de recolección de las muestras de agua. En la Tabla 63 se proporciona los resultados de las mencionadas mediciones.

Tabla 63. Mediciones y valores de concentración de parámetros físicos y químicos cuantificados en dos puntos de muestreo de la columna de agua de mar.

Parámetro	Unidad	Punto 1	Punto 3
Calcio	mg/L	325	349
Sodio	mg/L	138	128
Magnesio	mg/L	10,28	10,27
Potasio	mg/L	469	445
Litio	mg/L	0,19	0,20
Hidróxidos totales	meq/L	<0,2	<0,2
Carbonatos	mg/L	<0,1	<0,1
Bicarbonatos	mg/L	198	203
Sulfatos	mg/L	909	951
Sulfitos	mg/L	<0,01	<0,01
Cloruros	mg/L	7.014	6.969
Nitratos	mg/L	4,28	4,97
Boro	mg/L	13,3	13,4
Sílice	mg/L	4,48	4,32
Dureza total	mg/L	1.497	1.472
Dureza carbónica	meq/L	1,98	2,03
Dureza no carbónica	meq/L	0,165	0,192
pH a 25°C	Unidad	7,6	7,6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	35	46



Además, los autores proporcionan perfiles verticales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para un total de 7 estaciones, de las cuales una de ellas es considerada de tipo referencial (Control).

Los perfiles térmicos revelaron un ligero calentamiento superficial, aunque la gradiente en profundidad no evidenció la presencia de termoclinas. El diferencial térmico entre superficie y fondo de la columna de agua fue cercano a 1°C. En aguas superficiales, la variación térmica varió entre 12,2°C y 13,0°C; mientras que, en profundidad los valores de temperatura registraron una variación entre 11,7°C y 11,9°C.

La salinidad mostró una alta homogeneidad tanto en el campo horizontal como vertical. Los valores registraron una variación en torno a 34,7‰. El patrón de distribución vertical de oxígeno disuelto fue similar en todas las estaciones, con valores concentración comparativamente mayores en superficie. En ninguna de las estaciones se detectó la presencia de oxiclina. La diferencia de oxígeno disuelto entre la superficie y fondo de la columna de agua varió entre 0,3 mg/L y 1,83 mg/L. En promedio, las aguas superficiales registraron una concentración de 4,9 mg/L; mientras que, en las aguas de fondo la concentración media de oxígeno disuelto fue ligeramente menor (4,1 mg/L).

En esta línea base no se efectuó una caracterización granulométrica, física o química de los sedimentos submareales. Sin embargo, se incorporó una descripción de las comunidades de la macrofauna intermareal y submareal de fondos blandos, efectuada en marzo de 2007. La caracterización de la macrofauna intermareal de playas de arena se efectuó en base a tres transectas.

Para este tipo de ambiente, se identificó cinco grupos faunísticos siendo Crustacea y "Otros" las agrupaciones con mayor representatividad en términos de abundancia numérica (40% cada una). Los crustáceos estuvieron representados por *Excirologa hirsuticauda* y *Orchestoidea tuberculata*; mientras que, el grupo "Otros" estuvo compuesto por nematodos y oligoquetos. Los poliquetos representaron el 20% restante de la abundancia numérica y correspondieron exclusivamente a individuos de la familia Opheliidae.

Con respecto a la macrofauna submareal de fondos blandos, muestreada en la misma fecha (marzo 2007), el diseño de muestreo consideró 7 estaciones, de las cuales 6 de ellas se establecieron frente a la zona de descarga de las aguas de refrigeración de esta central



termoeléctrica; la estación restante que actuó como referencial (Control) fue ubicada a 3,8 km al NE de la localidad de Loanco.

La identificación taxonómica de la macrofauna recolectada, permitió reconocer 39 entidades faunísticas, correspondiendo a Crustacea el mayor aporte en taxa (48,7% del total). Polychaeta registró la segunda contribución con el 38,5% de los taxa identificados. En tercera posición se ubicó Mollusca (2,6%).

En términos de abundancia numérica, las especies con mayores aportes correspondieron a los anfípodos *Haustoriidae* sp. (4.674 ind/m²), *Diastylis* sp (2.644 ind/m²) y *Ampelisca araucana* (2.375 ind/m²). Dentro de Polychaeta, las especies con mayores abundancias fueron *Eteone aestuarina* (2.375 ind/m²) y *Spiophanes bombyx* (1.839 ins/m²). En Mollusca solo se reconoció la presencia de un bivalvo (*Myrella* sp. con 115 ind/m²). El grupo "Otros" estuvo representado por Nematoda (153 ind/m²).

Planta Celulosa Constitución

La caracterización del ambiente marino de las aguas, sedimentos y biota frente a la Planta Celulosa Constitución, se efectuó en base a una campaña de línea base efectuada en noviembre de 2004. Esta planta se encuentra ubicada próxima a la ribera sur de la desembocadura del río Maule, en la comuna de Constitución. El levantamiento de información, además de estudios sobre oceanografía física, incorporó la caracterización de la columna de agua, sedimentos y comunidades bentónicas intermareales y submareales de fondos blandos.

Columna de agua

La red de muestreo estuvo integrada por 6 estaciones, de las cuales una de ellas actuó como estación referencial (control) y estuvo situada a 1.000 m aproximadamente de los cinco restantes (Tabla 64). Las muestras discretas fueron recolectadas en dos estratos de profundidad (superficie y fondo).

Tabla 64. Coordenadas UTM (m) de las estaciones de muestreo de columna de agua, sedimentos submareales y macrofauna submareal de fondos blandos.

Estación	UTM E	UTM N
SMBR-01	733.655	6.088.073
SMB-02	734.123	6.088.500
SMB-03	734.073	6.088.699
SMB-04	734.279	6.088.756
SMB-05	734.339	6.088.555
SMB-06	734.205	6.088.622

Datum WGS-84 Huso 18 Sur

Los perfiles de temperatura revelaron la presencia de aguas superficiales con una variabilidad térmica entre 11,63°C y 13,41°C. En los primeros 8 m de profundidad, la temperatura se mantiene sobre los 11°C. En todos los perfiles térmicos se identifica una termoclina. Bajo los 10 m de profundidad, los valores de temperatura se estabilizan y registran como mínimo 10,91°C en las cercanías al fondo de la columna de agua.

La salinidad superficial mostró un intenso gradiente, con valores que fluctuaron entre 30,04 psu y 34,75 psu. En las estaciones más cercanas a la desembocadura fluvial, los perfiles verticales de salinidad evidenciaron intensas haloclinas entre los 0,5 m y 3 m de profundidad. Bajo los 6 m de profundidad, la salinidad no mostró mayores variaciones. Este patrón de distribución halina, estaría asociado con la descarga al mar de aguas del río Maule.

La concentración de oxígeno disuelto en superficie fue alta y varió entre 7,2 mg/L y 8,6 mg/L. Entre los 0,5 m y 2 m de profundidad, la concentración de este gas evidencia una intensa disminución. Bajo este estrato, los valores tornan a la estabilización con niveles de concentración entre 0,9 mg/L y 3,3 mg/L cercanos al fondo marino. Estos resultados sugieren la ocurrencia de condiciones hipóxicas en las aguas de fondo.

En relación con los parámetros restantes, en la Tabla 65 se presenta un resumen de las mediciones efectuadas en los estratos de profundidad de la columna de agua. De la serie de parámetros medidos, un número importante de ellos presentaron mediciones bajo sus respectivos límites de detección: detergentes aniónicos, hidrocarburos fijos, hidrocarburos volátiles, índice fenol, mercurio y poder espumógeno. Mientras que, un segundo grupo de parámetros (aceites y grasas, coliformes fecales y coliformes totales) registraron presencia mayoritaria en el estrato superficial de la columna de agua. Finalmente, parámetros como



la DBO5 y los sólidos totales en suspensión estuvieron presentes en ambos estratos de la columna de agua.

De las mediciones cuantificables, los coliformes fecales registraron recuentos muy altos, aunque puntuales (SM-3); la DBO₅ reveló mediciones altas para el agua de mar en todas las estaciones y los niveles de concentración de los sólidos suspendidos fueron comparativamente altos y de baja variabilidad en toda el área de estudio. Estos resultados probablemente reflejen la influencia de la pluma de descarga del río Maule.

Tabla 65. Todas las mediciones en mg/L, excepto coliformes totales y coliformes fecales (NMP/100 ml) y poder espumógeno (mm).

Estación	AG	CT	CF	DBO ₅	SAAM	HCF	HCV	IF	Hg	PE	STS
Superficie											
SMR-1	<5	3*10 ²	27	<10	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	41
SM-2	<5	8*10 ²	21	30	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	33
SM-3	<5	5*10 ³	1,3*10 ⁵	35	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	47
SM-4	<5	5*10 ³	30	20	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	32
SM-5	<5	50	8	25	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	34
SM-6	9	<2	<2	<10	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	38
Fondo											
SMR-1	<5	<2	<2	30	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	37
SM-2	<5	4	2	33	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	50
SM-3	<5	<2	<2	25	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	57
SM-4	<5	<2	<2	<10	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	52
SM-5	<5	<2	<2	24	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	41
SM-6	<5	<2	<2	38	<0,2	<5	<0,05	<0,002	<0,001	<2	45

AG: aceites y grasas, CT: coliformes totales, CF: coliformes fecales, DBO₅: demanda bioquímica de oxígeno, SAAM: detergentes aniónicos, HCF: hidrocarburos fijos, HCV: hidrocarburos volátiles, IF: índice fenol, Hg: mercurio, PE: poder espumógeno, STS: sólidos totales suspendidos.

Sedimentos intermareales y submareales

Los sedimentos fueron recolectados en noviembre y diciembre de 2004, en base a muestras intermareales y submareales. Para el ambiente intermareal se analizó un total de 24 muestras de sedimentos; mientras que, para el submareal se recolectó y analizó un conjunto de 6 muestras, que correspondieron a las mismas estaciones en donde se obtuvo las muestras de columna de agua.

En cuanto a la granulometría y contenido orgánico, en el intermareal predominaron las arenas gruesas y medias con niveles de concentración de materia orgánica <2%. En el submareal, las componentes predominantes correspondieron a arenas finas y muy finas;



la presencia de arena media fue ocasional. En este tipo de ambiente, la materia orgánica no superó el 3%.

La presencia de mercurio fue registrada en los sedimentos de todas las estaciones del submareal, aunque con baja variabilidad (0,02-0,03 mg/kg). Por otra parte, en ninguna de las muestras de sedimentos recolectadas en el submareal se detectó la presencia de hidrocarburos fijos o volátiles (<50 mg/kg y <0,1 mg/kg, respectivamente).

Macrofauna intermareal de fondos blandos

Esta componente biótica fue caracterizada en base a 6 transectas perpendiculares a la línea de marea, abarcando desde el supralitoral al infralitoral. En cada transecta se posicionaron 4 estaciones y en cada estación se recolectó una muestra con réplica. Una de las transectas fue considerada referencial (control) y se ubicó a 1.000 m de las restantes.

La composición específica de la macrofauna estuvo integrada por solo 3 especies, todas ellas del grupo Crustacea: *Emerita analoga*, *Orchestoidea tuberculata* y *Excirolana braziliensis*. De estas tres especies, la más abundante numéricamente fue *E. analoga* (90,63%). Las primeras dos especies (*E. analoga* y *O. tuberculata*) estuvieron presentes en la totalidad de las transectas.

La abundancia numérica varió entre un mínimo de 5 individuos y un máximo de 150 ejemplares. En términos de biomasa, el mayor aporte correspondió a *E. analoga* (96,6%).

Macrobiota intermareal de fondos duros

Para caracterizar este tipo de comunidades, el diseño de muestreo contempló un arreglo de 5 transectas distribuidas perpendiculares a la línea de mareas, abarcando desde el supralitoral al infralitoral. En cada transecta, se distribuyeron 5 estaciones y en cada una de ellas se recolectaron dos muestras.

La composición específica estuvo integrada por 36 taxa, que se distribuyeron en tres grupos principales: (i) microalgas (38,9%), (ii) macrobiota sésil (16,7%) y (iii) macrobiota móvil (44,4%). En términos de cobertura biótica, las algas *Mazzaella laminarioides* (37,1%), *Porphyra columbina* (11,9%) y *Lithothamnion* sp. 8,3%), correspondieron a las especies con mayores niveles de colonización del sustrato rocoso. En síntesis, en el área de estudio

dominaron las algas rodófitas. De los invertebrados, el bivalvo *Perumytilus purpuratus* registró una cobertura del 38,1%.

De la macrobiota móvil (invertebrados), las mayores abundancias correspondieron a moluscos: *Siphonaria lessona* (48,8%) y *Nodilittorina araucana* (31,1%). Estas dos especies de moluscos, junto a otras dos más: *Collisella zebrina* y *Chaetopleura peruviana* se registraron en toda el área de estudio. Los moluscos dominaron la macrobiota móvil en términos de abundancia numérica (90,0%). La abundancia promedio varió entre 22,8 ind/0,25 m² y 77,7 ind/0,25 m².

Macrofauna submareal de fondos blandos

La caracterización de esta comunidad bentónica se efectuó en base a una red de 6 estaciones, distribuidas aproximadamente entre 6 y 12 m de profundidad. Una de estas estaciones, fue ubicada a 1.000 m de las anteriores para efectos de estación referencial (control). Las muestras de macrofauna fueron recolectadas con un corer de 0,01 m² de superficie, extrayéndose 3 réplicas en cada estación de muestreo (18 muestras en total).

La identificación taxonómica de la macrofauna permitió reconocer un total de 26 taxa, correspondiendo a crustáceos (53,8%) y poliquetos (34,6%) los mayores aportes en especies. Otros grupos faunísticos que también se registraron correspondieron a moluscos, nemátodos y nemertinos, aunque con solo un taxón cada uno.

La mayor abundancia numérica correspondió al poliqueto *Spiophanes bombyx* (43,3%). El cumáceo *Diastylopsis* sp. registró una abundancia numérica secundaria (16,4%). Otras especies presentes registraron abundancias numéricas menores al 10% de la abundancia total.

En cuanto a la abundancia numérica promedio, los valores de este parámetro variaron entre 11 ind/0,01 m² y 242 ind/0,01 m². La biomasa promedio registró un valor de 25,22 g/0,01 m². Sin embargo, este valor reflejó la alta influencia de un único ejemplar del molusco bivalvo *Mulinia edulis* (97,82% de la biomasa total). La riqueza específica fluctuó entre 7 y 15 especies por estación. Respecto del estado de condición de esta comunidad, las curvas ABC reflejaron cierto grado de perturbación en dos estaciones, aunque el análisis de los índices ecológicos no reveló señales de estrés en la estructura comunitaria.



5.4.2 Caracterización preliminar de Sitio (CPS).

Los muestreos para los informes de Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) fueron realizados en el mes de diciembre de 2019 y enero de 2020 en cada uno de los sitios seleccionados en consenso con la Subsecretaria, considerando la Resolución Exenta 3612/09 y sus modificaciones, y a lo establecido en las bases del presente proyecto, en las cuales se indica que para la elección de las categorías, deben ser considerados solo los criterios de profundidad del sector, tipo de fondo y cuerpo de agua en donde se ubican, no considerando nivel de producción ni especie en cultivo. Por lo que las categorías que definieron las campañas de muestreo deberían corresponder a: 3 y/o 4 y/o 5 y/o 6 y/o 7

Finalmente, precisar que las especies escogidas para los cultivos en cada sector atienden a los requerimientos de estas especies en función de los resultados ambientales encontrados. En cuanto a la evaluación ambiental de estos resultados de CPS, es competencia de la SSP pronunciarse respecto al cumplimiento normativo de la Res. Ex. 3612/09 y sus modificaciones.

A continuación, se entrega la información obtenida del levantamiento realizado para cada sitio seleccionado en conjunto con la contraparte técnica, de acuerdo a lo establecido en la Res.Ex. N° 3612/09. En el Anexo F se adjuntan los formularios de CPS, planos, e informes de laboratorio.

5.4.2.1 BOYERUCA 2

El área de trabajo se situó en el cauce bajo del Estero San Pedro de Alcántara, cercano a su desembocadura al mar, en el sector de Boyeruca, comuna de Vichuquén. La caracterización preliminar del sitio Boyeruca 2 incluyó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones físico-químicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de Boyeruca 2:

PLANO BATIMETRICO

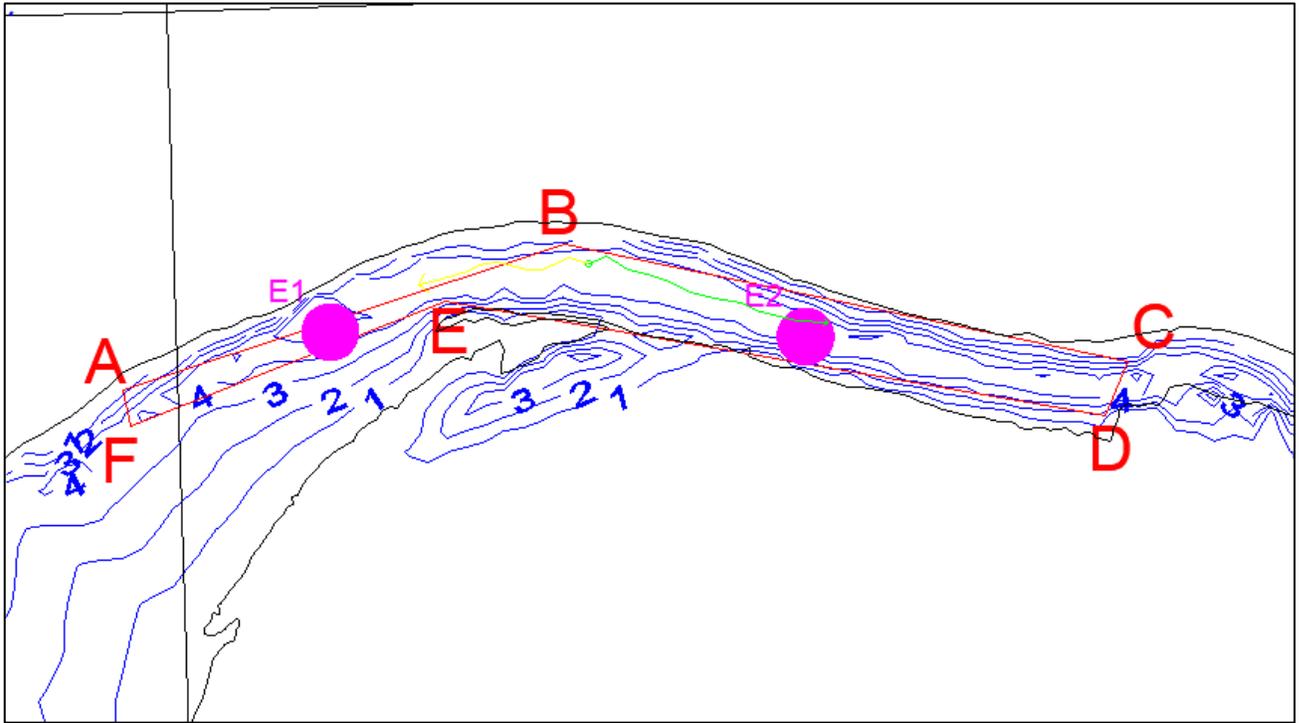


Figura 26. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Boyeruca 2 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sitio comprende un área de 1,01 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 7 estaciones, más una estación adicional al interior, para caracterizar de mejor forma el sitio seleccionado, el cual tiene una gran longitud. Todas las estaciones muestreadas correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 2% y 13,8% (Tabla 66). Según lo establecido en la Res. Ex. N°3612/2009, el límite de aceptabilidad de MOT es $\leq 9\%$, por lo que los valores registrados en 3 de las 8 estaciones estarían por sobre este límite. Esta resolución también establece que “En el caso de la CPS, la condición anaeróbica se constatará si se incumplen los límites de aceptabilidad de cualquiera de las variables en a lo menos 30% de las estaciones determinadas para el sector solicitado”. Teniendo esto en cuenta, el sitio Boyeruca 2, se encontraría en condición anaeróbica, ya que del 100% de las estaciones con sustrato blando, el 37,5% superó el límite.



Figura 27. Fotografías del levantamiento en el sector de Boyeruca 2.

Tabla 66. Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Boyeruca 2.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	221312	6157693	Blando	3,4	2,0
VB	221508	6157758	Blando	10,6	1,1
VC	221758	6157706	Blando	11,1	1,4
VD	221748	6157682	Blando	13,8	1,8
VE	221455	6157733	Blando	4,8	1,0
VF	221315	6157677	Blando	2,0	1,3
E1	221404	6157719	Blando	3,2	1,0
E2	221615	6157717	Blando	3,5	2,4

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron superiores a 7,1 unidades de pH, cumpliendo con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones. Sin embargo, los valores de potencial Redox fueron inferiores a 50 mV en 7 estaciones monitoreadas, presentando incluso valores negativos en 5 de ellas (Tabla 67). Estos valores negativos en sedimentos son generalmente indicativos de enriquecimiento de materia orgánica, tamaño de grano de sedimento fino y pobre oxigenación (Cenma, 2008).

Tabla 67. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Boyeruca 2.

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	-213	8,1	19,8	214	1
VB	-437	7,8	19,9	214	-223
VC	-415	7,5	20,1	210	-205
VD	-335	7,7	20,7	210	-125
VE	-404	7,9	20,1	210	189
VF	-196	7,9	19,7	214	18
E1	-237	8,1	19,7	214	-23
E2	-428	7,9	19,7	214	-214

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color negro con un olor leve en todas las estaciones y textura correspondiente a arena fina y fango.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena fina y fango (Tabla 68). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, varío entre muy pobremente seleccionada y extremadamente mal seleccionada, según la escala de Folk (1980;Tabla 69).



Tabla 68. Resultados de granulometría del sedimento sitio Boyeruca 2.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	VE	VF	E1	E2
Grava	-1	4 - 2	0,26	0,70	3,60	1,72	0,14	0,14	0,61	0,15
Arena muy gruesa	0	2 - 1	1,00	4,77	2,80	4,72	3,38	0,66	1,24	3,20
Arena gruesa	1	1 - 0,5	1,31	6,68	13,60	7,66	3,66	2,43	2,58	4,94
Arena media	2	0,5 - 0,25	12,65	18,05	21,84	10,75	16,40	19,98	20,81	26,02
Arena fina	3	0,25 - 0,125	63,79	18,72	16,94	13,15	22,20	62,08	47,99	31,74
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	9,06	4,41	6,75	8,03	5,07	9,41	7,46	7,82
Fango	5	< 0,062	11,93	46,67	34,47	53,96	49,15	5,30	19,31	26,13
	Peso total de la muestra		100,03	100,01	100,04	100,02	100,03	100,01	100,02	100,01
	Diámetro medio de grano		3,00	3,94	3,24	4,23	4,12	2,50	3,07	3,31
	Grado de selección		1,04	2,41	2,48	2,48	2,28	0,70	1,55	1,97
	Curtosis		4,70	0,78	0,90	0,87	0,82	2,59	1,40	1,15
	Asimetría		0,53	0,12	0,26	-0,09	0,10	-0,19	0,44	0,41
	Color		Negro							
	Olor		Leve							
	Textura		Arena fina	Fango	Fango	Fango	Fango	Arena fina	Arena fina	Arena fina
	Origen		Sedimento estuarino							

Tabla 69. Escala de Folk

Grado de Selección (ϕ)		Asimetría (ϕ)	
Muy bien seleccionado	<0,35	Asimetría muy negativa	-1,00 a -0,30
Bien seleccionado	0,35 - 0,50	Asimetría negativa	-0,30 a -0,10
Moderadamente bien seleccionado	0,51 - 0,70	Simétrica	-0,10 a +0,10
Moderadamente seleccionado	0,71 - 1,00	Asimetría positiva	+0,10 a +0,30
Pobrementemente seleccionado	1,01 - 2,00	Asimetría muy positiva	+0,30 a +1,00
Muy pobrementemente seleccionado	2,01 - 4,00		
Extremadamente pobre seleccionado	>4,00		

MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sitio Boyeruca 2, fueron encontrados tres taxa con un total de 1.540 individuos/m², pertenecientes a los Phylum Annelida y Arthropoda. La mayor abundancia fue colectada en el vértice F, con 460 ind./m² pertenecientes a tres familias (Tabla 70). La mayor diversidad se presentó en la estación 1, al igual la mayor uniformidad. La estación ubicada en el vértice E, fue la que presentó el valor más alto de dominancia. En la estación 2 no se encontró ningún taxa cuantificable en la muestra solo se encontraron trozos o extremidades de los taxas más representativos del lugar. Cabe destacar la presencia del poliqueto *Capitella sp.*, en 7 de las 8 estaciones monitoreadas, el cual es considerado bioindicador de contaminación, y ha sido descrito en sectores con distinto grado de contaminación orgánica producto de descargas domésticas.

Tabla 70. Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Boyeruca 2.

Phyllum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. / m ²)							
			VA	VB	VC	VD	VE	VF	E1	E2
Annelida	Capitellidae	<i>Capitella</i> sp.	110	50	30	170	120	240	160	0
Annelida	Spionidae	-	50	0	0	10	0	140	80	0
Arthropoda	Ischyroceridae	-	30	20	10	90	30	80	120	0
		N° de taxa	3	2	2	3	2	3	3	0
		N° de ejemplares	190	70	40	270	150	460	360	0
		Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	0,96	0,60	0,56	0,78	0,50	1,01	1,06	0
		Dominancia (Simpson) (D)	0,43	0,59	0,62	0,51	0,68	0,39	0,36	0
		Uniformidad (Pielou) (J')	0,87	0,86	0,81	0,71	0,72	0,92	0,97	0

COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó en 8 estaciones (Tabla 71). La profundidad máxima fue de 2,3 m, registrada en la estación 2. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 6 mg/L (Figura 28 y Figura 29), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de $22,3 \pm 0,5$ °C y la salinidad presento un promedio en superficie de $35,4 \pm 2,8$ PSU en el sitio monitoreado. Debido a las bajas profundidades registradas en todas las estaciones, las variables medidas se mantuvieron casi contantes a lo largo de la columna de agua. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.



Tabla 71. Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Boyeruca 2.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	770995	6157928	1,9
VB	771202	6157985	1,0
VC	771457	6157911	1,1
VD	771436	6157880	1,6
VE	771157	6157955	1,0
VF	771000	6157904	1,1
E1	771104	6157949	0,9
E2	771320	6157929	2,3

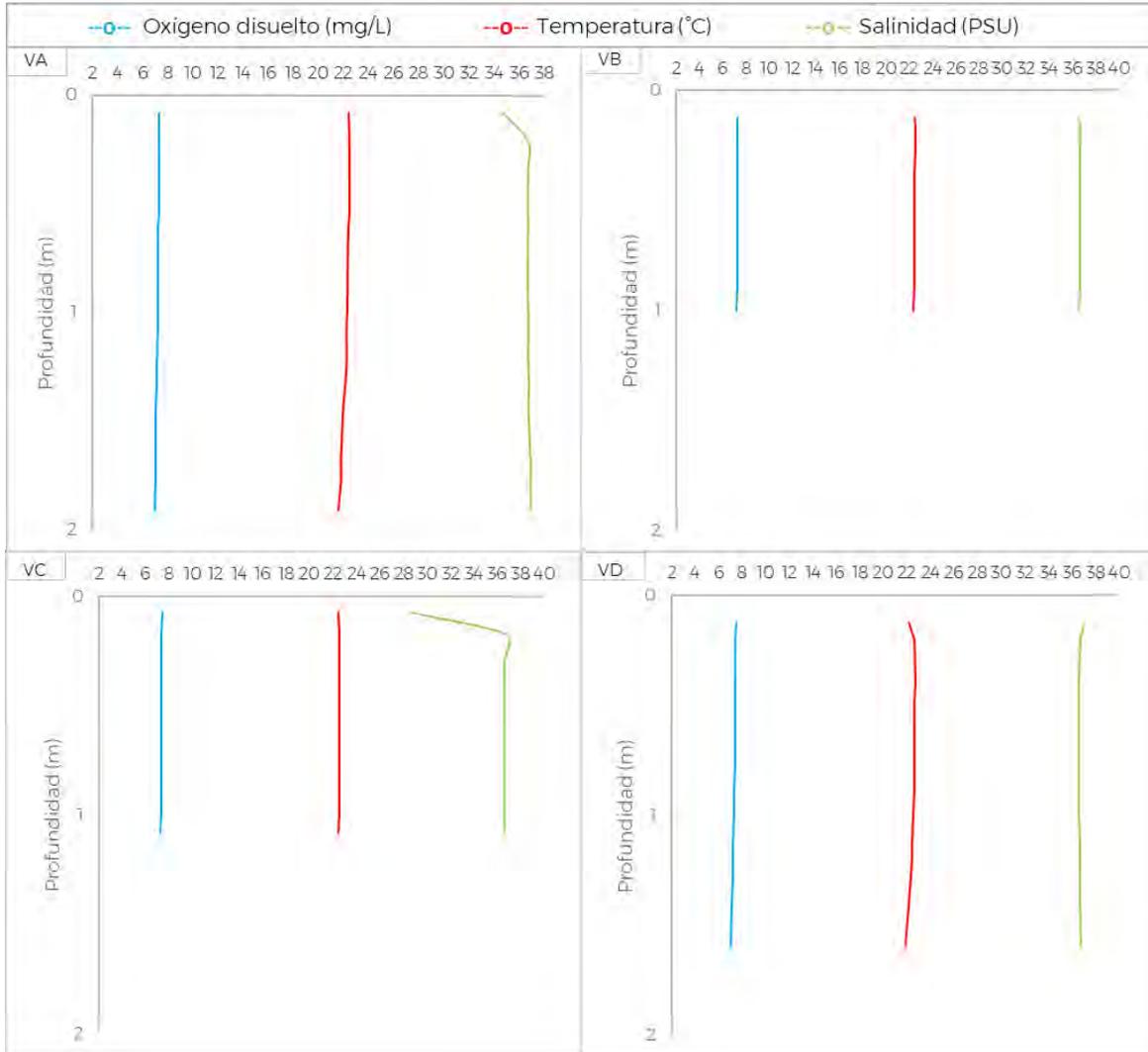


Figura 28. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio Boyeruca 2.



Figura 29. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices E y D, y las estaciones 1 y 2, del sitio Boyeruca 2.

5.4.2.2 LLICO 2

La caracterización preliminar del sitio Llico 2 se situó en el cauce bajo del río Llico, próximo a su desembocadura al mar, comuna de Vichuquén. La caracterización preliminar del sitio Llico incluyó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones físico-químicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de Llico 2:

PLANO BATIMETRICO

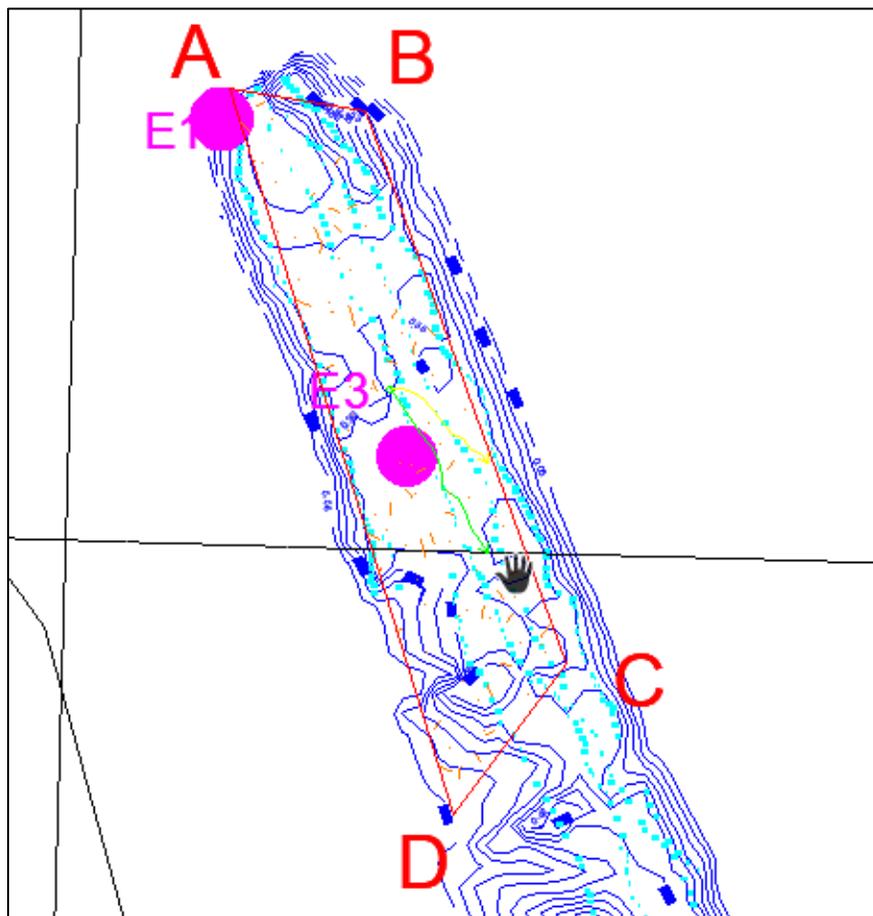


Figura 30. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Llico 2 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sector comprende un área de 0,73 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 6 estaciones, de las cuales las 6 correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 0,9% y 2,3% (Tabla 72). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en todas las estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



Figura 31. Fotografías del levantamiento en el sector de Llico 2.

Tabla 72. Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Llico 2.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	767026,62	6150315,45	Blando	1,8	1,0
VB	767064,36	6150309,11	Blando	2,3	1,0
VC	767120,94	6150153,55	Blando	1,9	1,0
VD	767089,42	6150111,29	Blando	0,9	0,4
E1	767024	6150307	Blando	1,8	0,9
E3	767076	6150212	Blando	2,2	0,7

Solo en 2 de las 6 estaciones monitoreadas se registraron valores de potencial de hidrógeno *in situ* iguales o superiores a 7,1 unidades de pH, en las demás se registraron valores inferiores al límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612/2009. De igual forma, los valores de potencial Redox fueron inferiores a 50 mV, en 5 de las 6 estaciones (Tabla 73). Esta resolución también establece que “En el caso del pH y Eh (Redox), la infracción al límite de aceptabilidad se configurará por el incumplimiento conjunto de los valores asignados a las dos variables indicadas” y que “en el caso de la CPS, la condición anaeróbica se constatará si se incumplen los límites de aceptabilidad de cualquiera de las variables en a lo menos 30% de las estaciones determinadas para el sector solicitado. Teniendo esto en cuenta, el sitio Llico 2, se encontraría en condición anaeróbica, ya que del 100% de las estaciones con sustrato blando, el 66,6% superó el límite.

Tabla 73. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Llico 2.

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	-347	7,1	20,8	210	-137
VB	-338	6,5	19	214	-124
VC	-284	6,7	22,7	210	-74
VD	-151	7,5	22,5	210	59
E1	-280	6,8	18,9	214	-66
E3	-383	6,5	22,1	210	-173

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color que vario entre gris y negro, dependiendo de la estación, se registró olor fuerte en 3 estaciones y leve en 2 estaciones, ausencia de olor solo en 1. La textura correspondió arena fina y arena media.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena media y arena fina (Tabla 81). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, vario entre moderada y pobremente seleccionada.

Tabla 74. Resultados de granulometría del sedimento sitio Llico 2.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	E1	E3
Grava	-1	4 - 2	0,11	0,05	0,24	0,06	0,34	0,88
Arena muy gruesa	0	2 - 1	0,31	0,26	0,47	0,84	0,36	0,24
Arena gruesa	1	1 - 0,5	0,54	0,82	4,53	1,95	1,03	5,20
Arena media	2	0,5 - 0,25	27,80	36,56	56,61	59,21	44,45	63,16
Arena fina	3	0,25 - 0,125	45,49	50,31	27,79	36,51	48,96	29,37
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	5,49	3,70	0,53	0,88	3,63	0,49
Fango	5	0,062	20,27	8,30	9,84	0,54	1,24	0,64
Peso total de la muestra			100,01	100,02	100,01	100,01	100,04	100,03
Diámetro medio de grano			3,11	2,42	2,13	2,10	2,35	2,05
Grado de selección			1,59	0,93	1,08	0,51	0,53	0,60
Curtosis			1,38	1,59	1,94	0,60	0,59	0,91
Asimetría			0,48	0,02	0,58	0,49	-0,37	0,29
Color			Negro	Negro	Gris	Gris	Negro	Gris
Olor			Fuerte	Fuerte	Leve	Sin olor	Fuerte	Leve
Textura			Arena fina	Arena fina	Arena media	Arena media	Arena fina	Arena media
Origen			Sedimento estuarino					

MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector Llico 2, fueron encontrados cuatro taxa con un total de 2.970 individuos/m², pertenecientes a los Phylum Annelida y Arthropoda. La mayor abundancia fue colectada en el vértice D, con 1.910 ind./m² pertenecientes a cuatro familias (Tabla 75). De igual forma, este vértice presentó la mayor diversidad. El vértice A, fue la que presentó el valor más alto de dominancia y la estación 1 presentó el valor de uniformidad más alto.

Tabla 75. Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Llico 2.

Phyllum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. / m ²)					
			VA	VB	VC	VD	E1	E3
Annelida	Nereididae	-	30	40	10	220	50	
Annelida	Spionidae	-		20		1080	30	
Arthropoda	Ischyroceridae	-	160		180	600		270
Arthropoda	Chironomidae	-			190	10		80
		N° de taxa	2	2	3	4	2	2
		N° de ejemplares	190	60	380	1910	80	350
		Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	0,44	0,64	0,80	0,96	0,66	0,54
		Dominancia (Simpson) (D)	0,73	0,55	0,47	0,43	0,53	0,65
		Uniformidad (Pielou) (J')	0,63	0,92	0,72	0,69	0,95	0,78

COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó en 6 estaciones (Tabla 76). La profundidad máxima fue de 1,5 m, registrada en el vértice A y vértice B. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 7 mg/L (Figura 32), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de $21,4 \pm 0,2$ °C y la salinidad presentó un promedio en superficie de $4,1 \pm 0,3$ PSU en el sitio monitoreado. Debido a las bajas profundidades registradas en todas las estaciones, las variables medidas se mantuvieron casi constantes a lo largo de la columna de agua, como se observa en la Figura 32. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

Tabla 76. Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Llico 2.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	767026,56	6150315,41	1,5
VB	767064,25	6150309,15	1,5
VC	767121,06	6150153,49	1,0
VD	767089,48	6150111,31	0,7
E1	767024	6150307	1,1
E3	767076	6150212	0,8

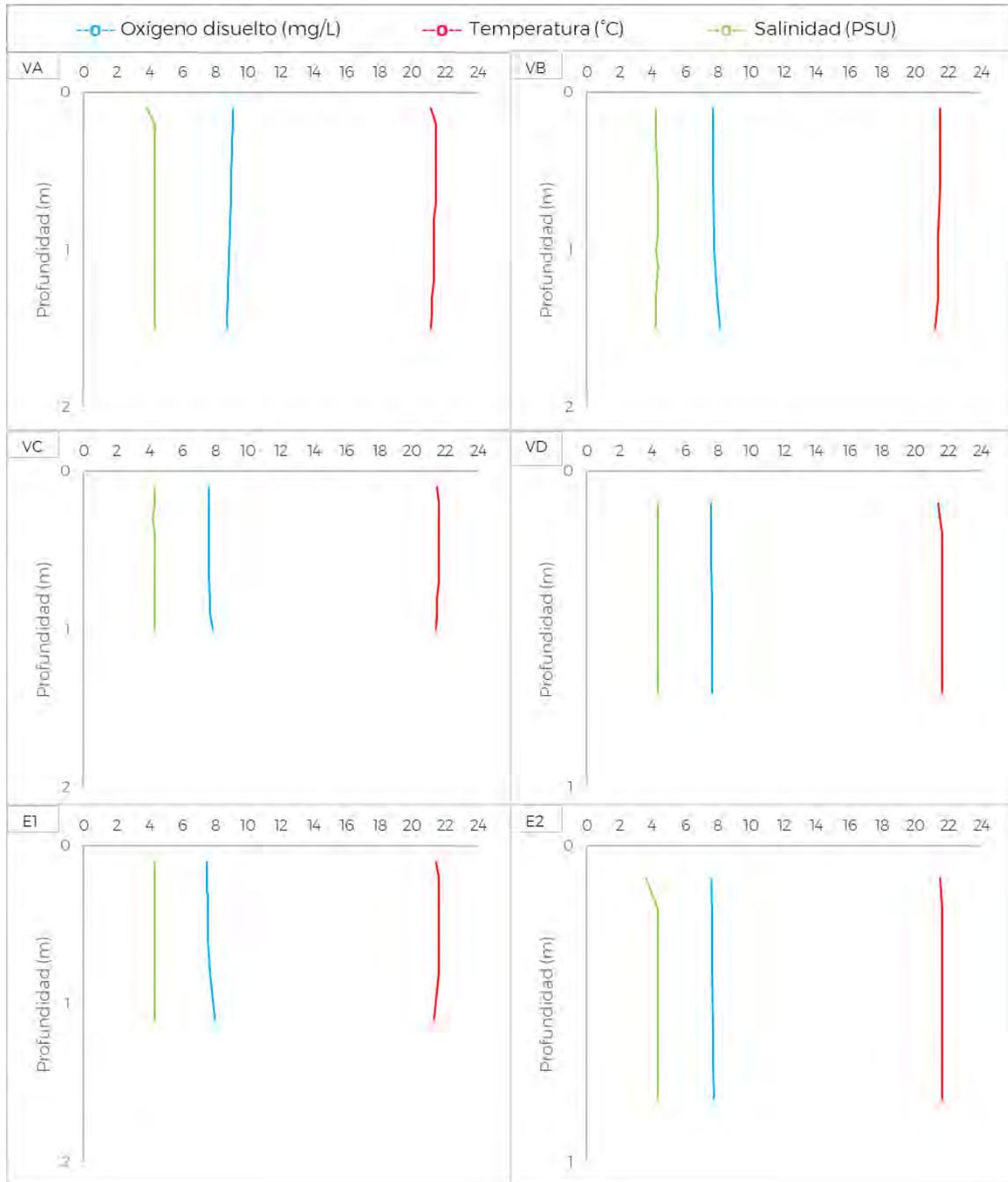


Figura 32. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, y estaciones 1 y 2 del sitio Llico 2.

5.4.2.3 LA PESCA 1

El área de estudio se situó en el río Mataquito, cercano a su desembocadura al mar, sector La Pesca, comuna de Curepto. La caracterización preliminar del sitio La Pesca 1 incluyó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones físico-químicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de La Pesca 1:

PLANO BATIMETRICO

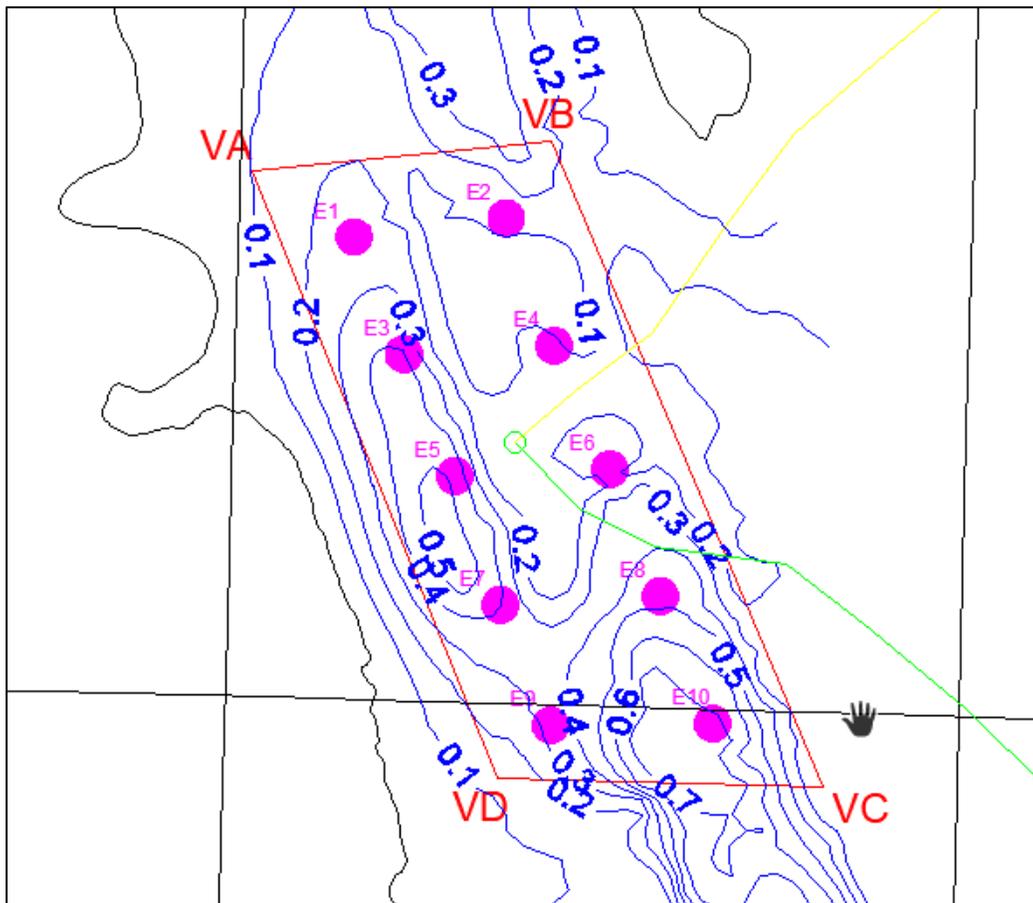


Figura 33. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio La Pesca 1 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sector comprende un área de 9,49 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 14 estaciones, de las cuales las 14

correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 0,34% y 1,85% (Tabla 77). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 14 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



Figura 34. Fotografías del levantamiento en el sector de La Pesca 1.

Tabla 77. Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio La Pesca 1.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	757010,06	6121228,68	Blando	0,92	0,8
VB	757217,12	6121249,26	Blando	1,05	0,8
VC	757405,04	6120802,82	Blando	1,32	0,9
VD	757179,87	6120808,79	Blando	1,15	1,1
E1	757081	6121183	Blando	1,16	0,8
E2	757186	6121196	Blando	0,99	1,0
E3	757115	6121102	Blando	1,09	0,8
E4	757219	6121108	Blando	1,49	0,6
E5	757150	6121018	Blando	1,59	0,6
E6	757257	6121022	Blando	1,25	1,4
E7	757182	6120929	Blando	0,34	1,1
E8	757293	6120935	Blando	1,29	0,8
E9	757217	6120845	Blando	1,85	1,3
E10	757329	6120846	Blando	1,44	1,1

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron iguales o superiores a 7,1 unidades de pH y los valores de potencial Redox fueron iguales o superiores a 50 mV (Tabla 78), cumpliendo ambas variables con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

Tabla 78. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio La Pesca 1.

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	186	7,5	18,6	214	400
VB	216	7,6	18,6	214	430
VC	281	7,2	18,4	214	495
VD	224	7,1	18,1	214	438
E1	296	7,6	18,7	214	510
E2	281	7,6	18,7	214	495
E3	300	7,2	18,6	214	514
E4	280	7,3	18,6	214	494
E5	276	7,3	18,4	214	490
E6	256	7,2	18,4	214	470
E7	260	7,1	18,3	214	474
E8	244	7,2	18,2	214	458
E9	256	7,2	18,3	214	470
E10	262	7,2	18,2	214	476

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color gris y ausencia de olor en todas las estaciones. Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena media y arena fina (Tabla 86). El grado de selección en las estaciones monitoreadas fue muy pobremente seleccionada, según la escala de Folk (1980).

Tabla 79. Resultados de granulometría del sedimento sitio La Pesca 1.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Grava	-1	4 - 2	0,57	0,16	0,06	0,03	0,18	0,11	0,05	0,02	0,06	0,17
Arena muy gruesa	0	2 - 1	0,36	0,35	0,24	0,29	0,28	0,31	0,31	0,26	0,12	0,14
Arena gruesa	1	1 - 0,5	5,53	5,64	6,06	6,39	5,86	6,20	6,08	5,35	4,66	5,72
Arena media	2	0,5 - 0,25	65,65	65,57	76,00	68,94	62,22	64,25	67,83	67,24	74,67	78,96
Arena fina	3	0,25 - 0,125	26,35	25,25	14,09	22,20	22,63	21,32	22,10	20,13	15,40	11,74
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	1,08	0,84	0,34	0,35	1,25	0,97	0,71	0,55	0,20	0,14
Fango	5	0,062	0,47	2,19	3,21	1,80	7,58	6,84	2,93	6,45	4,89	3,30
		Peso total de la muestra	100,03	100,00	100,03	100,03	100,02	100,02	100,04	100,00	100,01	100,01
		Diámetro medio de grano	2,04	2,04	1,96	2,02	2,09	2,07	2,03	2,05	2,00	1,78
		Grado de selección	0,60	0,60	0,56	0,59	0,99	0,94	0,60	0,90	0,60	0,42
		Curtosis	0,95	0,94	2,54	2,31	1,87	1,84	1,00	1,82	2,68	2,58
		Asimetría	0,30	0,32	0,33	0,32	0,57	0,55	0,33	0,56	0,64	0,07
		Color	Gris									
		Olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor
		Textura	Arena media									
		Origen	Sedimento estuarino									

...Continuación Tabla 79.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	E7	E8	E9	E10
Grava	-1	4 - 2	0,04	0,18	0,03	0,11
Arena muy gruesa	0	< 2 - 1	0,17	0,10	0,12	0,30
Arena gruesa	1	< 1 - 0,5	4,41	8,49	4,11	6,73
Arena media	2	< 0,5 - 0,25	38,81	78,67	39,23	79,07
Arena fina	3	< 0,25 - 0,125	27,21	7,35	30,60	6,38
Arena muy fina	4	< 0,125 - 0,062	4,17	2,13	4,51	0,33
Fango	5	< 0,062	25,20	3,07	21,40	7,09
Peso total de la muestra			100,00	100,01	100,02	100,01
Diámetro medio de grano			3,23	1,76	3,08	1,77
Grado de selección			1,82	0,53	1,68	0,76
Curtosis			1,03	3,50	1,25	5,55
Asimetría			0,56	0,14	0,53	0,29
Color			Gris	Gris	Gris	Gris
Olor			Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor
Textura			Arena media	Arena media	Arena media	Arena media
Origen			Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino	Sedimento estuarino



MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector La Pesca 1, fueron encontrados cuatro taxa con un total de 75.030 individuos/m², pertenecientes a los Phylum Annelida, Arthropoda y Mollusca. La mayor abundancia fue colectada en la estación 2, con 6.650 ind./m² pertenecientes a cuatro familias (Tabla 80). El vértice C presentó la mayor diversidad. La estación 6, fue la que presentó el valor más alto de dominancia y el vértice A presentó el valor de uniformidad más alto..

Tabla 80. Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio La Pesca 1.

Phylum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind./ m ²)													
			VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Annelida	Nereididae	-	520	490	1890	1640	460	640	440	200	630	560	1440	700	1010	730
Annelida	Spionidae	-	1610	1520	960	1310	1760	1700	1780	1930	1610	1200	2000	1520	1070	1710
Arthropoda	Ischyroceridae	-	1850	2400	910	1590	3530	4170	2210	4010	3370	3580	2870	2820	3280	3320
Mollusca	Carditidae	-		20	250	100	290	140	140	270	240	50	80	240	80	190
	N° de taxa		3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	N° de ejemplares		3980	4430	4010	4640	6040	6650	4570	6410	5850	5390	6390	5280	5440	5950
	Diversidad (Shanon-Wiener) (H')		0,988	0,967	1,206	1,174	1,015	0,948	1,051	0,896	1,044	0,885	1,114	1,102	1,000	1,051
	Dominancia (Simpson) (D)		0,397	0,423	0,335	0,322	0,434	0,468	0,396	0,485	0,421	0,502	0,351	0,388	0,437	0,410
	Uniformidad (Pielou) (J')		0,899	0,698	0,870	0,847	0,732	0,684	0,758	0,647	0,753	0,638	0,803	0,795	0,721	0,758

COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó en 10 estaciones (Tabla 81). La profundidad máxima fue de 1,5 m, registrada en la estación 6. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 8 mg/L (Figura 35, Figura 36 y Figura 37), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de $20,1 \pm 0,2$ °C y la salinidad presentó un promedio en superficie de 0 PSU en el sitio monitoreado. Debido a las bajas profundidades registradas en todas las estaciones, las variables medidas se mantuvieron casi constantes a lo largo de la columna de agua, como se observa en las siguientes figuras. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

Tabla 81. Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio La Pesca 1.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	757010.06	6121228.68	0,7
VB	757217.12	6121249.26	0,7
VC	757405.04	6120802.82	0,8
VD	757179.87	6120808.79	1,0
E1	757081	6121183	0,7
E2	757186	6121196	0,9
E3	757115	6121102	0,7
E4	757219	6121108	0,6
E5	757150	6121018	0,5
E6	757257	6121022	1,5
E7	757182	6120929	1,0
E8	757293	6120935	0,7



Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
E9	757217	6120845	1,1
E10	757329	6120846	1,1

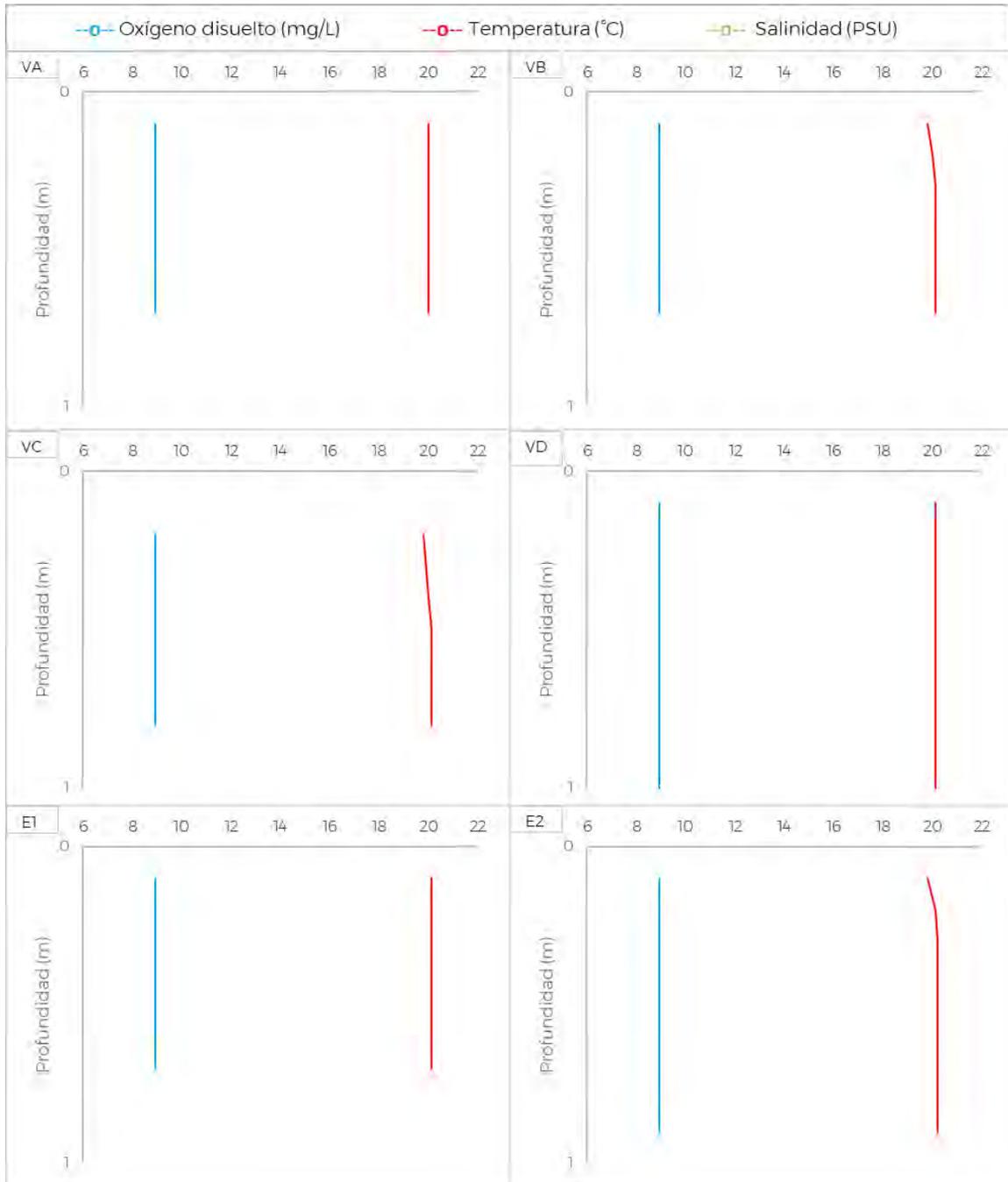


Figura 35. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C, D, estación 1 y 2 del sitio La Pesca 1.

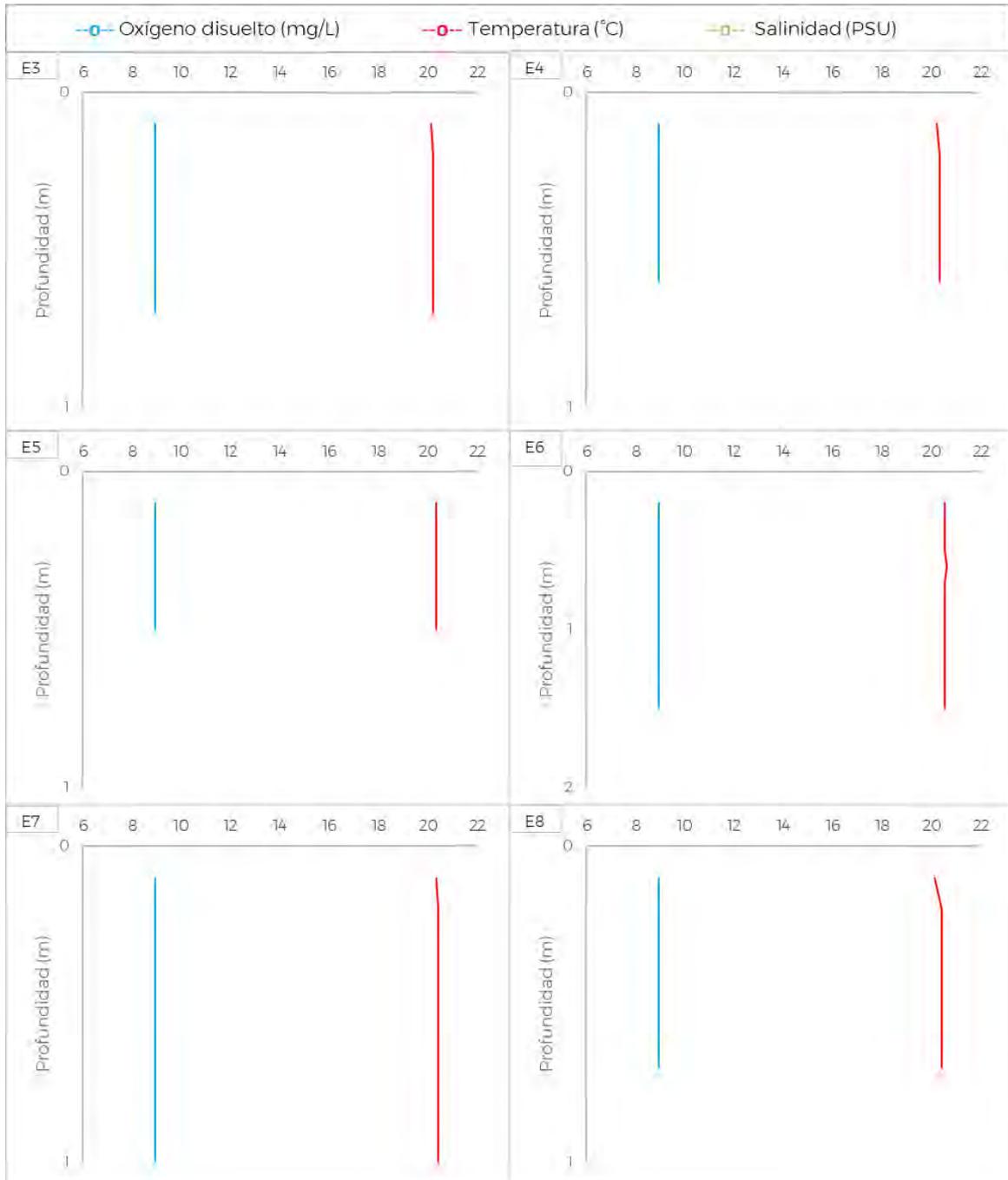


Figura 36. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 3, 4, 5, 6, 7 y 8, del sitio La Pesca 1.

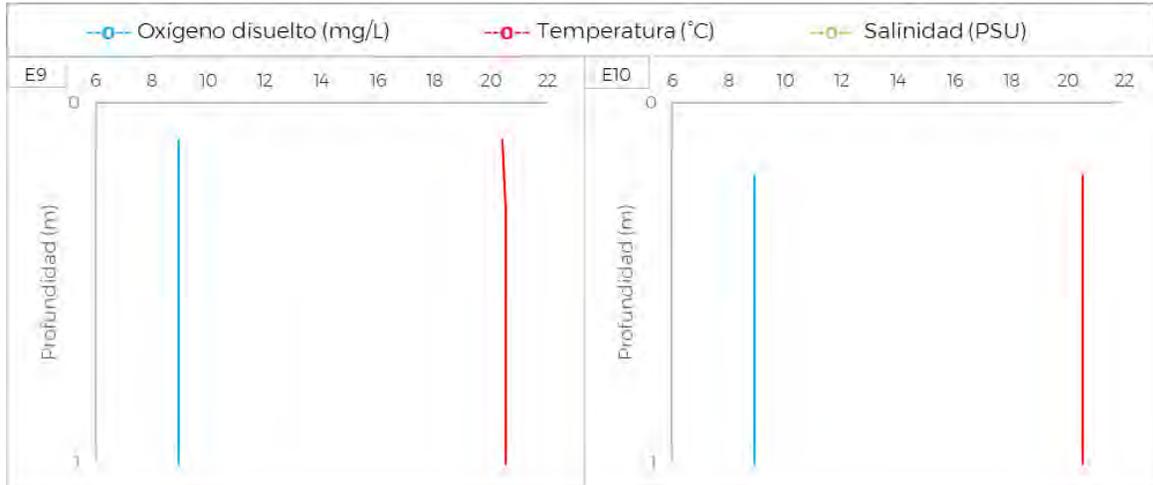


Figura 37. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 9 y 10, del sitio La Pesca 1.

5.4.2.4 LA TRINCHERA 2

El área de estudio se situó en el río Huenchullami, sector La Trinchera, en la comuna de Curepto, en el curso bajo del río Huenchullamani próximo a la desembocadura al mar. La caracterización preliminar incluyó la realización de la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones físico-químicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de La Trinchera 2:

PLANO BATIMETRICO

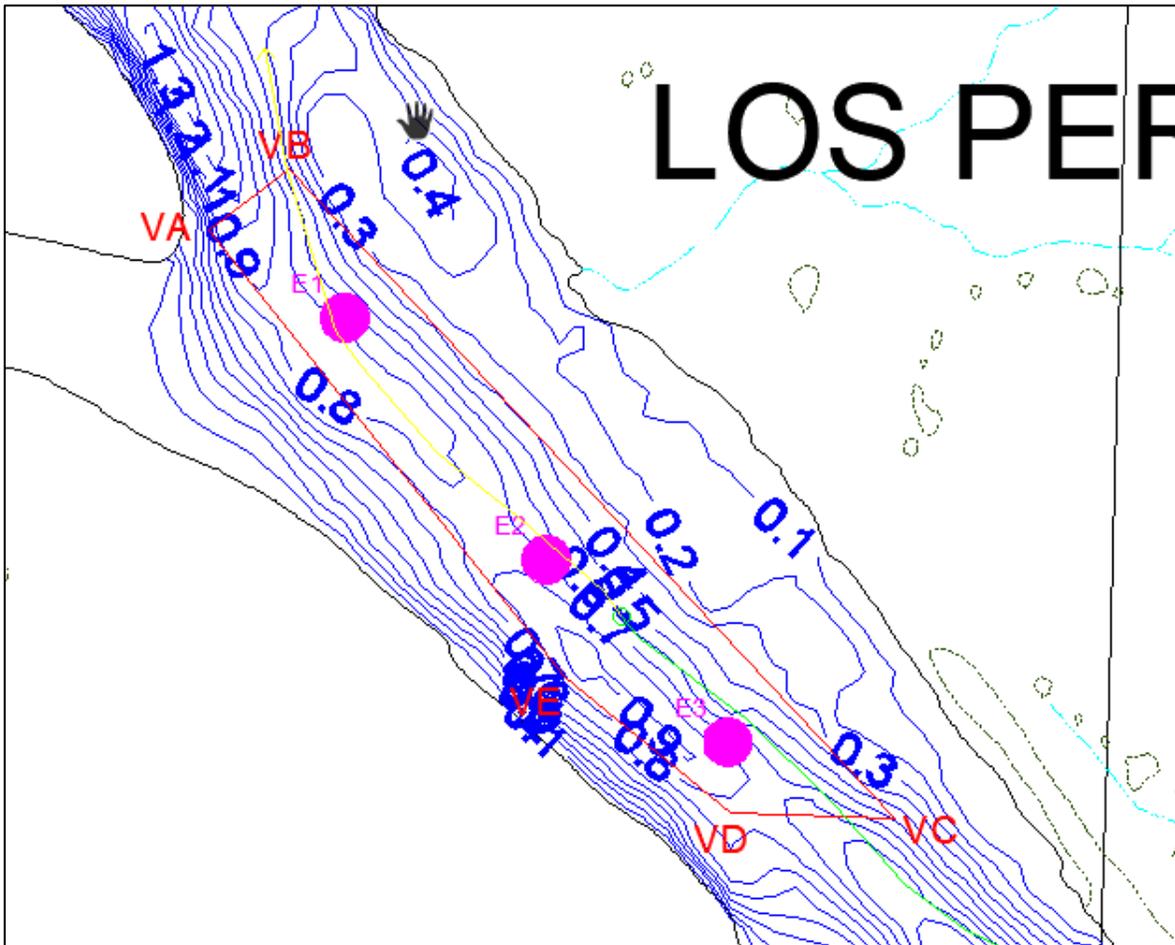


Figura 38. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio La Trinchera 2 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sector comprende un área de 2,89 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 8 estaciones, de las cuales las 8 correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 1,0% y 2,3% (Tabla 82). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 9 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



Figura 39. Fotografías del levantamiento en el sector de La Trinchera 2.

Tabla 82. Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio La Trinchera 2.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	754660.34	6109136.89	Blando	2,3	2,0
VB	754702.53	6109169.63	Blando	2,3	2,0
VC	755021.21	6108827.83	Blando	1,3	1,7
VD	754934.44	6108830.28	Blando	1,6	1,7
VE	754847.28	6108901.94	Blando	1,0	1,8
E1	754732	6109091	Blando	2,1	1,8
E2	754838	6108964	Blando	1,3	1,7
E3	754933	6108868	Blando	1,4	1,7

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron superiores a 7,1 unidades de pH y los valores de potencial Redox fueron iguales o superiores a 50 mV (Tabla 83), cumpliendo ambas variables con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

Tabla 83. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio La Trincheras 2.

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	-45	7,8	18,6	214	169
VB	-25	7,7	18,7	214	189
VC	193	7,4	19,3	214	407
VD	183	7,3	19,3	214	397
VE	134	7,5	19,2	214	348
E1	-127	7,7	18,7	214	87
E2	128	7,4	18,9	214	342
E3	122	7,8	19,2	214	336

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color que vario entre gris y café, dependiendo de la estación, ausencia de olor en todas las estaciones y la textura vario entre fango, arena fina, media y gruesa.

Las características granulométricas fueron variadas, dependiendo de las estaciones (Tabla 84). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, vario entre pobremente seleccionada y muy pobremente seleccionada, según la escala de Folk (1980)

Tabla 84. Resultados de granulometría del sedimento sitio La Trinchera 2.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	VE	E1	E2	E3
Grava	-1	4 - 2	4,60	9,40	1,29	1,20	6,62	7,47	8,39	7,00
Arena muy gruesa	0	2 - 1	3,05	3,47	4,88	3,55	9,90	2,72	15,59	12,46
Arena gruesa	1	1 - 0,5	5,79	5,17	24,93	19,81	33,07	5,30	36,32	32,65
Arena media	2	0,5 - 0,25	23,62	19,14	46,36	39,95	35,13	19,48	29,06	28,73
Arena fina	3	0,25 - 0,125	32,75	27,01	15,35	14,26	4,74	27,95	3,83	3,90
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	4,89	3,93	0,74	0,59	1,28	4,07	1,30	1,20
Fango	5	< 0,062	25,30	31,88	6,44	20,64	9,27	33,01	5,49	14,06
	Peso total de la muestra		100,00	100,04	100,02	100,03	100,03	100,02	100,01	100,01
	Diámetro medio de grano		3,23	3,17	1,70	2,50	1,15	3,44	0,84	1,24
	Grado de selección		2,13	2,60	1,26	2,02	1,56	2,43	1,38	1,93
	Curtosis		1,36	1,11	1,87	1,97	2,31	1,09	1,83	2,40
	Asimetría		0,30	0,17	0,13	0,55	-0,13	0,27	0,12	0,36
	Color		Gris	Café						
	Olor		Sin olor							
	Textura		Arena fina	Fango	Arena media	Arena media	Arena media	Fango	Arena gruesa	Arena gruesa
	Origen		Sedimento estuarino							

MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector La Trinchera 2, fueron encontrados tres taxa con un total de 5.900 individuos/m², pertenecientes a los Phylum Annelida, Arthropoda y Mollusca. La mayor abundancia fue colectada en el vértice C, con 1.920 ind./m² pertenecientes a tres familias (Tabla 85). La estación 3 presentó la mayor diversidad. El vértice E presentó el valor más alto de dominancia y la estación 2 presentó el valor de uniformidad más alto.

Tabla 85. Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio La Trinchera 2.

Phylum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. / m ²)							
			VA	VB	VC	VD	VE	E1	E2	E3
Annelida	Phyllodocida	-	1070	310	430	280	120	190	100	80
Arthropoda	Amphipoda	-	200	0	50	30	10	0	0	10
Mollusca	Carditidae	-	90	110	1440	670	510	90	50	60
		N° de taxa	3	2	3	3	3	2	2	3
		N° de ejemplares	1360	420	1920	980	640	280	150	150
		Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	0,650	0,575	0,646	0,725	0,560	0,628	0,637	0,882
		Dominancia (Simpson) (D)	0,645	0,612	0,613	0,550	0,670	0,562	0,553	0,445
		Uniformidad (Pielou) (J')	0,592	0,830	0,588	0,660	0,510	0,906	0,918	0,803

COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó en 8 estaciones (Tabla 86). La profundidad máxima fue de 0,7 m, registrada en el vértice B. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue cercana a 7 mg/L (Tabla 86), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de $20,9 \pm 0,3$ °C y la salinidad presentó un promedio en superficie de $11,1 \pm 2,2$ PSU en el sitio monitoreado. Debido a las bajas profundidades registradas en todas las estaciones, las variables medidas se mantuvieron casi constantes a lo largo de la columna de agua, como se observa en la Figura 39 y 40. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

Tabla 86. Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio La Trinchera 2.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	754660.34	6109136.89	0,6
VB	754702.53	6109169.63	0,7
VC	755021.21	6108827.83	0,6
VD	754934.44	6108830.28	0,5
VE	754847.28	6108901.94	0,5
E1	754732	6109091	0,4
E2	754838	6108964	0,5
E3	754933	6108868	0,4

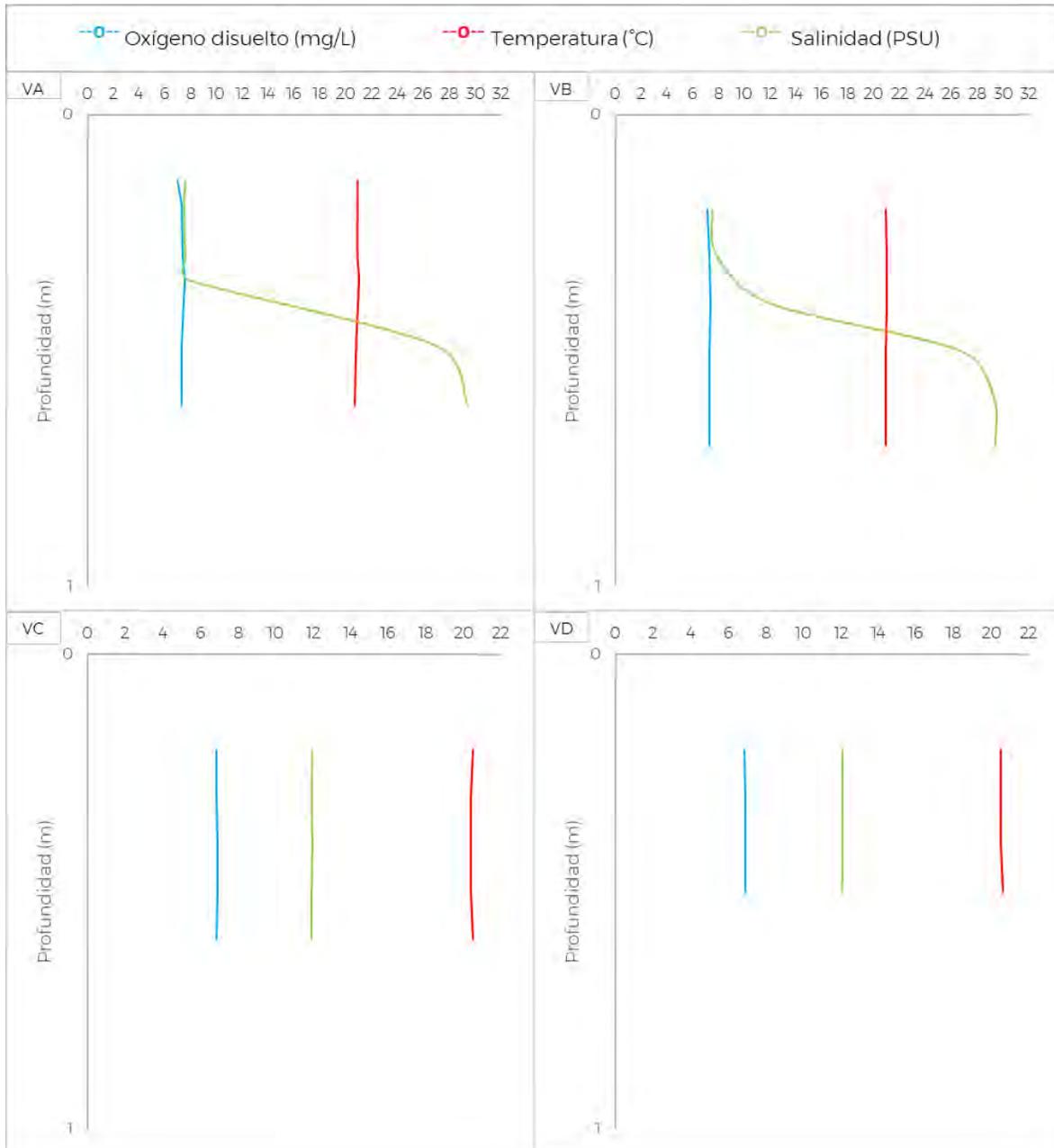


Figura 40. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio La Trinchera 2.

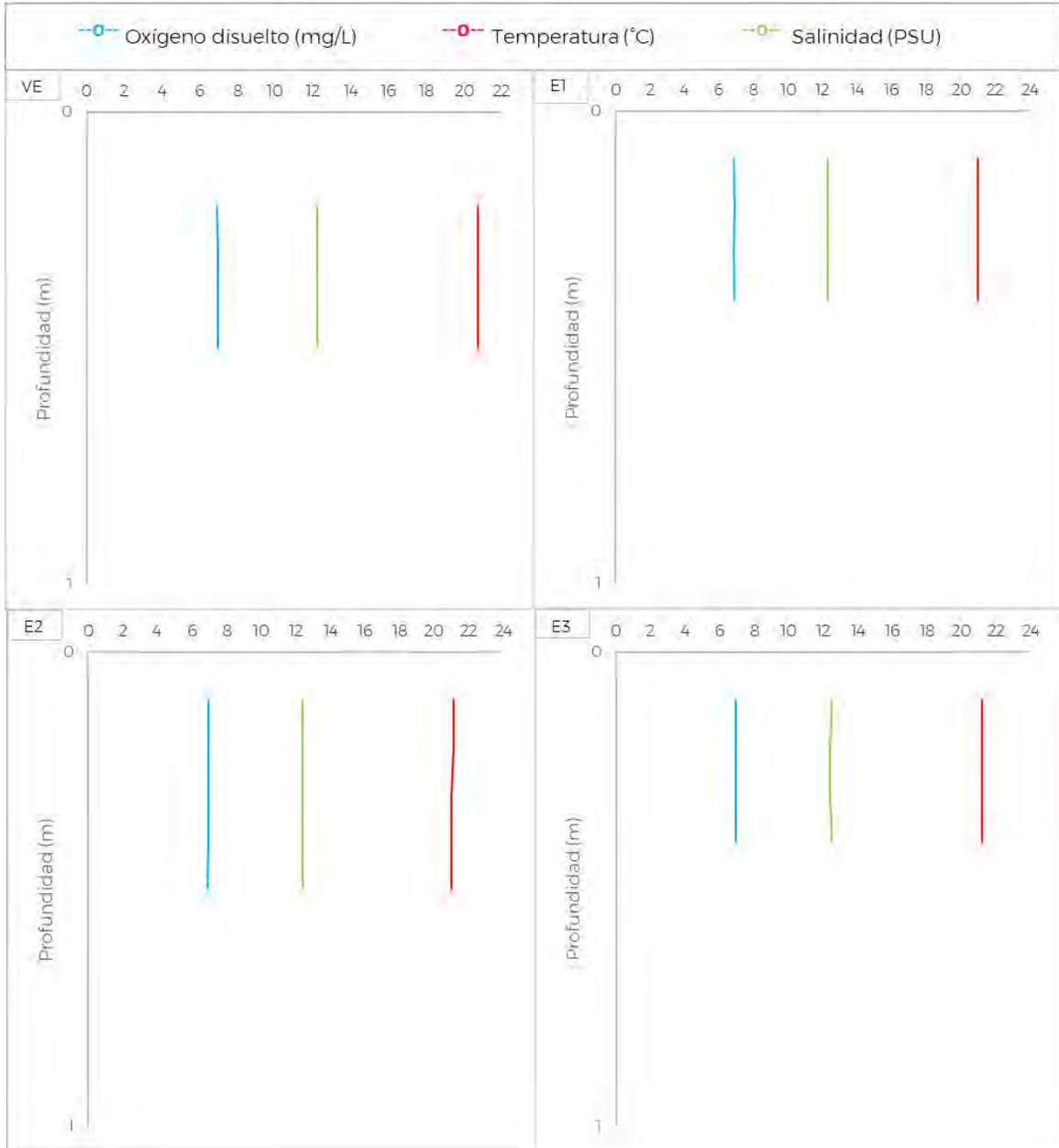


Figura 41. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones D, 1, 2 y 3, del sitio La Trinchera 2.

5.4.2.5 RIO MAULE 1

El área de estudio se situó en el río Maule, comuna de Constitución, en el curso bajo del río Maule, próximo a su desembocadura al mar. La caracterización preliminar del sitio Río Maule 1 incluyó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones físico-químicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de Río Maule 1:

PLANO BATIMETRICO

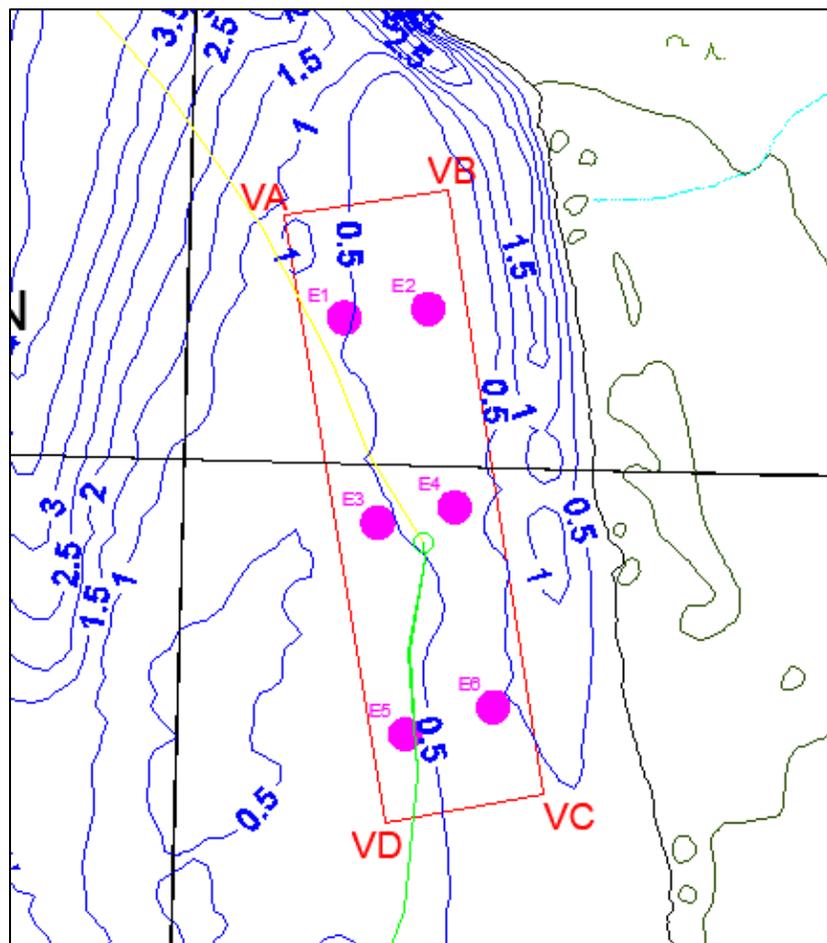


Figura 42. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Río Maule (Plano completo se incluye en el Anexo F).

SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sector comprende un área de 5,91 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 10 estaciones, de las cuales las 10 correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 1,3% y 2,5% (Tabla 87). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 10 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



Figura 43. Fotografías del levantamiento en el sector de Río Maule 1.

Tabla 87. Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Río Maule I.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	736408,7	6087691,29	Blando	1,0	1,7
VB	736534,08	6087711,18	Blando	2,0	1,7
VC	736607,84	6087248,21	Blando	2,1	1,8
VD	736485,36	6087225,57	Blando	2,0	2,2
E1	736454	6087613	Blando	1,3	1,6
E2	736519	6087620	Blando	2,5	1,8
E3	736480	6087456	Blando	2,2	2,2
E4	736539	6087468	Blando	1,5	2,4
E5	736501	6087294	Blando	2,0	2,4
E6	736569	6087315	Blando	1,8	2,4

Los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron iguales o superiores a 7,1 unidades de pH en 3 de las 10 estaciones, las demás presentaron valores inferiores al límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612/2009, mientras que los valores de potencial Redox fueron superiores a 50 mV en todas las estaciones (Tabla 88), de esta forma se incumple con los límites indicados en la Res. Ex. N°3612/2009.

Tabla 88. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Río Maule 1.

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	-80	6,8	17,0	214	134
VB	-61	7,2	16,9	214	153
VC	-83	6,8	16,3	214	131
VD	-72	6,7	16,4	214	142
E1	-33	7,1	16,8	214	181
E2	-53	7,1	16,8	214	161
E3	-151	6,9	16,8	214	63
E4	-143	6,8	16,8	214	71
E5	-93	6,6	16,6	214	121
E6	-112	6,7	16,5	214	102

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color gris, ausencia de olor en todas las estaciones y textura correspondiente a arena media.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena media (Tabla 89). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, vario entre pobremente seleccionada y muy pobremente seleccionada, según la escala de Folk (1980).

Tabla 89. Resultados de granulometría del sedimento sitio Río Maule 1.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Grava	-1	4 - 2	0,20	0,11	0,00	0,02	0,04	0,00	0,06	0,12	0,11	0,07
Arena muy gruesa	0	2 - 1	0,13	0,22	0,17	0,21	0,14	0,17	0,12	0,11	0,55	0,13
Arena gruesa	1	1 - 0,5	19,45	14,60	4,68	4,91	17,84	15,94	10,02	12,96	4,65	4,03
Arena media	2	0,5 - 0,25	69,66	57,75	58,87	58,37	70,66	60,09	60,19	69,52	62,70	62,05
Arena fina	3	0,25 - 0,125	7,75	7,19	12,55	12,28	7,68	6,72	9,90	9,20	14,85	15,81
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	0,38	1,30	2,48	2,54	0,81	0,90	2,52	1,60	2,61	1,99
Fango	5	0,062	2,43	18,83	21,26	21,67	2,84	16,18	17,19	6,49	14,53	15,91
Peso total de la muestra			100,00	100,03	100,01	100,02	100,02	100,02	100,01	100,03	100,04	100,02
Diámetro medio de grano			1,53	2,63	2,82	2,84	1,54	2,27	2,55	1,94	2,38	2,47
Grado de selección			0,60	1,72	1,69	1,78	0,60	1,69	1,60	0,90	1,39	1,39
Curtosis			2,52	2,42	1,78	1,92	2,61	5,95	2,27	4,76	2,17	1,95
Asimetría			-0,26	0,72	0,84	0,77	-0,24	0,56	0,72	0,50	0,71	0,81
Color			Gris									
Olor			Sin olor									
Textura			Arena media									
Origen			Sedimento estuarino									

MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector Río Maule 1, fueron encontrados cuatro taxa con un total de 16.650 individuos/m², pertenecientes a los Phylum Annelida y Arthropoda. La mayor abundancia fue colectada en el vértice C, con 2.520 ind./m² pertenecientes a tres familias (Tabla 90). El vértice A y la estación 1 presentaron la mayor diversidad al igual que el valor de uniformidad más alto. El vértice C fue el que presentó el valor más alto de dominancia (Tabla 90).

Tabla 90. Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Río Maule 1.

Phyllum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. / m ²)									
			VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Annelida	Nereididae	-	480	650	590	330	660	810	510	430	1050	1110
Annelida	Spionidae	-	480	240	1620	490	680	730	480	850	490	520
Arthropoda	Ischyroceridae	-	570	360	310	330	580	450	210	330	290	20
		N° de taxa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		N° de ejemplares	1530	1250	2520	1150	1920	1990	1200	1610	1830	1650
		Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	1,10	1,02	0,88	1,08	1,10	1,07	1,04	1,01	0,96	0,68
		Dominancia (Simpson) (D)	0,34	0,39	0,48	0,35	0,33	0,35	0,37	0,39	0,43	0,55
		Uniformidad (Pielou) (J')	1,00	0,92	0,80	0,98	1,00	0,97	0,94	0,92	0,88	0,62

COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó en 10 estaciones (Tabla 91). La profundidad máxima fue de 2,7 m, registrada en las estaciones 5 y 6. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 8 mg/L (Figura 44 y Figura 45), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de $18,5 \pm 0,2$ °C y la salinidad presentó un promedio en superficie de $1,0 \pm 0,1$ PSU en el sitio monitoreado. Debido a las bajas profundidades registradas en todas las estaciones, las variables medidas se mantuvieron casi constantes a lo largo de la columna de agua. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

Tabla 91. Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Río Maule 1.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	736408,7	6087691,29	1,7
VB	736534,08	6087711,18	1,8
VC	736607,84	6087248,21	1,9
VD	736485,36	6087225,57	2,0
E1	736454	6087613	1,9
E2	736519	6087620	1,7
E3	736480	6087456	2,5
E4	736539	6087468	2,5
E5	736501	6087294	2,7
E6	736569	6087315	2,7

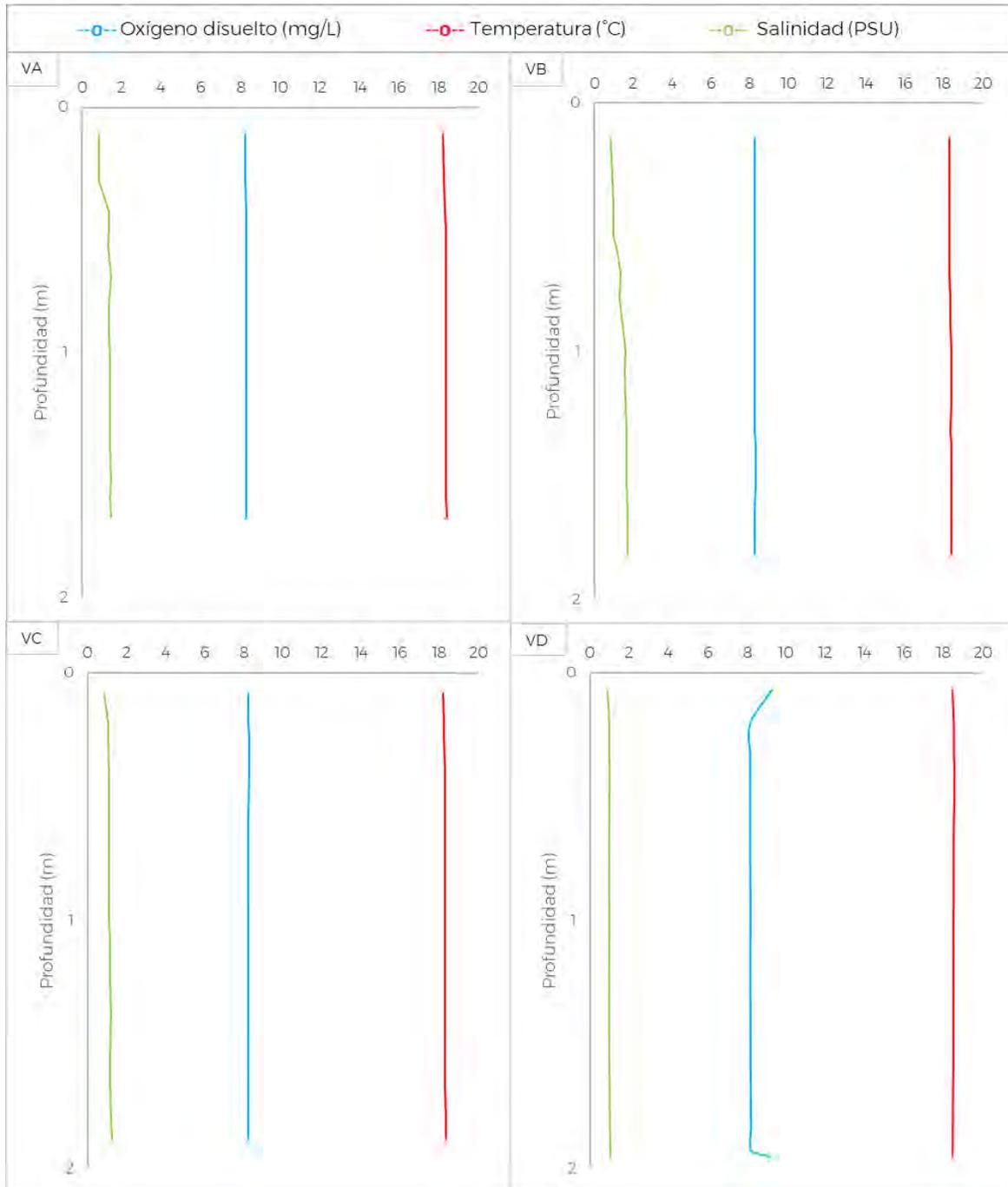


Figura 44. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio Río Maule 1.

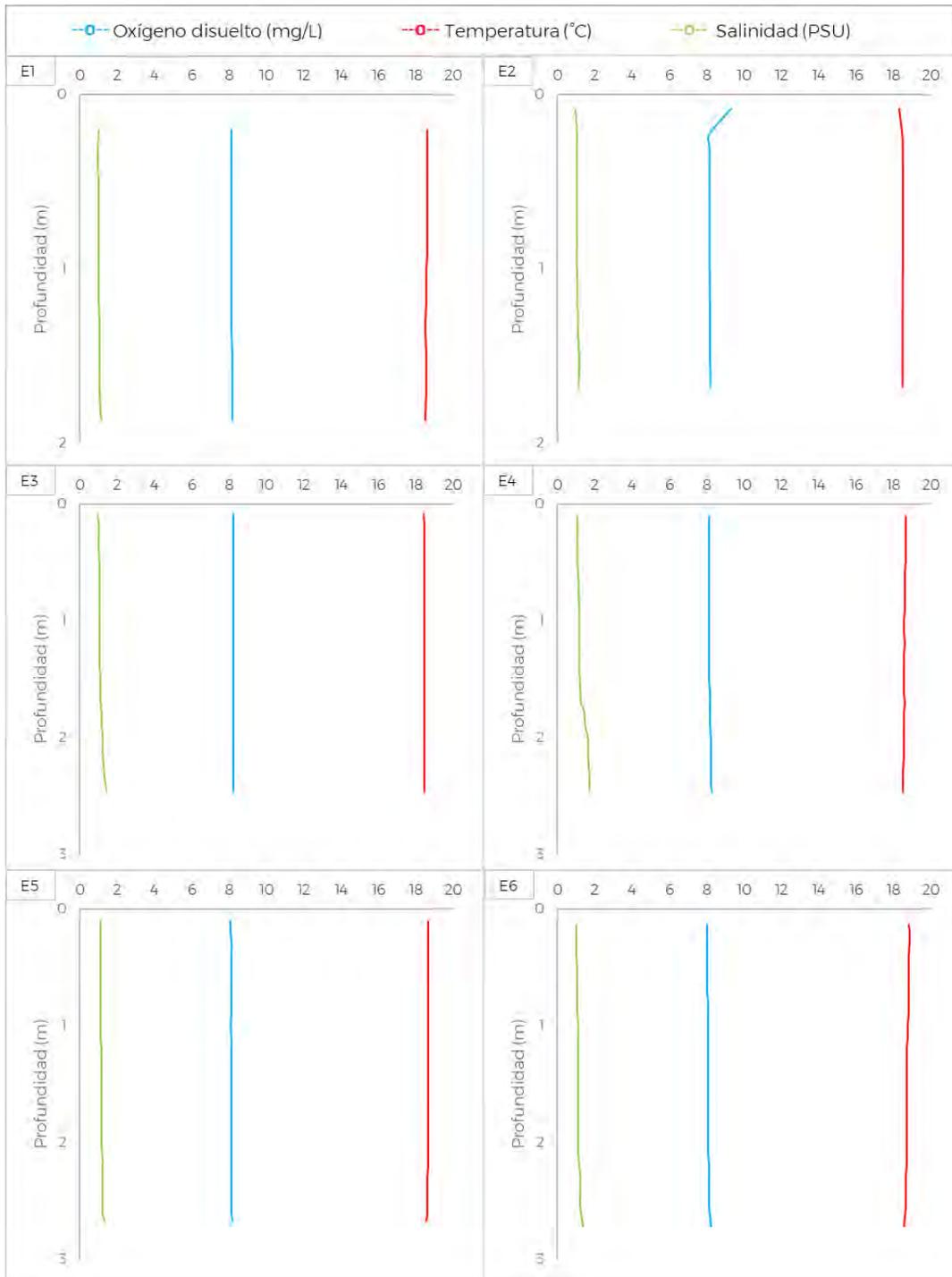


Figura 45. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del sitio Río Maule 1.

5.4.2.6 FARO CARRANZA 1

El área de trabajo se situó en la localidad de Faro Carranza, comuna de Constitución, en el curso bajo del río Pinotalca, próximo a la desembocadura al mar. La caracterización preliminar del sitio incluyó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones físico-químicas de la columna de agua.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la CPS de Faro Carranza 1:

PLANO BATIMETRICO

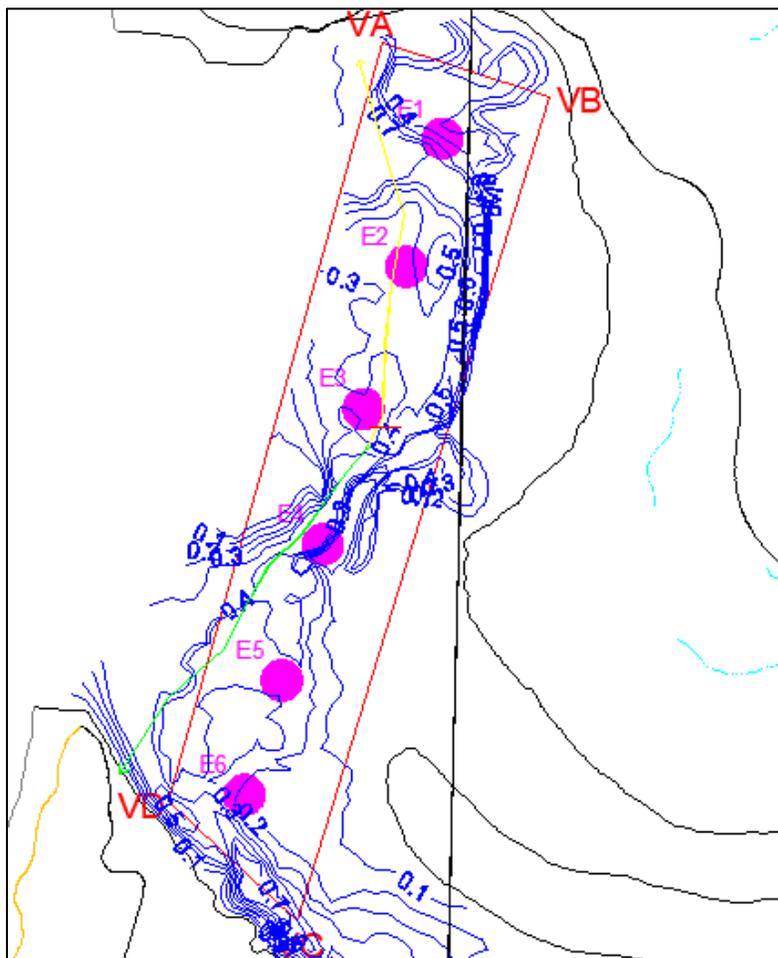


Figura 46. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Faro Carranza 1 (Plano completo se incluye en el Anexo F).

SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sector comprende un área de 5,15 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 10 estaciones, de las cuales las 10 correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 0,7% y 1,4% (Tabla 92). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 10 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



Figura 47. Fotografías del levantamiento en el sector de Faro Carranza 1.

Tabla 92. Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Faro Carranza 1.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	715952.88	6062076.04	Blando	1,4	1,6
VB	716055.34	6062042.38	Blando	1,2	0,6
VC	715901.39	6061538.47	Blando	0,7	1,0
VD	715822.19	6061611.73	Blando	0,8	1,0
E1	715990	6062017	Blando	0,8	1,4
E2	715968	6061939	Blando	0,7	1,0
E3	715942	6061852	Blando	0,8	0,8
E4	715917	6061769	Blando	1,0	1,0
E5	715892	6061686	Blando	0,7	0,5
E6	715869	6061616	Blando	1,4	0,7

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron superiores a 7,1 unidades de pH y los valores de potencial Redox fueron superiores a 50 mV (Tabla 93), cumpliendo ambas variables con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

Tabla 93. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Faro Carranza 1.

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	60	7,6	15,8	214	274
VB	78	7,4	15,4	214	292
VC	121	7,3	15,9	214	335
VD	82	7,3	15,7	214	296
E1	82	7,3	15,1	214	296
E2	122	7,4	15,3	214	336
E3	94	7,4	15,1	214	308
E4	161	7,3	15,4	214	375
E5	47	7,3	15,6	214	261
E6	214	7,2	16,1	214	428

Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color gris, ausencia de olor en todas las estaciones y textura correspondiente a arena media.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena media y arena gruesa (Tabla 94). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, vario entre moderada y moderadamente bien seleccionada, según la escala de Folk (1980).

Tabla 94. Resultados de granulometría del sedimento sitio Faro Carranza 1.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Grava	-1	4 - 2	0,28	0,09	0,17	0,59	0,33	0,47	0,47	0,02	0,04	0,25
Arena muy gruesa	0	2 - 1	1,80	1,53	4,07	2,75	3,69	3,60	3,25	2,22	1,65	3,65
Arena gruesa	1	1 - 0,5	42,79	40,23	36,96	31,88	48,01	37,72	39,84	41,24	35,61	40,82
Arena media	2	0,5 - 0,25	45,83	43,89	44,82	52,81	43,45	51,78	51,68	53,83	58,55	50,80
Arena fina	3	0,25 - 0,125	3,97	4,57	7,48	7,84	2,79	3,13	2,44	1,61	2,18	3,11
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	0,63	0,82	0,12	0,16	0,70	0,05	0,05	0,04	0,05	0,11
Fango	5	< 0,062	4,70	8,85	6,39	3,97	1,03	3,24	2,26	1,05	1,92	1,26
		Peso total de la muestra	100,03	100,03	100,02	100,01	100,02	100,02	100,04	100,03	100,00	100,04
		Diámetro medio de grano	1,38	1,41	1,41	1,43	1,16	1,38	1,37	1,36	1,40	1,36
		Grado de selección	0,80	1,11	0,99	0,68	0,54	0,65	0,54	0,52	0,52	0,54
		Curtosis	1,24	1,96	1,63	0,96	0,58	0,87	0,59	0,58	0,60	0,59
		Asimetría	-0,02	0,10	0,04	-0,20	0,39	-0,22	-0,44	-0,44	-0,49	-0,43
		Color	Gris									
		Olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor
		Textura	Arena media	Arena media	Arena media	Arena media	Arena gruesa	Arena media				
		Origen	Sedimento estuarino									

MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector Faro Carranza 1, fueron encontrados cuatro taxa con un total de 10.750 individuos/m², pertenecientes a los Phylum Annelida Arthropoda y Mollusca. La mayor abundancia fue colectada la estación 4, con 2.080 ind./m² pertenecientes a cuatro familias (Tabla 95). De igual forma, este vértice presentó la mayor diversidad y el valor de uniformidad más alto. La estación 5, fue la que presentó el valor más alto de dominancia.

Tabla 95. Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Faro Carranza 1.

Phyllum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. / m ²)									
			VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Annelida	Nereididae	-	340	300	230	340	70	250	140	560	140	300
Annelida	Spionidae	-	600	390	100	210	380	220	400	330	80	190
Arthropoda	Ischyroceridae	-	100	120	220	380	160	20	10	620	170	90
Mollusca	Carditidae	-	70	120	190	770	110	260	230	570	570	400
		N° de taxa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		N° de ejemplares	1110	930	740	1700	720	750	790	2080	960	980
		Diversidad (Shanon-Wiener) (H')	1,09	1,26	1,34	1,27	1,19	1,19	1,10	1,36	1,10	1,27
		Dominancia (Simpson) (D)	0,40	0,31	0,27	0,31	0,36	0,32	0,37	0,26	0,41	0,31
		Uniformidad (Pielou) (J')	0,78	0,91	0,97	0,92	0,85	0,86	0,80	0,98	0,80	0,91

COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó en 10 estaciones (Tabla 96). La profundidad máxima fue de 1,5 m, registrada en el vértice A. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 8 mg/L (Figura 48 y Figura 49), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de $15,5 \pm 0,6$ °C y la salinidad presentó un promedio en superficie de $2,5 \pm 1,1$ PSU en el sitio monitoreado. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

Tabla 96. Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Faro Carranza 1.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	715952.88	6062076.04	1,5
VB	716055.34	6062042.38	0,9
VC	715901.39	6061538.47	1,4
VD	715822.19	6061611.73	1,3
E1	715990	6062017	1,3
E2	715968	6061939	1,1
E3	715942	6061852	1,0
E4	715917	6061769	1,0
E5	715892	6061686	0,5
E6	715869	6061616	0,8

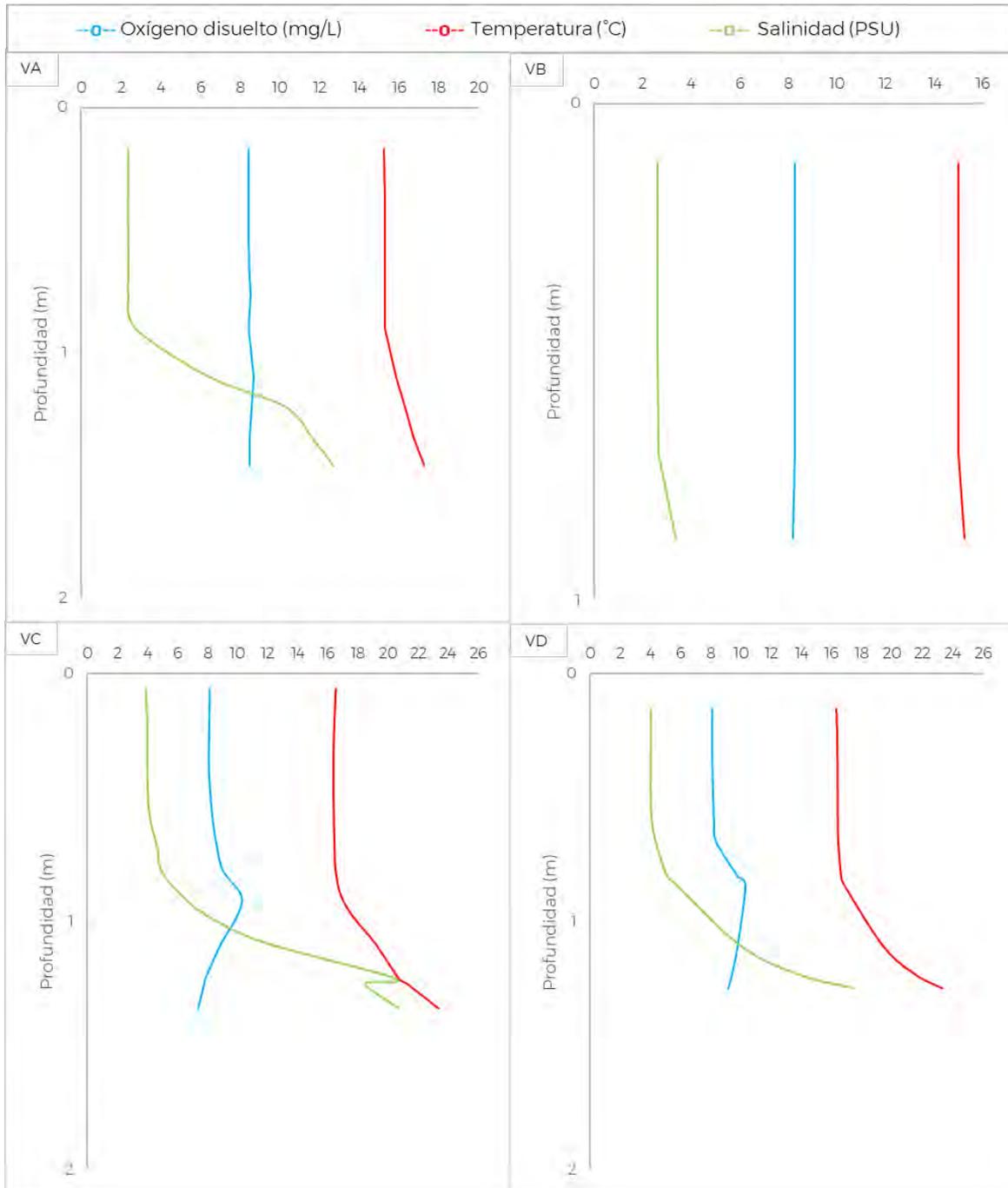


Figura 48. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio Faro Carranza 1.

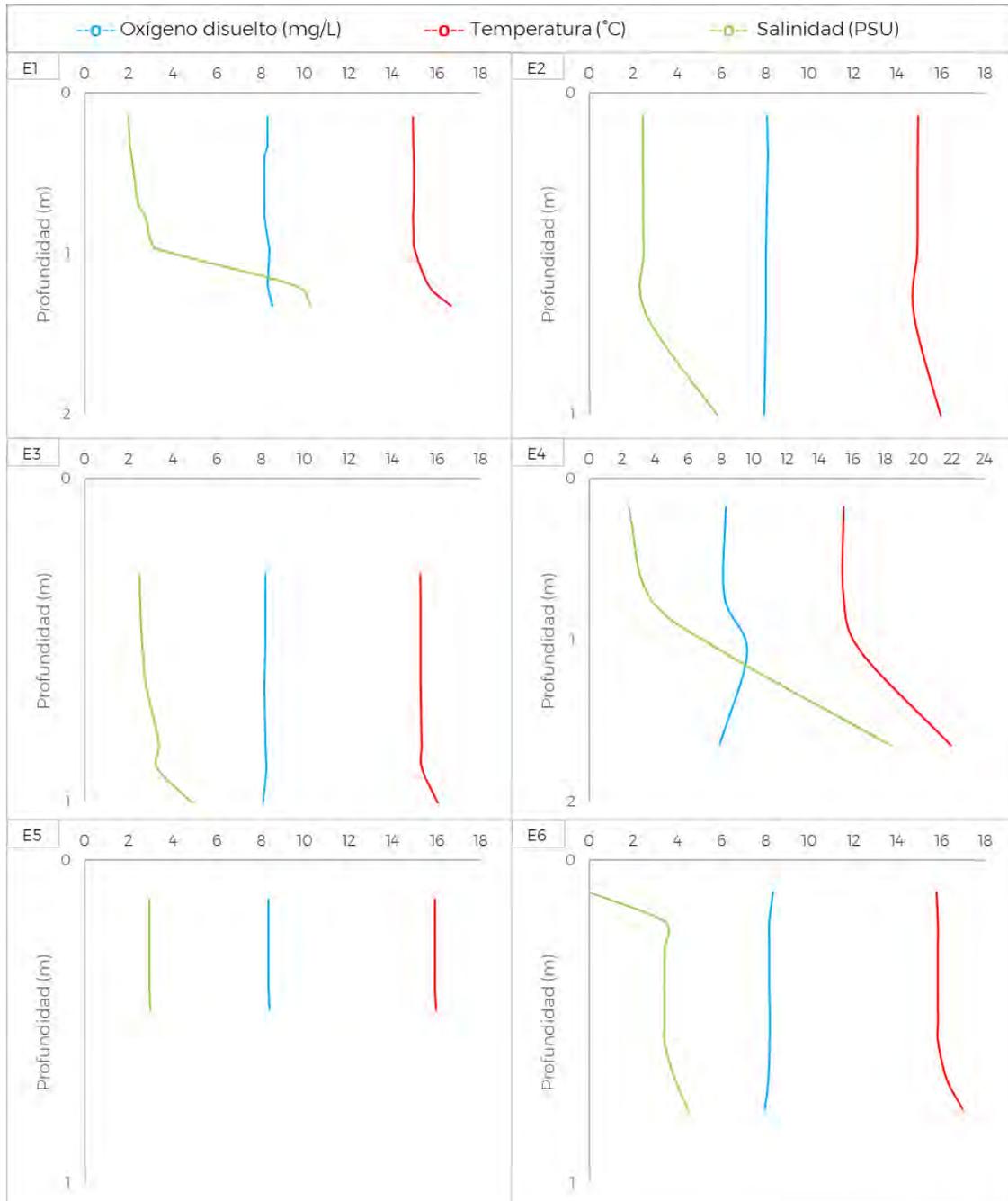


Figura 49. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del sitio Faro Carranza 1.

5.4.2.7 CARDONAL

El área de trabajo se situó en la localidad de Cardonal, comuna de Pelluhue., en el curso bajo del río Chovellén próximo a la desembocadura al mar. La caracterización preliminar del sitio Cardonal incluyó la batimetría del sector, muestreo de sedimentos, muestreo de macrofauna y mediciones físico-químicas de la columna de agua.

PLANO BATIMETRICO

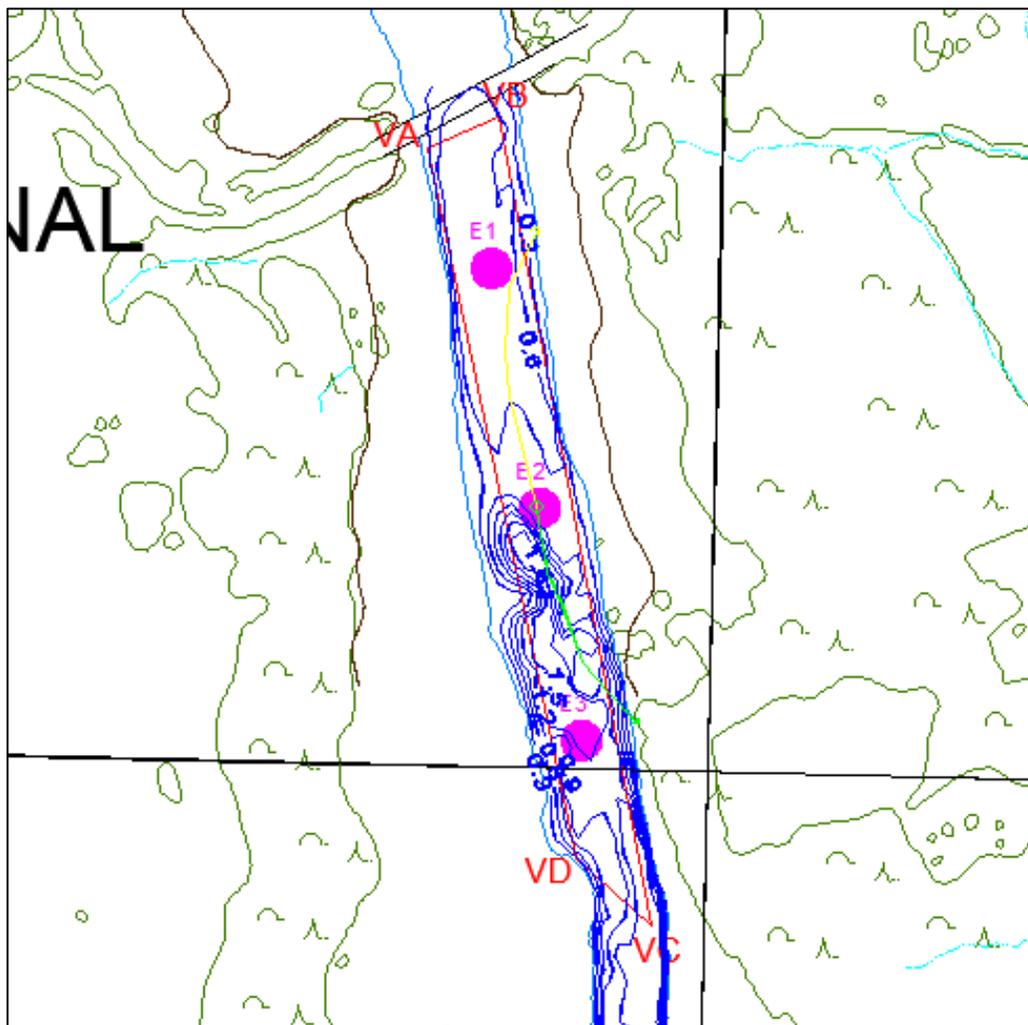


Figura 50. Captura del plano batimétrico y de estaciones de muestreo del sitio Cardonal (Plano completo se incluye en el Anexo F).

SEDIMENTOS: MATERIA ORGANICA, MEDICIONES *IN SITU* Y GRANULOMETRIA

Este sector comprende un área de 2,01 ha, por lo que, de acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N° 3612/09, se muestrearon un total de 7 estaciones, de las cuales las 7 correspondieron a sustrato blando. Los valores de MOT fluctuaron entre 0,9% y 1,4% (Tabla 97). De acuerdo a lo indicado en la Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones, los valores registrados en las 7 estaciones no superan el límite de aceptabilidad.



Figura 51. Fotografías del levantamiento en el sector de Cardonal.

Tabla 97. Resultados del análisis de materia orgánica total del sedimento sitio Cardonal.

Estación	Coordenadas UTM		Tipo de Sustrato	Materia Orgánica Total (%)	Profundidad (m)
	Este	Norte			
VA	710451,05	6026864,88	Blando	0,9	1,1
VB	710495,95	6026885,09	Blando	1,2	1,0
VC	710591,07	6026381,14	Blando	1,2	1,0
VD	710542,88	6026422,99	Blando	1,4	1,7
E1	710491	6026790	Blando	1,0	1,9
E2	710521	6026641	Blando	1,2	0,7
E3	710547	6026497	Blando	1,3	2,2

En todas las estaciones, los valores de potencial de hidrógeno registrados *in situ* fueron iguales o superiores a 7,1 unidades de pH y los valores de potencial Redox fueron iguales o superiores a 50 mV (Tabla 98), cumpliendo ambas variables con lo establecido en la Res. Ex. N° 3612 y sus modificaciones.

Tabla 98. Resultados de mediciones *in situ* del sedimento sitio Cardonal.

Estación	Potencial REDOX (mV Ag/AgCl)	pH	Temperatura sedimento (°C)	Factor de corrección	Potencial REDOX Eh (NHE)
VA	187	7,6	19,1	214	401
VB	121	7,7	19,2	214	335
VC	121	7,4	19,2	214	335
VD	132	7,4	19,2	214	346
E1	106	7,6	19,1	214	320
E2	88	7,4	19,2	214	302
E3	106	7,5	19,2	214	320



Las muestras de sedimento del área de estudio presentaron un color gris, ausencia de olor en todas las estaciones y textura correspondiente a arena gruesa en 6 estaciones y grava en 1 estación.

Las características granulométricas fueron similares en todas las estaciones, predominando la presencia de arena gruesa, muy gruesa y grava (Tabla 99). El grado de selección en las estaciones monitoreadas, vario entre pobremente seleccionada, según la escala de Folk (1980).

Tabla 99. Resultados de granulometría del sedimento sitio Cardonal.

Fracción sedimentaria	Phi	Mm	VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3
Grava	-1	4 - 2	22,84	26,10	13,93	7,08	22,79	43,60	8,31
Arena muy gruesa	0	2 - 1	29,16	29,38	24,55	25,99	33,36	17,71	24,24
Arena gruesa	1	1 - 0,5	37,25	33,85	31,09	36,47	34,84	14,91	30,92
Arena media	2	0,5 - 0,25	8,39	7,96	20,13	19,21	6,87	10,24	17,88
Arena fina	3	0,25 - 0,125	1,57	1,46	8,13	7,92	1,33	6,93	8,42
Arena muy fina	4	0,125 - 0,062	0,46	0,40	1,07	0,91	0,45	1,45	0,79
Fango	5	< 0,062	0,32	0,85	1,11	2,41	0,36	5,17	9,43
Peso total de la muestra			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Diámetro medio de grano			-0,08	-0,12	0,70	0,76	-0,11	0,09	1,03
Grado de selección			1,01	1,02	1,20	1,16	0,99	1,64	1,81
Curtosis			1,05	0,74	0,89	0,92	1,06	1,05	1,47
Asimetría			0,05	0,08	0,03	0,06	0,08	0,49	0,35
Color			Gris						
Olor			Sin olor						
Textura			Arena gruesa	Grava	Arena gruesa				
Origen			Sedimento estuarino						

MACROFAUNA BENTÓNICA

En el sector Cardonal, fueron encontrados cuatro taxa con un total de 3.980 individuos/m², pertenecientes a los Phylum Annelida Arthropoda y Mollusca. La mayor abundancia fue colectada en el vértice A, con 960 ind./m² pertenecientes a cuatro familias (Tabla 100). El vértice D presentó la mayor diversidad. El vértice B, fue la que presentó el valor más alto de dominancia, debido a que en esta estación se encontró solo un taxa. y la estación 3 presentó el valor de uniformidad más alto.

Tabla 100. Abundancia por estación de la macrofauna bentónica en el sitio Cardonal.

Phylum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind. / m ²)						
			VA	VB	VC	VD	E1	E2	E3
Annelida	Nereididae	-	170	530	480	200	410	210	220
Annelida	Spionidae	-	0	0	0	40	0	0	0
Arthropoda	Ischyroceridae	-	750	0	190	30	160	60	90
Mollusca	Carditidae	-	40	0	110	80	40	10	160
N° de taxa			3	1	3	4	3	3	3
N° de ejemplares			960	530	780	350	610	280	470
Diversidad (Shanon-Wiener) (H')			0,632	0,000	0,919	1,116	0,797	0,665	1,039
Dominancia (Simpson) (D)			0,643	1,000	0,457	0,397	0,524	0,608	0,370
Uniformidad (Pielou) (J')			0,575	-	0,837	0,805	0,725	0,605	0,945

COLUMNA DE AGUA: OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y SALINIDAD

El muestreo de la columna de agua se realizó en 10 estaciones (Tabla 101). La profundidad máxima fue de 1,2 m, registrada en la estación VD y E3. En todas las estaciones la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 8 mg/L (Figura 52 y Figura 53), cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones, la cual establece un valor mínimo de 2,5 mg/L. La temperatura fue variable, presentando un promedio en superficie de $17,7 \pm 1,0$ °C y la salinidad presentó un promedio en superficie de $1,0 \pm 0,3$ PSU en el sitio monitoreado. A pesar de que el sitio seleccionado tiene baja profundidad, se observaron grandes variaciones de los parámetros medidos en la columna de agua, destacando la salinidad, como se observa en las figuras, la cual aumenta al descender en la columna de agua. En el anexo F se entrega el detalle de los valores registrados en la columna de agua.

Tabla 101. Ubicación y profundidad de las estaciones de muestreo de columna de agua sitio Cardonal.

Estación	Coordenadas UTM		Profundidad (m)
	Este	Norte	
VA	710451	6026865	0,6
VB	710496	6026885	0,4
VC	710591	6026381	0,9
VD	710543	6026423	1,2
E1	710491	6026790	1,1
E2	710521	6026641	0,8
E3	710547	6026497	1,2

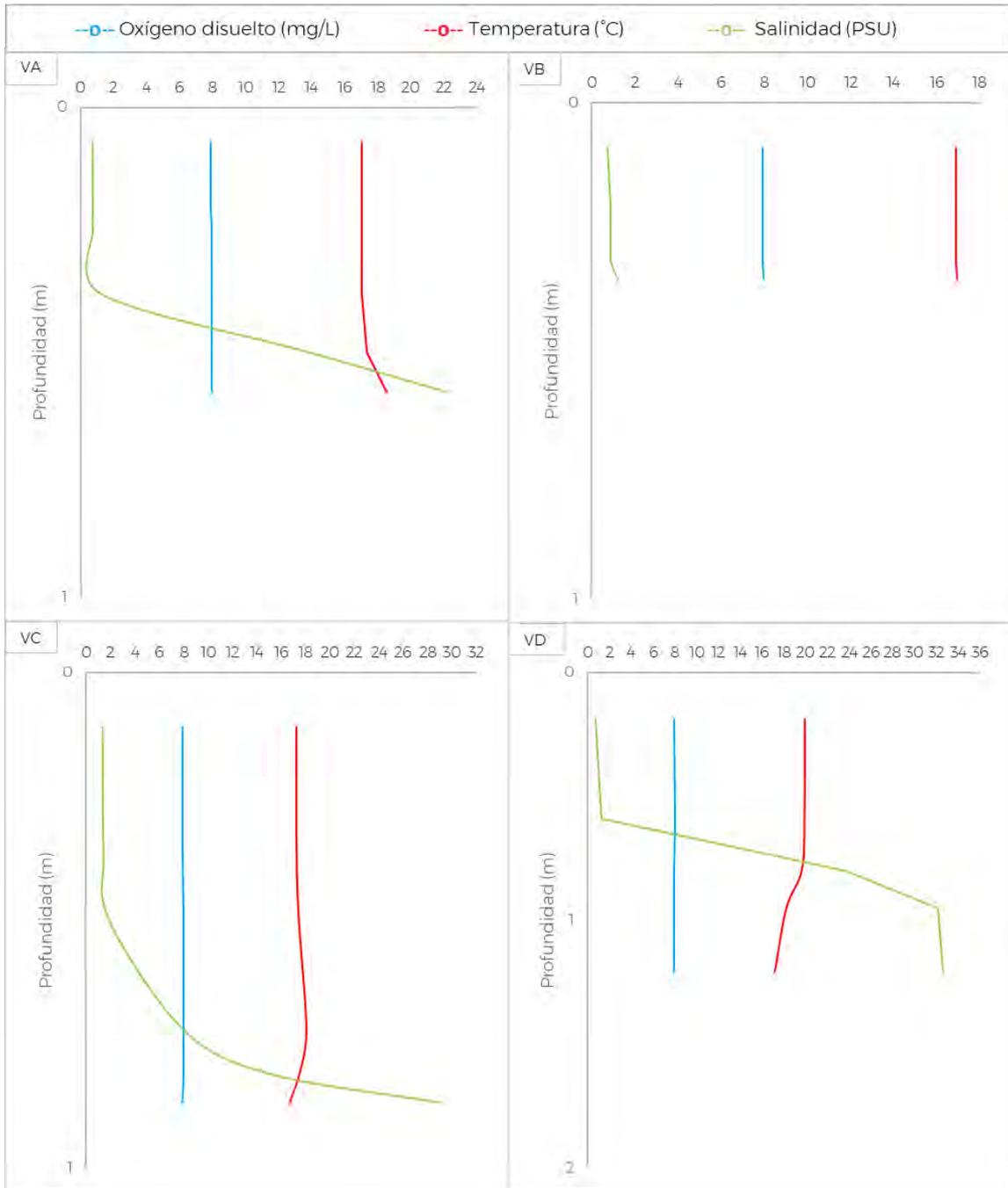


Figura 52. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en los vértices A, B, C y D, del sitio Cardonal.

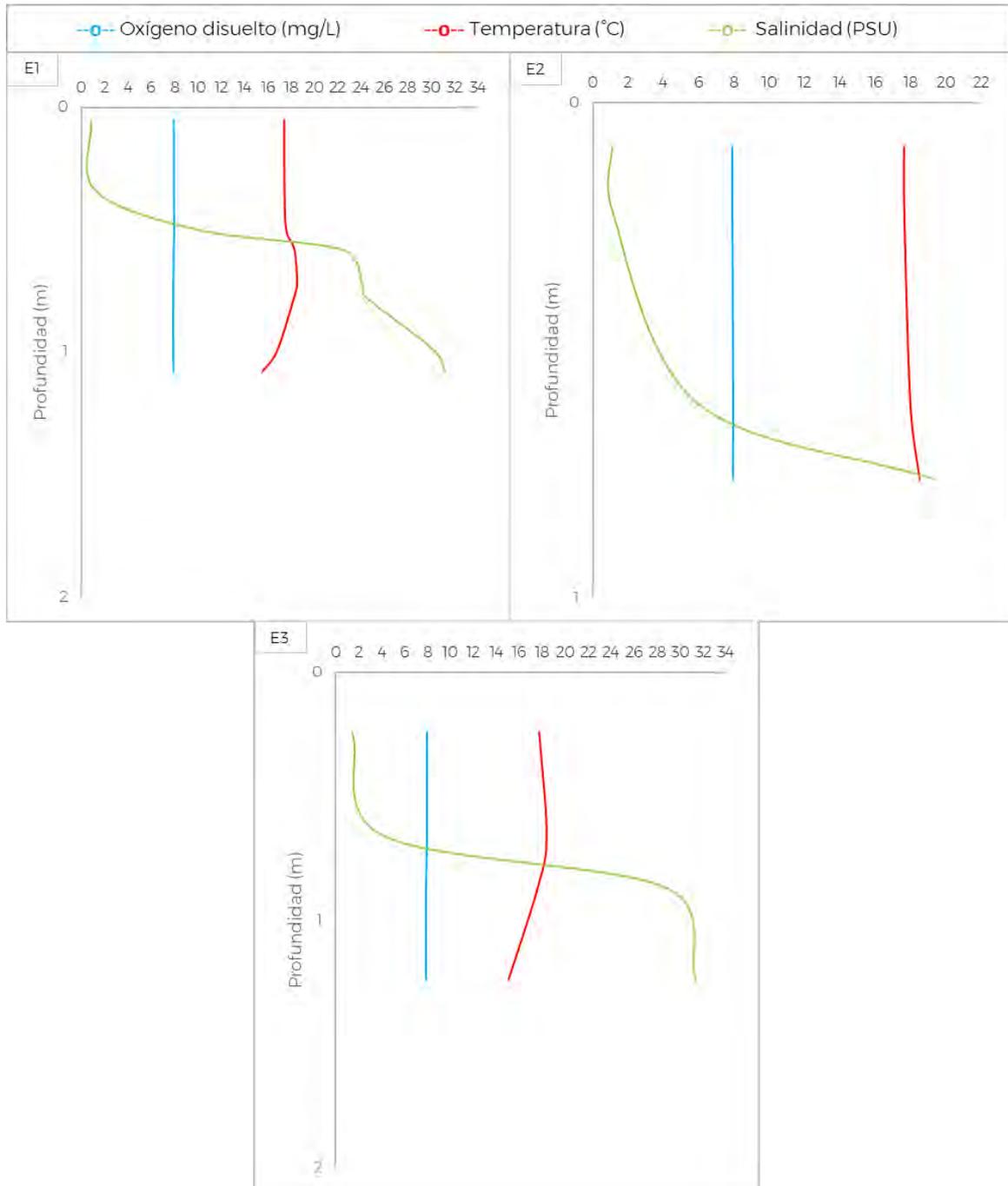


Figura 53. Perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la columna de agua en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del sitio Cardonal.

Finalizadas las campañas de caracterización preliminar de los sitios, de acuerdo a las características que presentaron y en base a lo establecido en la Res. Ex. N°3612/09 y sus



modificaciones, en la Tabla 102, se presenta un resumen de cada sitio elegido con sus características y la categoría a la cual correspondería.

Tabla 102. Clasificación de cada sitio seleccionado de acuerdo a la Res.Ex. N° 3612/09 y sus modificaciones

Nombre del sitio	Área (has)	Prof (m)*	Tipo de fondo	Cuerpo de agua	Categoría	Condición
Boyeruca_2	1,01	0 - 5	Blando	Estuario	6	Anaeróbica
Llico_2	0,73	0 - 1	Blando	Estuario	6	Anaeróbica
La Pesca Río_1	9,49	0 - 1	Blando	Estuario	6	Aeróbica
La Trinchera_2	2,89	0 - 1	Blando	Estuario	6	Aeróbica
Río Maule_1	5,91	0 - 1	Blando	Estuario	6	Anaeróbica
Faro Carranza_1	5,15	0 - 1	Blando	Estuario	6	Aeróbica
Cardonal	2,01	0 - 2	Blando	Estuario	6	Aeróbica

*Profundidad mínima y máxima registradas en el polígono de la concesión con corrección de mareas.

5.4.3 Mediciones de corrientes.

Las coordenadas y profundidad de los sitios de fondeo de los equipos la entrega la Tabla 103, mientras que la ubicación geográfica la entrega la Figura 54.

Tabla 103. Ubicación fondeo correntómetros

Estación	Sector	Coordenadas (Datum WGS-84)		Profundidad (m)
		Latitud (S)	Longitud (W)	
ADCP_01 (L5)	Norte de Duao	34°51'15,90"	72°09'35,80"	22
ADCP_02 (L6)	Constitución	35°18'00,66"	72°28'24,64"	22
ADCP_03 (L7)	Curanipe	35°45'44,39"	72°35'24,09"	37

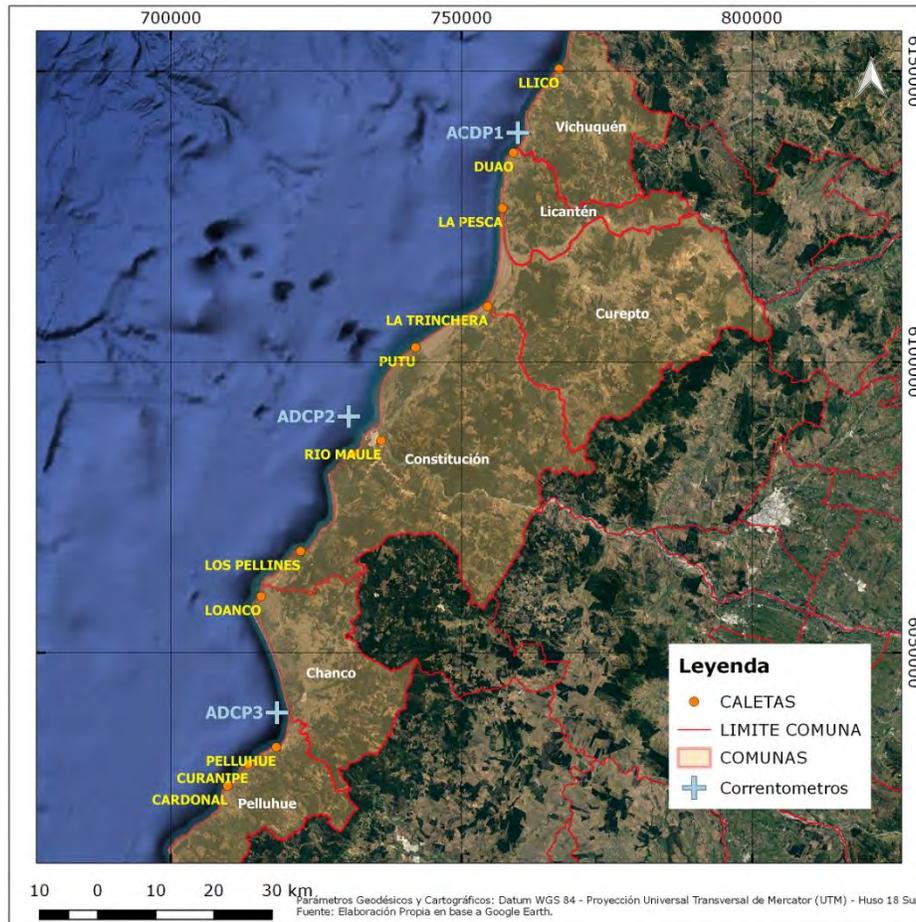


Figura 54. Ubicación espacial correntómetros en la costa de la Región del Maule.

5.4.3.1 Norte de Duao

Los equipos fueron instalados los primeros días de junio en la bahía ubicada al norte de caleta Duao. Debido a que el sector presentaba un alta dinámica de corrientes y la rompiente quedaba cerca del punto de anclaje, se utilizó una mayor cantidad de pesos para el fondeo, además de los mismos comentarios de los pescadores que señalaban que el sitio presentaba frecuentes marejadas. Una vez transcurrido el tiempo de medición, se procedió al retiro de los equipos, los cuales no fueron hallados en el lugar de instalación, lo cual consideró todo un día de búsqueda.

Debido a esta situación se informó a SUBPESCA de lo acontecido, proponiendo un nuevo sitio de muestreo y un sector con mejores características de fondeo, es decir, mayor profundidad y lejos de la rompiente del sector, de manera de no comprometer los equipos y la medición.

5.4.3.2 Constitución

Los equipos fueron instalados el día 1 de junio y retirados el 2 de julio de 2018, considerando un total de 31 días de medición. Los equipos fueron instalados a 5 m, 13 m y 21 m de profundidad.

Las Tabla 104 y Tabla 105 se dan a conocer las frecuencias de ocurrencia de la velocidad y dirección de la corriente en las distintas capas. La mayor frecuencia para la velocidad estuvo dada entre los 5 y 10 cm/s y 10 y 15 cm/s en todas las capas evaluadas. En cuanto a la dirección de corrientes, el Suroeste fue la dirección más frecuente en el estrato superficial, con un 31,5% de los datos. A nivel intermedio, la dirección Oeste registró el 29,7% de las mediciones. En el estrato de fondo la dirección predominante fue hacia el Este (18,2%).

Tabla 104. Frecuencia velocidades por estrato

Rango-Velocidad (cm/s)	Frecuencia de ocurrencia (%)		
	Superficial (5 m)	Medio (13 m)	1 m Fondo (21 m)
0,0-1,5	2,5	2,1	1,7
1,5-3,0	6,9	6,5	5,3
3,0-5,0	9,1	8,0	6,4
5,0-10,0	27,0	21,0	15,9
10,0-15,0	26,8	24,5	22,0
15,0-20,0	14,3	15,4	15,6
20,0-25,0	8,2	9,3	13,0
25,0-30,0	3,8	7,6	9,9
30,0 ->	1,5	5,7	10,2

Tabla 105. Frecuencia dirección por estrato

Dirección	Frecuencia de ocurrencia (%)		
	Superficial (5 m)	Medio (13 m)	1 m Fondo (21 m)
Norte	7,4	3,7	5,1
Noreste	20,1	16,9	5,9
Este	7,9	14,9	18,2
Sureste	4,3	4,3	9,3
Sur	10,8	5,6	6,1
Suroeste	31,5	20,1	8,1
Oeste	14,5	29,7	33
Noroeste	3,5	4,6	14,3

El vector progresivo para los estratos superficial y medio presentó una dirección resultante hacia el Sureste, mientras que, en el estrato de fondo, la dirección resultante fue hacia el Oeste, con el total de datos recolectados (Figura 55). Por último, la descomposición de vectores dio como resultado para la capa superficial una distribución mayoritariamente

hacia el cuadrante Suroeste y Noreste. La capa media presentó una distribución de datos hacia el Suroeste y Este; mientras que, para la capa de fondo, la mayor cantidad de datos estuvo orientada hacia el Oeste y Este (Figura 56).

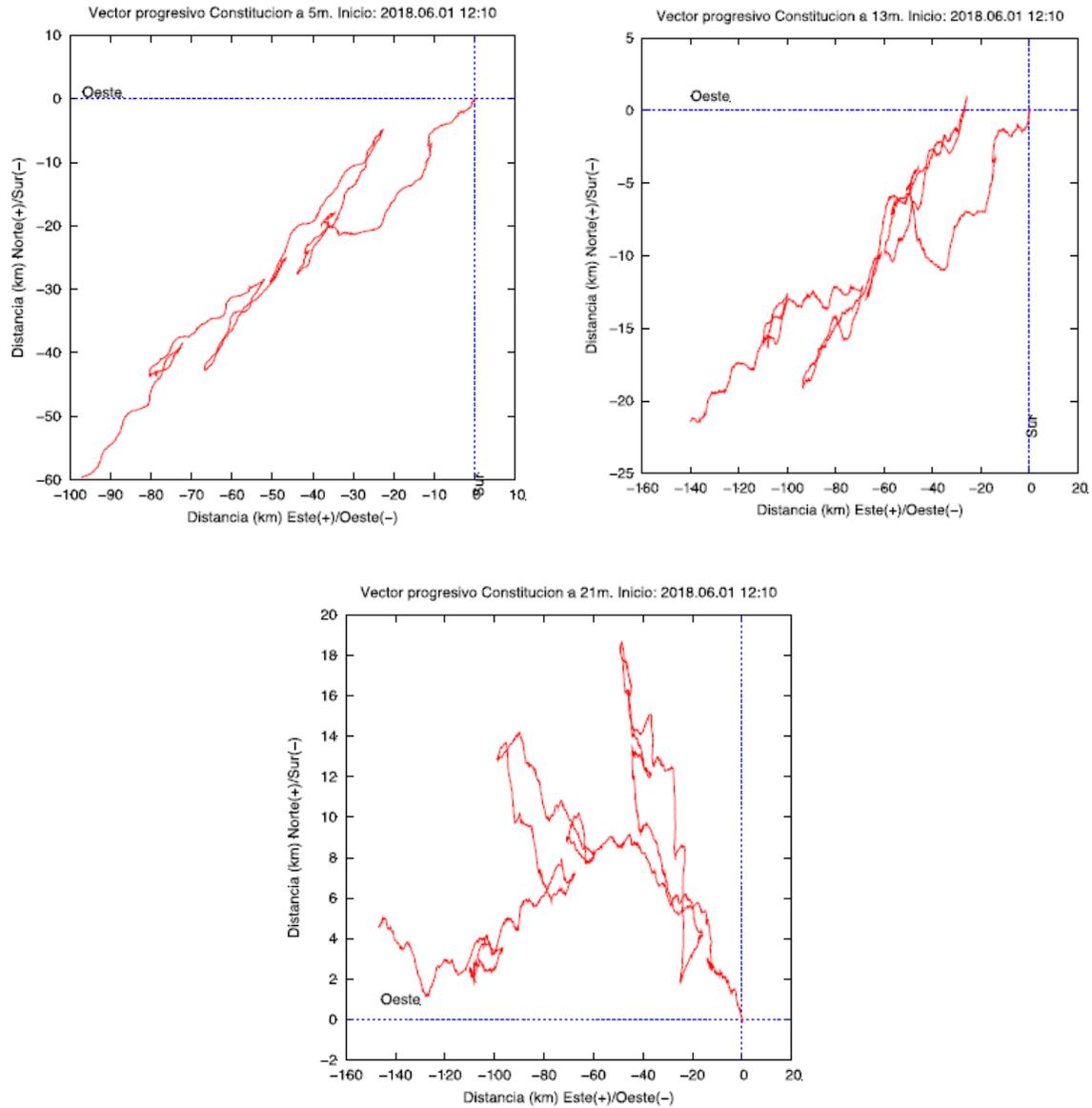


Figura 55. Vectores Progresivos. Capas superficial, medio y 1 m del fondo. Constitución.

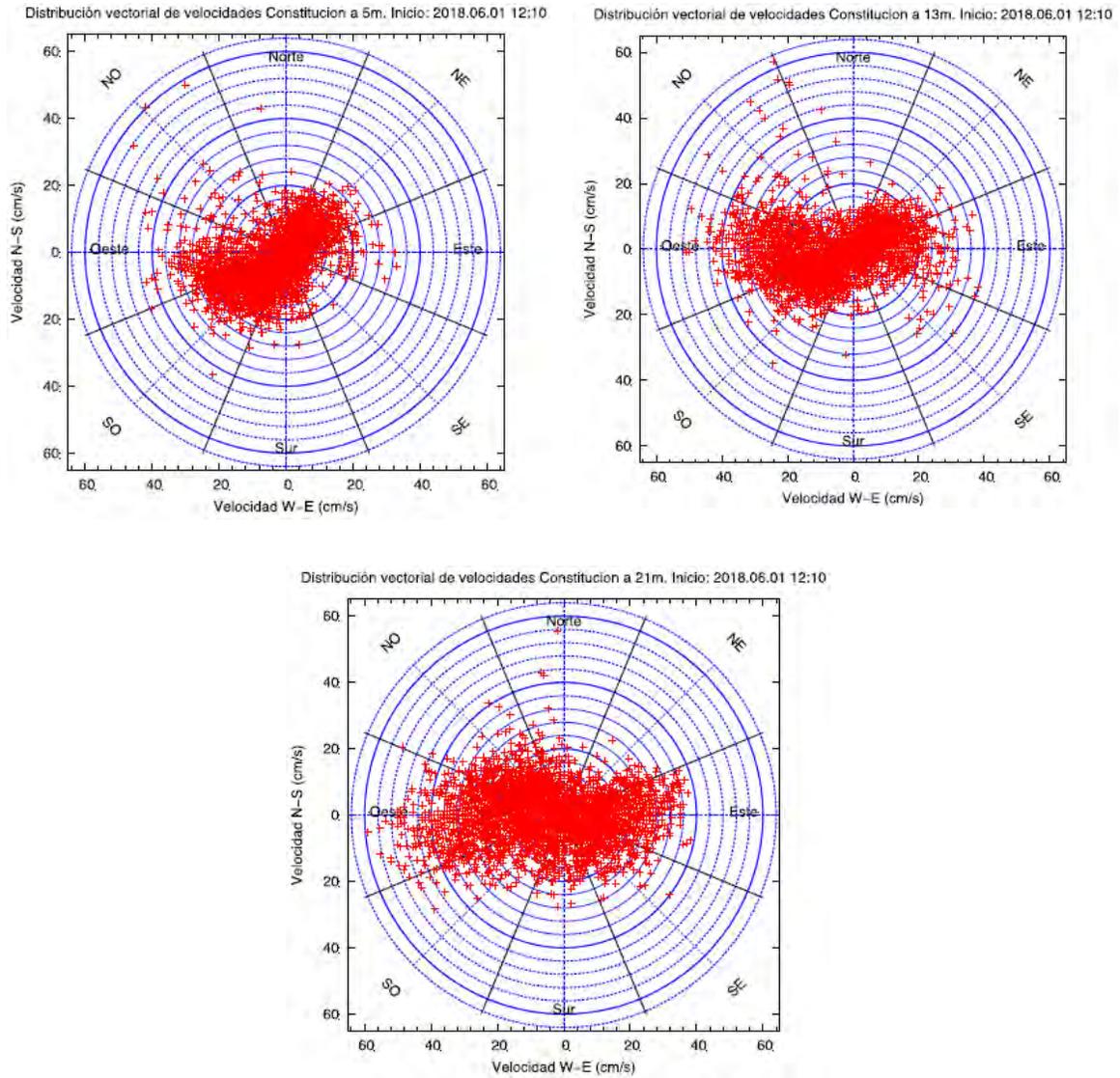


Figura 56. Distribución vectorial de corrientes. Capas superficial, medio y 1 m del fondo. Constitución.



5.4.3.3 Curanipe

Los equipos fueron instalados el día 1 de junio y retirados el 1 de julio de 2018, considerando un total de 30 días de medición. Los equipos fueron instalados a 5 m, 18 m y 36 m de profundidad. Al momento del retiro de los equipos, sólo se pudo recuperar el ubicado a mayor profundidad, el cual había sido dejado en la Comisaría de Carabineros de Iloca y con los datos de 30 días de medición. Se desconoce el paradero de los 2 equipos restantes. Se cree que los equipos pudieron haber colapsado con las marejadas del sector o bien pasados a llevar por alguna embarcación.

También existe la posibilidad que hayan sido retirados intencionalmente, debido a que al momento de instalación, varias personas del sector increparon al personal de terreno, indicando que sacaran los equipos o quemarían la camioneta, aludiendo a que no querían que se instalaran empresas salmoneras en el área.

Debido a esta situación se informó a SUBPESCA de lo acontecido, proponiendo un nuevo sitio de muestreo y un sector con mejores características de fondeo y de protección, es decir, mayor profundidad, lejos de la rompiente y de los sectores en conflicto, de manera de no comprometer a los equipos y la medición.

En las Tabla 106 y Tabla 107 se dan a conocer las frecuencias de ocurrencia de la velocidad y dirección de la corriente en el estrato de fondo. La mayor frecuencia de datos de velocidad de corriente estuvo en el rango entre 5 y 10 cm/s con un 27,5%, seguido por el rango entre 1,5 y 3 cm/s (22,3%) y el rango 3 y 5 cm/s (20,6%). En cuanto a la dirección, el predominio se observó hacia el Este (22,8%) y Sureste (21,9%).

Tabla 106. Frecuencia velocidades por estrato

Rango-Velocidad (cm/s)	Frecuencia de ocurrencia (%)		
	Superficial (5 m)	Medio (18 m)	1 m Fondo (36 m)
0,0-1,5	SD	SD	7,6
1,5-3,0	SD	SD	22,3
3,0-5,0	SD	SD	20,6
5,0-10,0	SD	SD	27,5
10,0-15,0	SD	SD	11,9
15,0-20,0	SD	SD	5,0
20,0-25,0	SD	SD	3,2
25,0-30,0	SD	SD	1,5
30,0 ->	SD	SD	0,4

SD: sin datos

Tabla 107. Frecuencia dirección por estrato

Dirección	Frecuencia de ocurrencia (%)		
	Superficial (5 m)	Medio (18 m)	1 m Fondo (36 m)
Norte	SD	SD	11,1
Noreste	SD	SD	10,1
Este	SD	SD	22,8
Sureste	SD	SD	21,9
Sur	SD	SD	8,9
Suroeste	SD	SD	8,3
Oeste	SD	SD	9,1
Noroeste	SD	SD	7,8

SD: sin datos

El vector progresivo para el estrato de fondo posee una dirección bien delimitada hacia el Sureste (Figura 57). Por otro lado, la descomposición de vectores dio como resultado para

la capa de fondo una distribución mayoritariamente hacia el cuadrante Sureste (Figura 58).

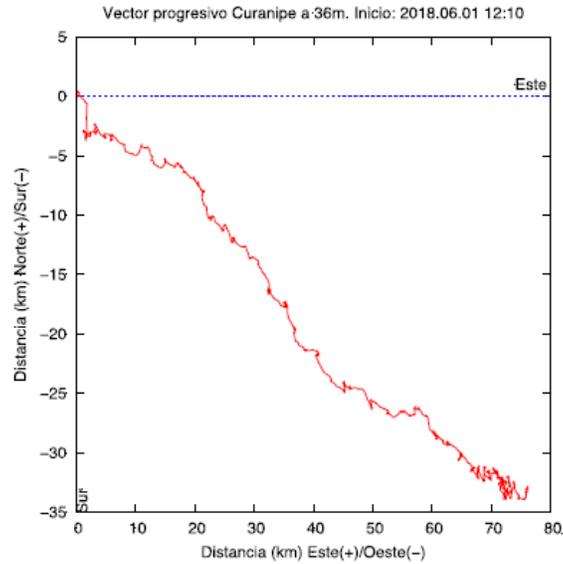


Figura 57. Vectores Progresivos. Capas 1 m del fondo. Curanipe

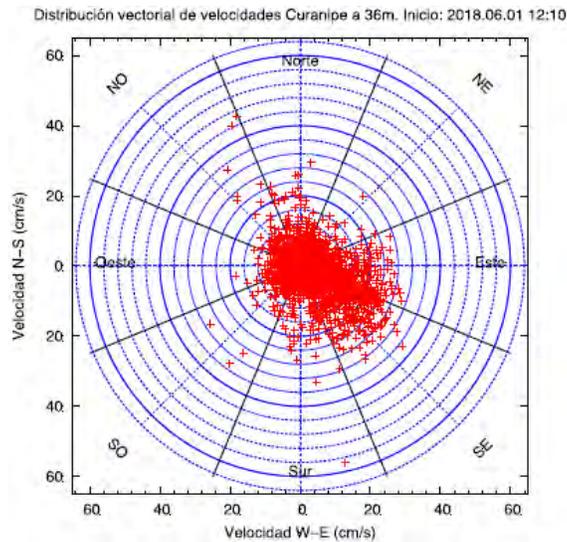


Figura 58. Distribución vectorial de corrientes. Capas 1 m del fondo. Curanipe.

5.5 Objetivo 5

Realizar muestreos de metales pesados (mercurio, plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico) en la columna de agua, en cada uno de los sitios o áreas concesibles.

Las actividades de muestreo en la columna de agua, para el análisis de los seis metales pesados (arsénico, cadmio, cobre, mercurio, plomo y zinc), fueron efectuados desde el 5 al 18 de mayo de 2018. Durante este período, se visitaron y muestrearon los siete sitios o sectores comprometidos para el presente proyecto. A continuación, se proporciona los resultados obtenidos para cada uno de los sitios seleccionados en consenso con la Subsecretaría. En el Anexo F se presentan los informes de análisis de laboratorio. En la Tabla 108 se indica las coordenadas geográficas y fecha de muestreo de las estaciones por sector de estudio. Las muestras fueron recolectadas en dos estratos: superficial (primeros 20 cm de la columna de agua) y fondo.

Tabla 108. Coordenadas geográficas, curso de agua asociado al sitio y fechas de obtención de muestras de las estaciones de muestreo de los siete sitios consensuados.

Sitio	Curso de agua	Navegable ⁽¹⁾	Barra	Estación	Latitud	Longitud	Fecha de muestreo
Boyeruca 2	Estero San Pedro de Alcántara	No	No	A1	34°41'04,63"	72°02'27,81"	18-05-2018
Llico 2	Estero Llico	No	Si	A1	34°45'18,41"	72°04'57,60"	17-05-2018
La Pesca 1	Río Mataquito	No	No	A1	35°01'09,15"	72°10'54,81"	13-05-2018
				A2	35°01'11,92"	72°10'53,44"	
				A3	35°01'14,93"	72°10'51,55"	
				A4	35°01'17,47"	72°10'50,29"	
				A5	35°01'20,12"	72°10'48,76"	
La Trinchera 2	Río Huenchullami	No	No	A1	35°07'45,64"	72°12'13,90"	11-05-2018
				A2	35°07'51,96"	72°12'06,04"	
Río Maule 1	Río Maule	Si	No	A1	35°33'44,65"	72°37'01,20"	09-05-2018
				A2	35°33'50,23"	72°37'02,87"	
				A3	35°33'55,82"	72°37'04,72"	
Faro Carranza 1	Río Pinotalca	No	No	A1	35°33'44,65"	72°37'01,20"	05-05-2018
				A2	35°33'50,23"	72°37'02,87"	
				A3	35°33'55,82"	72°37'04,72"	
Cardonal	Río Chovellén	No	No	A1	35°52'52,21"	72°40'05,02"	08-05-2018
				A2	35°52'57,28"	72°40'03,62"	

⁽¹⁾Decreto 12/1998 del Ministerio de Defensa Nacional

En la Tabla 109, se sintetiza los métodos analíticos aplicados para el análisis de laboratorio de los metales pesados considerados para la columna de agua.

Tabla 109. Métodos de análisis y límite de detección para cada metal pesado medido en la columna de agua.

Metal	Método de análisis	Límite de detección (mg/L)
Arsénico	SM-3114C	0,001
Cadmio	SM-3120B	0,001
Cobre	SM-3120B	0,005
Mercurio	SM-3120B	0,001
Plomo	SM-3120B	0,020
Zinc	SM-3120B	0,002

SM: Standard Methods.

5.5.1 BOYERUCA 2

En este sitio, se muestreó una estación (A1) que fue ubicada en el centro del polígono. Debido a la profundidad del sector, se recolectaron muestras de agua desde dos estratos de profundidad. De la serie de metales analizados, tres de ellos (cobre, mercurio y plomo) registraron mediciones bajo sus respectivos límites de detección en ambos estratos de profundidad (Tabla 110). Los niveles de concentración de arsénico y cadmio no mostraron diferencia entre ambos estratos de profundidad. Solamente el zinc, registró un menor valor de concentración asociado con las aguas subsuperficiales.

Tabla 110. Valores de concentración (mg/L) por estrato de profundidad para los metales pesados medidos en la columna de agua de Boyeruca 2.

Estación	Estrato	Prof (m)	Arsénico	Cadmio	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
A1	Superficie	0,2	0,002	0,009	<0,005	<0,001	<0,020	0,122
	Fondo	2,4	0,002	0,009	<0,005	<0,001	<0,020	0,027

5.5.2 LLICO 2

En este sitio se estableció una estación de muestreo, con dos estratos de profundidad dada la profundidad de la columna de agua. En la Tabla 111 se proporciona las concentraciones medidas para el conjunto de metales pesados analizados. De la serie de metales analizados, tres de ellos (cobre, mercurio y plomo) registraron mediciones bajo sus respectivos límites de detección. La concentración de arsénico no mostró diferencias entre ambos estratos de profundidad; mientras que, el zinc presentó un valor mayor en las aguas de fondo un orden de magnitud mayor).

Tabla 111. Valores de concentración (mg/L) por estrato de profundidad para los metales pesados medidos en la columna de agua de Llico 2.

Estación	Estrato	Prof (m)	Arsénico	Cadmio	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
A1	Superficie	0,2	0,008	0,007	<0,005	<0,001	<0,020	0,093
	Fondo	0,6	0,009	0,007	<0,005	<0,001	<0,020	0,141

5.5.3 LA PESCA 1

Este sitio fue caracterizado en base a 5 estaciones de muestreo, con una disposición equidistante dentro del polígono establecido. Para caracterizar el campo vertical, se recolectó muestras de agua en dos estratos de profundidad.

Del conjunto de metales analizados, cuatro de ellos (cadmio, cobre, mercurio y plomo) registraron mediciones bajo sus respectivos límites de detección (Tabla 112). El arsénico en el estrato superficial no registró variaciones (0,007 mg/L); en aguas profundas, este elemento reveló un comportamiento similar, ya que las mediciones variaron entre 0,003 mg/L y 0,004 mg/L, aunque solamente un valor de concentración correspondió al máximo. Con respecto al zinc, en aguas superficiales los valores de concentración y la variabilidad de este metal (0,018-0,021 mg/L) fue comparativamente menor a la registrada en aguas subsuperficiales (0,024-0,050 mg/L).

Tabla 112. Valores de concentración (mg/L) por estrato de profundidad para los metales pesados medidos en la columna de agua de La Pesca 1.

Estación	Estrato	Prof (m)	Arsénico	Cadmio	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
A1	Superficie	0,2	0,007	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,021
	Fondo	0,8	0,003	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,024
A2	Superficie	0,2	0,007	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,021
	Fondo	1,1	0,003	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,044
A3	Superficie	0,2	0,007	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,018
	Fondo	1,4	0,003	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,041
A4	Superficie	0,2	0,007	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,019
	Fondo	1,7	0,003	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,044
A5	Superficie	0,2	0,007	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,019
	Fondo	1,6	0,004	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,050

5.5.4 LA TRINCHERA 2

Para el sitio la Trinchera 2, se establecieron dos estaciones de muestreo equidistantes dentro del polígono. Para cada una de ellas, se recolectó muestras de agua en dos estratos de profundidad. Según se aprecia en la Tabla 113, un número importante de mediciones estuvieron bajo sus respectivos límites de detección. Particularmente, ninguna de las mediciones de cadmio, cobre, mercurio y plomo registró valores de concentración analíticamente cuantificables.

El arsénico solamente fue detectado en las aguas superficiales, con mediciones muy próximas al límite de detección. Una situación similar se observó para el zinc, ya que solamente se registraron mediciones cuantificables y de valores similares en las aguas subsuperficiales.

Tabla 113. Valores de concentración (mg/L) por estrato de profundidad para los metales pesados medidos en la columna de agua de La Trinchera 2.

Estación	Estrato	Prof (m)	Arsénico	Cadmio	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
A1	Superficie	0,2	0,001	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	<0,002
	Fondo	0,45	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,054
A2	Superficie	0,2	0,002	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	<0,002
	Fondo	0,48	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,044

5.5.5 RIO MAULE 1

Para caracterizar las aguas del sitio Río Maule 1, se estableció tres estaciones de muestreo ubicadas equidistantes dentro del polígono establecido. La columna de agua fue caracterizada en base a dos estratos de profundidad (superficie y fondo).

En las aguas de este sitio, solamente las mediciones de mercurio y plomo fueron analíticamente indetectables, mientras que para los metales restantes un número importante de mediciones fueron cuantificables (Tabla 114).

El arsénico registró una variación entre <0,001 mg/L y 0,004 mg/L. En dos estaciones (A1 y A2), los niveles de concentración de este elemento fueron ligeramente mayores en aguas superficiales. En la estación restante (A3), el arsénico no mostró diferencias de concentración en la columna de agua. La variabilidad del cadmio fue mínima en la columna de agua (0,001-0,002 mg/L).

El cobre fue analíticamente indetectable en las aguas de fondo de dos estaciones (A2 y A3). En las estaciones restantes, los valores de concentración fluctuaron entre 0,005 mg/L y 0,008 mg/L. Dado el estrecho rango de variación de estos valores, no se detectaron patrones en la distribución vertical de este metal en la columna de agua.

El zinc en las aguas superficiales registró una variación ligeramente menor (0,035 - 0,051 mg/L), en comparación con la observada para las aguas de fondo (0,040-0,066 mg/L).

Tabla 114. Valores de concentración (mg/L) por estrato de profundidad para los metales pesados medidos en la columna de agua de Río Maule 1.

Estación	Estrato	Prof (m)	Arsénico	Cadmio	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
A1	Superficie	0,2	0,004	0,001	0,006	<0,001	<0,020	0,041
	Fondo	3,8	<0,001	0,001	0,006	<0,001	<0,020	0,041
A2	Superficie	0,2	0,005	0,001	0,008	<0,001	<0,020	0,051
	Fondo	1,7	0,004	0,002	<0,005	<0,001	<0,020	0,040
A3	Superficie	0,2	0,003	0,002	0,005	<0,001	<0,020	0,035
	Fondo	1,8	0,003	0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,066

5.5.6 FARO CARRANZA 1

Para el sector de Faro Carranza 1 se estableció tres estaciones de muestreo con una configuración equidistante dentro del polígono establecido. El campo vertical de la columna de agua fue caracterizado con dos estratos de profundidad.

Ninguna de las mediciones de mercurio y plomo registró niveles analíticamente cuantificables (Tabla 115). El arsénico fue detectado en la columna de agua de todas las estaciones, con valores de concentración comparativamente mayores en las aguas de fondo (0,014-0,042 mg/L) respecto de las aguas superficiales (0,003-0,005 mg/L), en donde además los niveles de este elemento mostraron una menor variabilidad (0,002 mg/L). El cadmio solo fue detectado en dos estaciones (A1 y A2), aunque en distintos estratos de profundidad y con valores de concentración ligeramente mayores que el límite de detección.

El cobre mostró una situación similar al cadmio, aunque con ambas mediciones cuantificables asociadas al estrato de fondo de las estaciones A2 y A3. Sin embargo, los niveles de concentración medidos en estas aguas fueron altos (0,031 y 0,043 g/L, respectivamente).

El zinc, de igual modo que el arsénico, fue detectado en la columna de agua de todas las estaciones de muestreo. En superficie, los valores de concentración variaron entre 0,030

mg/L y 0,043 mg/L; mientras que, en las aguas de fondo los niveles de este metal fueron claramente mayores (0,072-0,098 mg/L).

Tabla 115. Valores de concentración (mg/L) por estrato de profundidad para los metales pesados medidos en la columna de agua de Faro Carranza 1.

Estación	Estrato	Prof (m)	Arsénico	Cadmio	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
A1	Superficie	0,2	0,003	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,030
	Fondo	1,1	0,014	0,002	<0,005	<0,001	<0,020	0,072
A2	Superficie	0,2	0,005	0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,043
	Fondo	1,1	0,023	<0,001	0,031	<0,001	<0,020	0,083
A3	Superficie	0,2	0,005	<0,001	<0,005	<0,001	<0,020	0,042
	Fondo	1,0	0,042	<0,001	0,043	<0,001	<0,020	0,098

5.5.7 CARDONAL

La caracterización de la columna de agua del sector Cardonal se efectuó en base a dos estaciones, situadas de modo equidistante dentro del polígono establecido. En este sector, también se recolectó muestras de agua en dos estratos de profundidad (superficie y fondo).

De la serie de metales analizados, tres de ellos (cadmio, mercurio y plomo) fueron analíticamente indetectables en la columna de agua (*i.e.* bajos sus respectivos límites de detección). Los tres metales restantes (arsénico, cobre y zinc) presentaron niveles de concentración cuantificables en la columna de agua de las dos estaciones de muestreo (Tabla 116).

El arsénico registró mediciones comparativamente mayores en aguas superficiales (0,020-0,031 mg/L) en comparación con las aguas de fondo (0,011-0,014 mg/L). Los valores de concentración de cobre fueron altos, aunque evidenciaron una baja variabilidad en este sector, tanto en el campo horizontal como vertical del cuerpo de agua (0,044-0,046 mg/L).



El zinc también registró valores de concentración comparativamente mayores en el estrato superficial (0,082-0,096 mg/L) respecto del estrato de fondo de la columna de agua (0,066-0,078 mg/L).

Tabla 116. Valores de concentración (mg/L) por estrato de profundidad para los metales pesados medidos en la columna de agua de Cardonal.

Estación	Estrato	Prof (m)	Arsénico	Cadmio	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
A1	Superficie	0,2	0,020	<0,001	0,044	<0,001	<0,020	0,096
	Fondo	1,9	0,014	<0,001	0,044	<0,001	<0,020	0,066
A2	Superficie	0,2	0,031	<0,001	0,045	<0,001	<0,020	0,082
	Fondo	2,7	0,011	<0,001	0,046	<0,001	<0,020	0,078

5.6 Objetivo 6

Realizar la prospección y análisis de especies hidrobiológicas presentes en cada sector, utilizando la normativa para determinar ausencia o presencia de recursos hidrobiológicos.

En el presente capítulo, se proporciona el detalle del levantamiento realizado para cada una de las propuestas de APEs descritas y evaluadas en el Objetivo 2 del presente informe.

5.6.1 BOYERUCA 2

El levantamiento fue llevado a cabo el día 24 de mayo de 2018 en el sitio de estudio. La superficie del área es igual a 1,02 hectáreas, lo que corresponde a un total de 2 transectas a evaluar según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10. La totalidad de las transectas prospectadas presentaron sustrato blando (fango) a lo largo de toda su extensión, no siendo observado sustrato rocoso o estructuras tridimensionales en las transectas recorridas. El área de estudio presentó aguas confinadas, no afectas por las mareas (Figura 59; Tabla 117).



Figura 59. Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Boyeruca 2.

Tabla 117. Coordenadas geográficas de Inicio y Término de transectas

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Latitud (S)	Longitud (O)
BOY2_T1	34° 41' 4,24"	72° 02' 26,63"	34° 41' 3,84"	72° 02' 24,61"
BOY2_T2	34° 41' 4,88"	72° 02' 17,02"	34° 41' 5,78"	72° 02' 15,18"

El polígono presentó profundidades que van desde 0,2 m a 4,1 m, en el sector más profundo (Figura 60)

Como resultado del levantamiento no fue posible constatar la presencia de especies consideradas recursos hidrobiológicos, considerando tanto la prospección realizada por el conteo de organismos en un cuadrante de 0,25 m², como durante el conteo de ejemplares presentes en la franja contigua de 1 m a (Tabla 118). De esta manera, y de acuerdo con la Resolución Exenta 2353, posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de SUBPESCA, este sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos.

Tabla 118. Resultados prospección banco natural. Sector Boyeruca 2.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Estaciones (ind*m ²)										N° individuos por transecta	
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
BOY2_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
BOY2_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

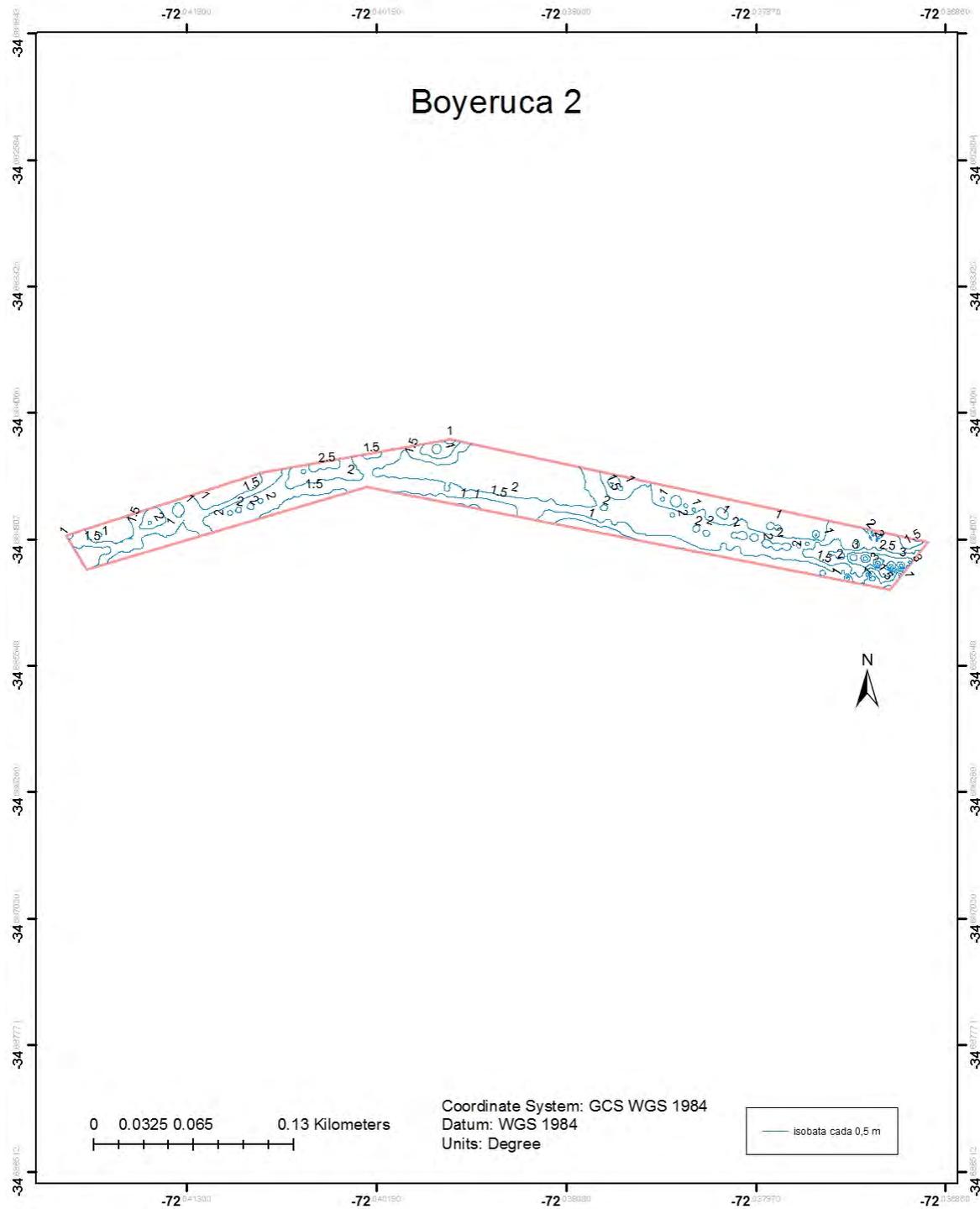


Figura 60. Batimetría del polígono para propuesta de APE Boyeruca 2.

5.6.2 LLICO 2

El levantamiento fue efectuado el 24 de mayo de 2018 en el sitio de estudio. Durante las actividades de muestreo, en este sitio se observó aguas continentales sin contacto directo con el mar. El sitio registró una superficie de 2,04 hectáreas, por lo que corresponde la evaluación de dos transectas, según el Numeral 4 de la Resolución 2353/10. Las transectas prospectadas presentaron sólo sustrato blando, correspondiente principalmente a arenas finas (Tabla 119; Figura 61).



Figura 61. Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Llico 2

Tabla 119. Coordenadas geográficas de inicio y término de las transectas

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Latitud (S)	Longitud (O)
LLI2_T1	34° 45' 19.15"	72° 04' 56.81"	34° 45' 19.91"	72° 04' 54.98"
LLI2_T2	34° 45' 16.67"	72° 04' 58.04"	34° 45' 17.57"	72° 04' 56.32"

Dentro del polígono la profundidad del fondo registró valores entre 0 y 1,3 m (Figura 62).

Como resultado del levantamiento no fue posible constatar la presencia de especies consideradas recursos hidrobiológicos. Este resultado se desprende de la prospección efectuada por el conteo de organismos en un cuadrante de 0,25 m², como así también durante el conteo de ejemplares presentes en la franja contigua de 1 metro (Tabla 120). De esta manera el sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos, según lo señalado por la Resolución Exenta 2353, posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de SUBPESCA.

Tabla 120. Resultados prospección banco natural. Sector Llico 2.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Estaciones (ind*m ⁻²)										N° individuos por transecta	
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
LLI2_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
LLI2_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

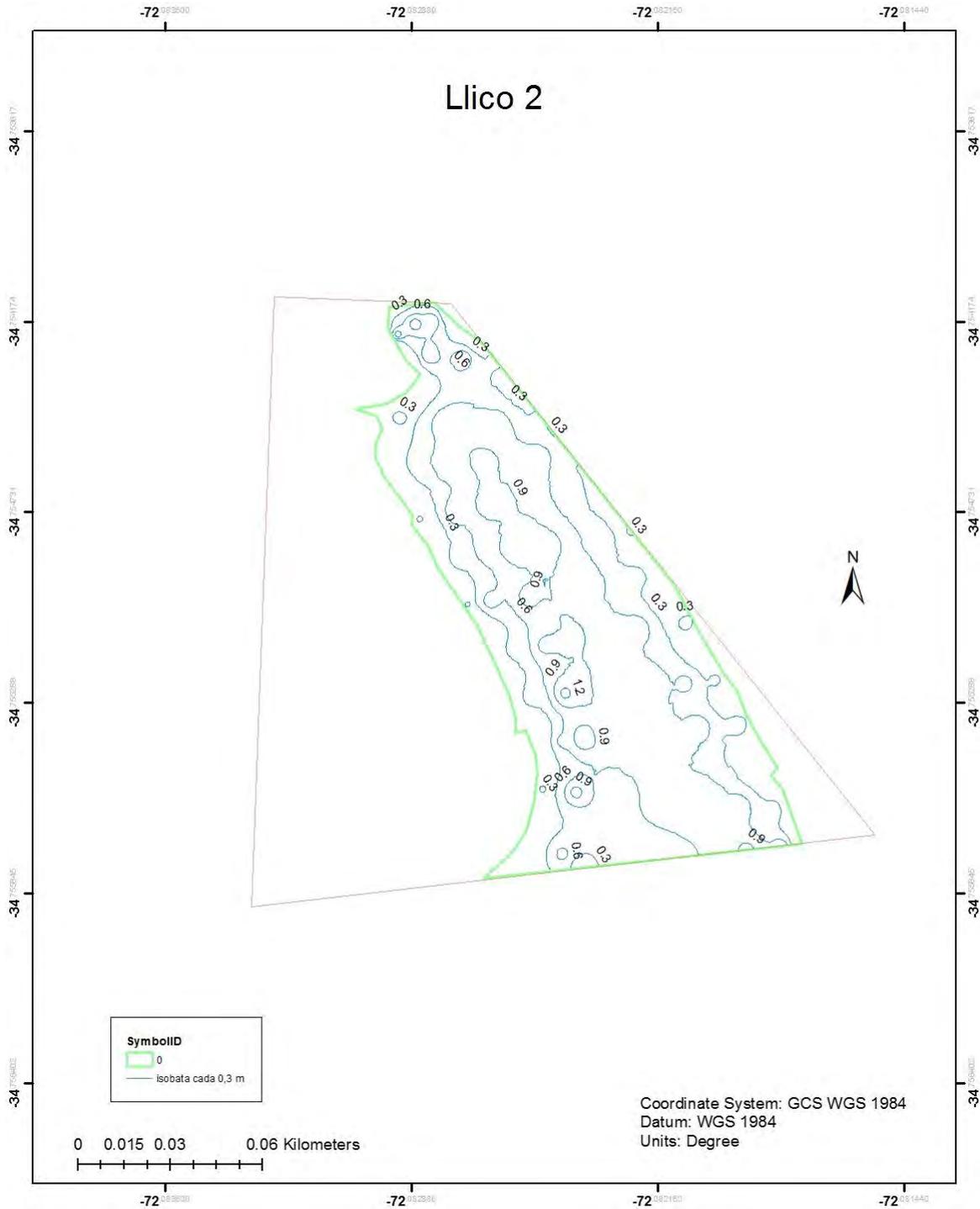


Figura 62. Batimetría del polígono para la propuesta de APE Llico 2.

5.6.3 LA PESCA 1

El levantamiento fue llevado a cabo el día 10 de mayo de 2018. El área de estudio se ubicó aproximadamente a 3.000 m de distancia de la desembocadura del río Mataquito. La superficie del sitio registró 9,49 hectáreas, por lo que correspondió establecer tres transectas, según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10. Las transectas presentaron sustrato blando. No se constató sustrato rocoso o estructuras tridimensionales (Tabla 121; Figura 63).



Figura 63. Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE La Pesca 1

Tabla 121. Coordenadas geográficas inicio y término de las transectas

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Latitud (S)	Longitud (O)
PES1_T1	35° 01' 10,34"	72 ° 10' 57.07"	35° 01' 10.27"	72 ° 10' 55.02"
PES1_T2	35° 01' 14.95"	72 ° 10' 50.88"	35° 01' 14.41"	72 ° 10' 48.79"
PES1_T3	35° 01' 19.74"	72 ° 10' 52.25"	35° 01' 19.49"	72 ° 10' 50.09"

El polígono presentó fondos con profundidades entre 0 y 1,09 m (Figura 64)

Al igual que el sitio anterior, como resultado del levantamiento no se detectó la presencia de especies consideradas recursos hidrobiológicos (Tabla 122). En consecuencia, este sitio no presentó banco natural de recursos hidrobiológicos, según lo señalado por la Resolución Exenta N°2353, posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 de SUBPESCA.

Tabla 122. Resultados prospección banco natural. Sector La Pesca 1.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Estaciones (ind*m ⁻²)										N° individuos por transecta	
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
PES1_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
PES1_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
PES1_T3														

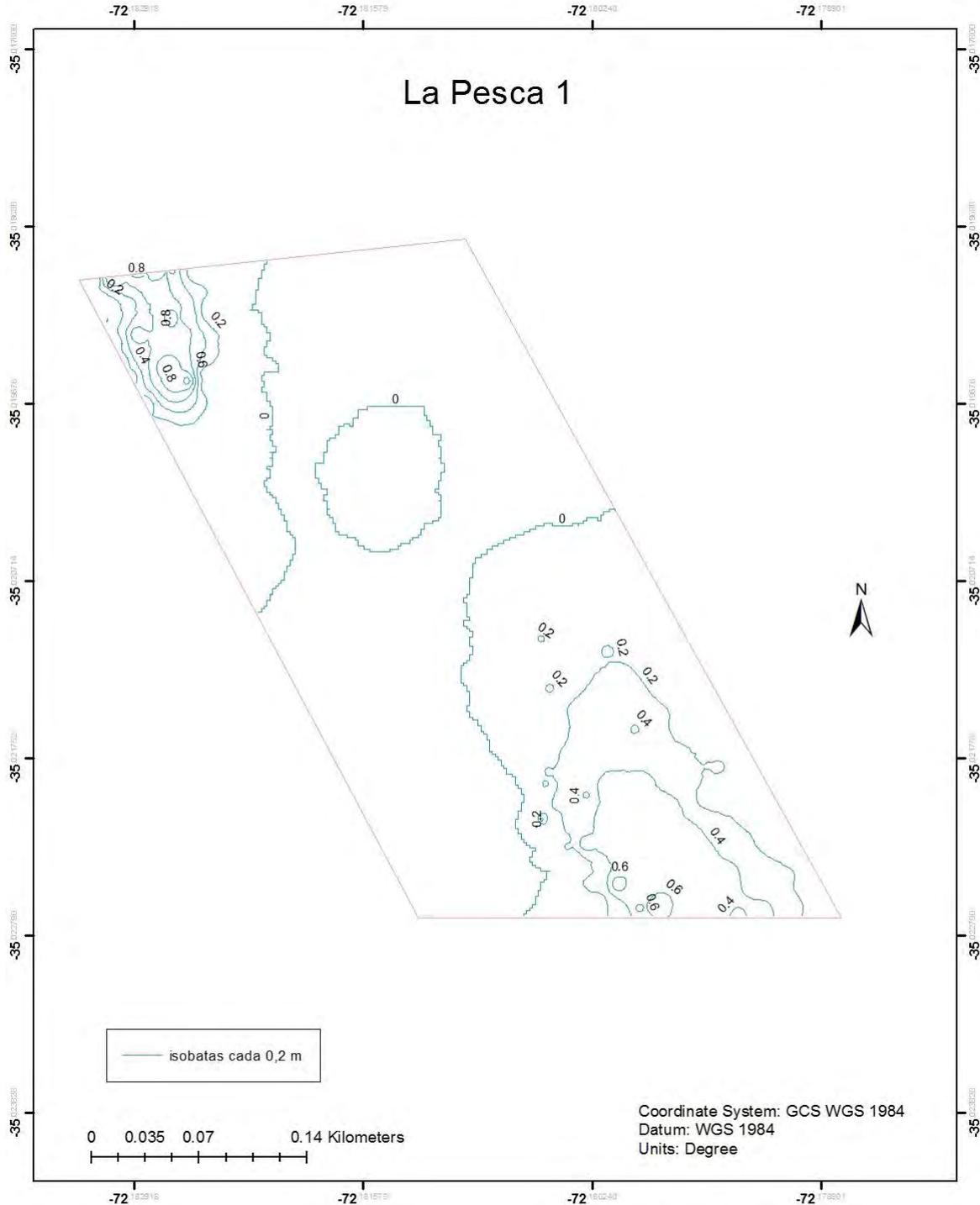


Figura 64. Batimetría del polígono para la propuesta de APE La Pesca 1.

5.6.4 LA TRINCHERA 2

El levantamiento fue llevado a cabo el día 10 de mayo de 2018 en el sitio de estudio. El área de estudio se ubicó a 1.000 m aproximadamente de la desembocadura del río Huenchullamani. La superficie del polígono alcanzó a 2,89 hectáreas. Considerando esta área correspondió evaluar dos transectas, según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10. El fondo subacuático de las transectas estuvo conformado íntegramente por sustrato blando. (Tabla 123; Figura 65).



Figura 65. Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE La Trinchera 2

Tabla 123. Coordenadas geográficas de inicio y término de las transectas

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Latitud (S)	Longitud (O)
TRI2_T1	35° 07' 44.26"	72° 12' 15,84"	35° 07' 45.69"	72° 12' 14.36"
TRI2_T2	35° 07' 51.53"	72° 12' 07.13"	35° 07' 52.82"	72° 12' 04.89"

Los fondos del polígono presentaron profundidades entre 0 y 0,53 m (Figura 66). En el sitio, no se detectó la presencia de especies consideradas recursos hidrobiológicos (Tabla 134). Por tanto, este sector no presentó banco natural de recursos hidrobiológicos, considerando lo señalado por la Resolución Exenta N°2353, posteriormente modificada por la Res. Ex. 387 de SUBPESCA.

Tabla 124. Resultados prospección banco natural. Sector La Trinchera 2.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Estaciones (ind*m ²)										N° individuos por transecta
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
TRI2_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TRI2_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

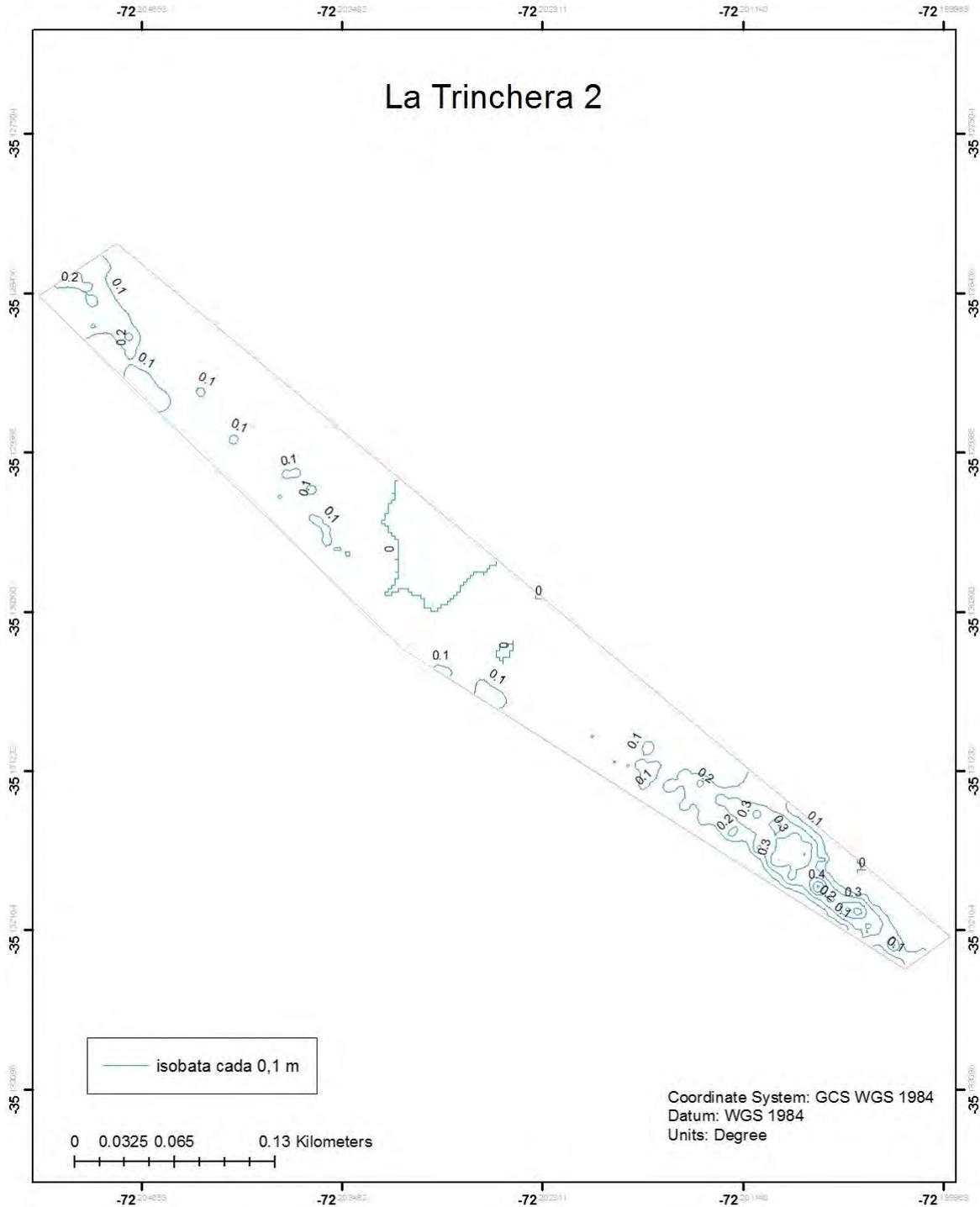


Figura 66. Batimetría del polígono para la propuesta de APE La Trincheria 2.

5.6.5 RIO MAULE 1

El levantamiento de este sitio fue ejecutado el 24 de mayo de 2018. El área de estudio, se ubicó 1.500 m aguas arriba de la desembocadura del río Maule. La superficie correspondió a 5,91 hectáreas, con lo cual se estableció tres transectas, de acuerdo con el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10. Los fondos presentaron exclusivamente sustrato blando (Tabla 125; Figura 67).



Figura 67. Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Río Maule 1.

Tabla 125. Coordenadas geográficas inicio y termino de las transectas

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Latitud (S)	Longitud (O)
MAU1_T1	35° 19' 36.52"	72° 23' 54.99"	35° 19' 36.3"	72° 23' 52.98"
MAU1_T2	35° 19' 41.41"	72° 23' 53.63"	35° 19' 41.27"	72° 23' 51.54"
MAU1_T3	35° 19' 46.56"	72° 23' 52.51"	35° 19' 46.34"	72° 23' 50.57"

Las profundidades de los fondos en el polígono variaron entre 0,16 y 2,07 m (Figura 68). En este sitio no se registró la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico (Tabla 126). De este modo, este sector no presenta banco natural de recursos hidrobiológicos, de acuerdo con lo señalado en la Resolución Exenta 2353, posteriormente modificada por la Res. Ex. 387 de SUBPESCA.

Tabla 126. Resultados prospección banco natural. Sector Río Maule 1.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Estaciones (ind*m ⁻²)										N° individuos por transecta	
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
MAU1_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
MAU1_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
MAU1_T3														

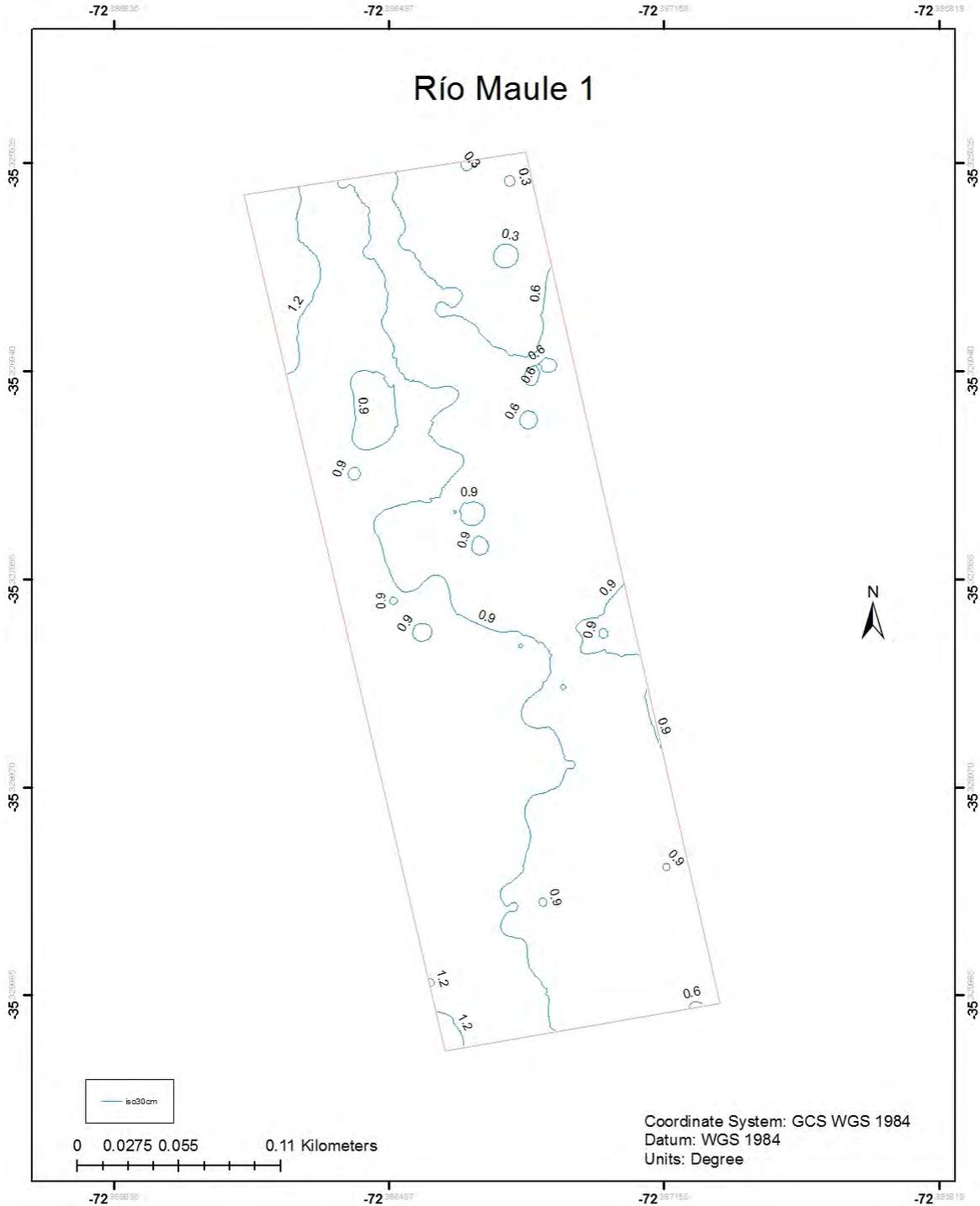


Figura 68. Batimetría del polígono para la propuesta de APE Río Maule 1.

5.6.6 FARO CARRANZA 1

El levantamiento de este sitio fue efectuado el 24 de mayo de 2018. Este sector se ubicó aproximadamente a 200 m de distancia de la desembocadura del río Pinotalca, por lo que se observó el efecto del mar en sus aguas, principalmente las mareas y la sedimentación generada en el sitio en cuestión. La superficie alcanzó a 5,16 hectáreas, por lo que fueron establecidas tres transectas, según el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10. El fondo subacuático presentó sustrato blando; no se registró la presencia de sustrato rocoso o de estructuras tridimensionales en las transectas recorridas (Tabla 127; Figura 69).



Figura 69. Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Faro Carranza 1.

Tabla 127. Coordenadas geográficas de inicio y término de las transectas

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Latitud (S)	Longitud (O)
CRZ1_T1	35 ° 33' 42.91"	72° 37' 02.03"	35 ° 33' 43.38"	72° 37' 0.08"
CRZ1_T2	35 ° 33' 50.69	72° 37' 03.14"	35 ° 33' 49.57"	72° 37' 01.45"
CRZ1_T3	35 ° 33' 56.20"	72° 37' 05.88"	35 ° 33' 57.56"	72° 37' 04.69"

El polígono presentó profundidades muy someras (<1 m). En este sitio, no se registró la ocurrencia de especies consideradas recurso hidrobiológico (Tabla 128). En consecuencia, este sector no presentó banco natural de recursos hidrobiológicos, de acuerdo con lo señalado en la Resolución Exenta 2.353, posteriormente modificada por la Res. Ex. 387 de SUBPESCA.

Tabla 128. Resultados prospección banco natural. Sector Faro Carranza 1.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Estaciones (ind*m ⁻²)										N° individuos por transecta
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
CRZ1_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
CRZ1_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
CRZ1_T3													

5.6.7 CARDONAL

El levantamiento de este sitio fue realizado el 5 de mayo de 2018. El área de estudio se ubicó a 750 m de distancia de la desembocadura del río Chovellén. Se observó el efecto de las mareas en sus aguas. Dado que la superficie registró un total de 2,1 hectáreas, se evaluó dos transectas en concordancia con el Numeral 4 de la Resolución N° 2353/10. El fondo subacuático presentó invariablemente sustrato blando; no se registró sustrato rocoso o estructuras tridimensionales (Tabla 129; Figura 70).



Figura 70. Ubicación espacial de las transectas en relación al polígono de la propuesta de APE Cardonal.

Tabla 129. Coordenadas geográficas de inicio y término de las transectas

Nombre transecta o unidad de muestreo	Inicio		Termino	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Latitud (S)	Longitud (O)
CARD_T1	35 ° 52' 50.74"	72° 40' 06.06"	35 ° 52' 51.96"	72° 40' 06.06"
CARD_T2	35 ° 52' 57.40"	72° 40' 04.12"	35 ° 52' 58.87"	72° 40' 02.68"

En el polígono, la profundidad de los fondos varió entre 0 y 3,66 m (Figura 71). En el levantamiento no se detectó la presencia de especies consideradas recurso hidrobiológico (Tabla 130). Por ello, el sector no presentó banco natural de recursos hidrobiológicos, según lo señalado por la Resolución Exenta 2353, posteriormente modificada por la Res. Ex. 387 de SUBPESCA.

Tabla 130. Resultados prospección banco natural. Sector Cardonal.

Transecta	Taxa	Nombre Común	Estaciones (ind*m ²)										N° individuos por transecta	
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
CARD_T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
CARD_T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

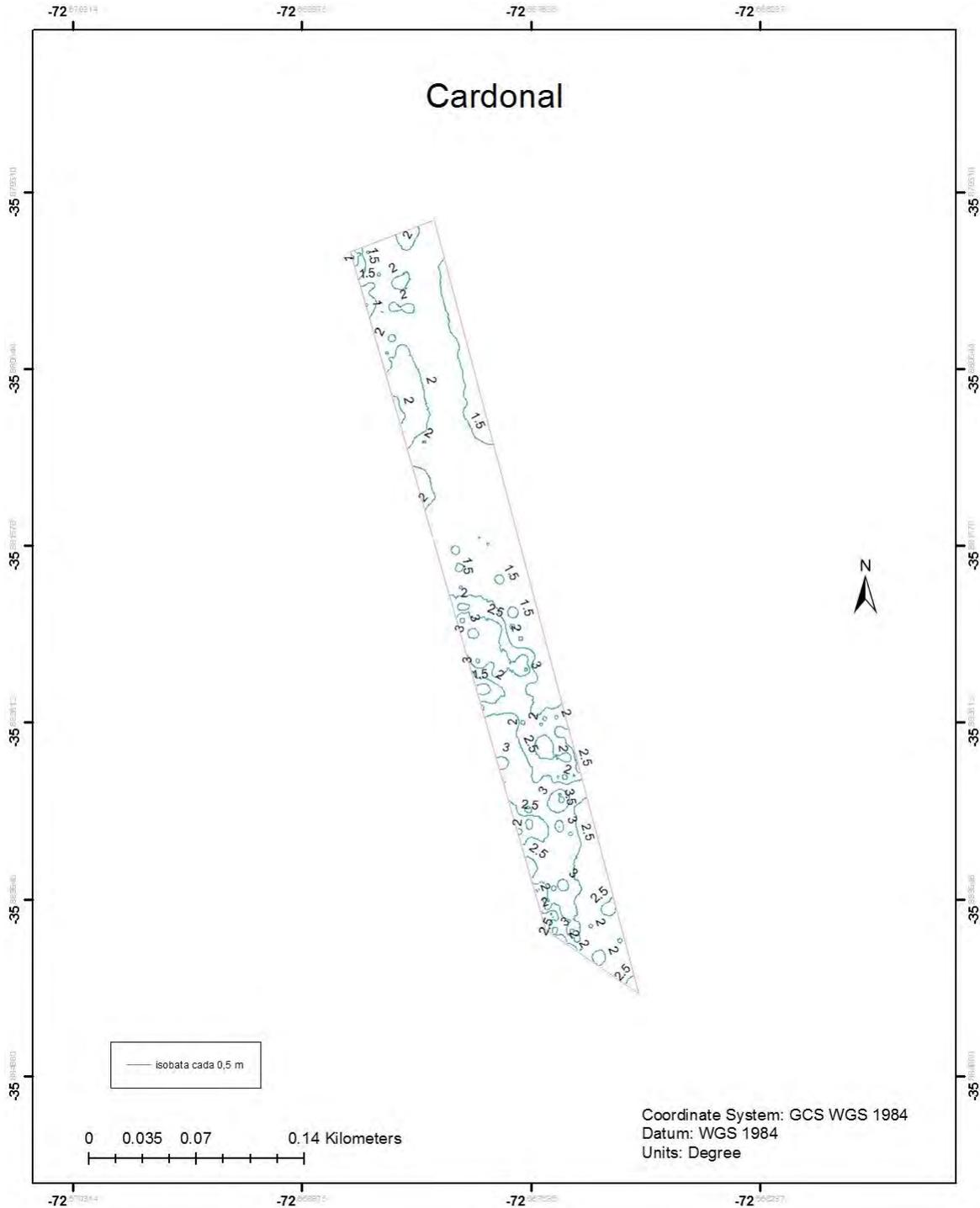


Figura 71. Batimetría del polígono para la propuesta de APE Cardonal.



5.7 Objetivo 7

Elaborar la documentación ambiental requerida según Normativa vigente.

De acuerdo al D.S N° 40 letra n, los proyectos o actividades susceptibles a causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), son los siguientes:

n) Proyectos de explotación intensiva, cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos.

Se entenderá por proyectos de explotación intensiva aquellos que impliquen la utilización, para cualquier propósito, de recursos hidrobiológicos que se encuentren oficialmente declarados en alguna de las categorías de conservación de conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley y cuya extracción se realice mediante la operación de barcos fábrica o factoría. Asimismo, se entenderá por proyectos de cultivo de recursos hidrobiológicos aquellas actividades de acuicultura, organizadas por el hombre, que tienen por objeto engendrar, procrear, alimentar, cuidar y cebar recursos hidrobiológicos a través de sistemas de producción extensivos y/o intensivos, que se desarrollen en aguas continentales, marítimas y/o estuarinas o requieran de suministro de agua, y que contemplen:

n.1. Una producción anual igual o mayor a quinientas toneladas (500 t) y/o superficie de cultivo igual o superior a cien mil metros cuadrados (100.000 m²) tratándose de macroalgas;

n.2. Una producción anual igual o mayor a trescientas toneladas (300 t) y/o superficie de cultivo igual o superior a sesenta mil metros cuadrados (60.000 m²), tratándose de moluscos filtradores; o una producción anual igual o superior a cuarenta toneladas (40 t) tratándose de otras especies filtradoras, a través de un sistema de producción extensivo;

n.3. Una producción anual igual o superior a treinta y cinco toneladas (35 t) tratándose de equinodermos, crustáceos y moluscos no filtradores, peces y otras especies, a través de un sistema de producción intensivo;

n.4. Una producción anual igual o superior a quince toneladas (15 t) cuando el cultivo se realice en ríos navegables en la zona no afecta a marea; o el cultivo de cualquier recurso



hidrobiológico que se realice en ríos no navegables o en lagos cualquiera sea su producción anual; o

n.5. Una producción anual igual o superior a ocho toneladas (8 t), tratándose de peces; o del cultivo de microalgas y/o juveniles de otros recursos hidrobiológicos que requieran el suministro y/o evacuación de aguas de origen continental, marina o estuarina, cualquiera sea su producción anual. Asimismo, se entenderá por plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos, las instalaciones fabriles cuyo objetivo sea la elaboración de productos mediante la transformación total o parcial de cualquier recurso hidrobiológico o sus partes, incluyendo las plantas de proceso a bordo de barcos fábrica o factoría, que utilicen como materia prima una cantidad igual o superior a quinientas toneladas mensuales (500 t/mes) de biomasa, en el mes de máxima producción; o las plantas que reúnan los requisitos señalados en los literales h.2. o k.1., según corresponda, ambos del presente artículo.

Los cálculos de producción de las distintas especies consideradas en el presente estudio, así como los gastos de operación e inversión para cada uno de los sistemas de cultivo, se basaron principalmente en los siguientes trabajos:

- FIP N° 2013-24. 2015. Estudio de emplazamiento de áreas de acuicultura de pequeña escala en la zona sur (VI a XIV regiones) Informe Final Universidad Católica De La Santísima Concepción, 435 pag.
- FIPA N° 2015-02. 2017. Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala, informe final. Acuasesorías Ltda. 556 pag.
- Informe de cierre fondo de innovación para la competitividad: Proyecto financiado con Recursos del fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional FIC-R-2015 del Gobierno Regional de Atacama Código BIP 30432928-0

Basándose en estos trabajos y en las características de cada sitio, la productividad se estimó con los valores indicados en las siguientes tablas:

Tabla 131. Valores utilizados para estimación de producción para pelillo con sistema de cultivo de fondo.

Unidad de crecimiento	Cabo sembrado con horquilla
Separación entre plántula	0,25 m
Separación entre líneas	0,25 m
Tamaño de parcela	10 x 100 m
Rendimiento por línea	600 kg
Rendimiento por parcela	24.000 kg
Número de talos por parcela	14.286

Tabla 132. Valores utilizados para estimación de producción para ostras.

Unidad de crecimiento	bandeja de fondo con un piso
Nº bandejas por módulo	5
Tamaño comercial	7 a 9 cm
Densidad cosecha	127 u/m ²
Rendimiento bandeja	152,4 u/ bandeja
Rendimiento módulo	762 u/módulo
Peso de cosecha por módulo	85 gr/u
Peso promedio utilizado	\$5
Valor de la semilla	\$3.810

Considerando lo anterior, en conjunto con los resultados obtenidos en la caracterización ambiental, recursos a cultivar y la producción máxima estimada para cada sitio seleccionado, seis de los siete sitios ingresarían al SEIA, de acuerdo al literal n 4 (Tabla 135), debido a que están ubicados en ríos. En Anexo H, se presentan los expedientes para cada una de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y Planes de Contingencia, para los seis sitios.

El único sitio que no entraría al SEIA corresponde a Rio Maule, que si bien se encuentra ubicado en rio también, este se encuentra en un rio navegable en zona afecta a marea. Al respecto se señala que de acuerdo a la normativa que dispone las tipologías de ingreso al SEIA (artículo 10 de la Ley N°19.300 y artículo 3 del D.S. N°40 de 2012), se descarta la tipología descrita en el artículo 3 letra n.4) del Reglamento del SEIA (RSEIA) sobre proyectos de



cultivo de recursos hidrobiológicos en un comienzo considerada, la cual corresponde a aquellos que contemplen “Una producción anual igual o superior a quince toneladas (15 t) cuando el cultivo se realice en ríos navegables en la zona no afecta a marea, o el cultivo de cualquier recurso hidrobiológico que se realice en ríos no navegables o en lagos cualquiera sea su producción anual”.

Dicho descarte de la citada tipología obedece a lo siguiente:

- a) En primer lugar, el lugar de emplazamiento del proyecto de cultivo de ostras ubicado en Río Maule corresponde a un río de carácter navegable, declarado como tal mediante Decreto N°12 del 15 de enero de 1998 del Ministerio de Defensa Nacional¹¹, publicado en el Diario Oficial con fecha 19 de junio de 1998, decreto vigente que fija la nómina oficial de ríos navegables por buques de más de 100 toneladas de registro grueso. De acuerdo a lo anterior, se descarta el segundo supuesto de la tipología contenida en el literal n.4) del artículo 3 del RSEIA (“el cultivo de cualquier recurso hidrobiológico que se realice en ríos no navegables o en lagos cualquiera sea su producción anual”).}
- b) Respecto al primer supuesto del mencionado literal n.4), referido a “una producción anual igual o superior a quince toneladas (15 t) cuando el cultivo se realice en ríos navegables en la zona no afecta a marea”, se concluye que, si bien la producción anual contemplada para el proyecto en cuestión supera las quince toneladas, y el río en el cual se realiza el cultivo corresponde a un río navegable (de acuerdo lo indicado precedentemente), la zona de emplazamiento del proyecto corresponde a una zona que sí se encuentra afecta a marea. Ello, en base a un estudio realizado por Arce (2014)¹², el cual se enfoca en caracterizar la hidrodinámica del estuario del Río Maule dando como resultado el comportamiento hidrológico, tipo de estuario y cómo influyen las mareas en el

¹¹ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=120230> y https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20190506/asocfile/20190506111841/ds_12_rios_navegables_ultima_revisi_n_mayo_2020.pdf

¹² Morán D. (2014). Caracterización en terreno y por modelación numérica de la hidrodinámica del estuario del río Maule, Chile. Facultad de ciencias físicas y matemáticas. Universidad de Chile

río, lo que permite respaldar que el sector de la solicitud de APE Río Maule es un sector afecto a marea, de acuerdo con el análisis que se presenta a continuación.

El análisis de mareas contenido en el estudio indicado se realizó por medio de 6 mareógrafos, cuyas coordenadas y ubicación se detallan en la **Tabla 133** y **Figura 72**, respectivamente. Mediante estos instrumentos se realizaron mediciones de los niveles de la superficie libre en distintos puntos del Río Maule.

Tabla 133 – Coordenadas y sector de los mareógrafos instalados en Río Maule

Mareógrafo	Coordenadas UTM [m]		Sector
	Norte	Este	
RM 1	6.084.518	730.977	Muelle Maguillines
RM 2	6.088.502	736.189	Espigón Quivolgo
RM 3	6.085.900	736.840	Puente Cardenal Raúl Siva Henríquez
RM 4	6.082.564	739.852	Cabañas La Palma
RM 5	6.080.498	744.532	Piedra del Lobo
RM 6	6.078.121	753.307	Estación DGA Forel

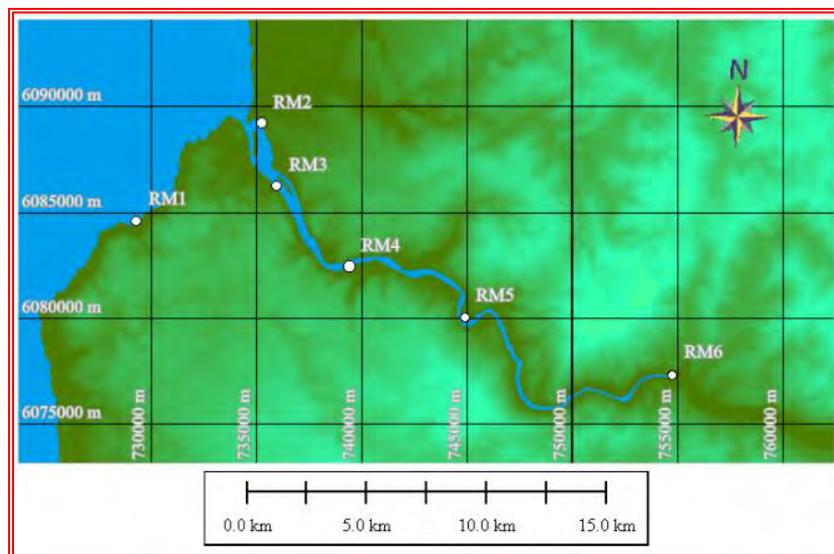


Figura 72 – Mediciones de superficie libre en las estaciones RM1, RM2, RM3, RM4, RM5 y RM6

Junto con lo anterior, se aplicó un modelo numérico por medio del cual se simuló la hidrodinámica estuarial del río. De este análisis se obtienen las principales componentes de la marea en cada mareógrafo, a partir de los cuales se desprenden los siguientes resultados.

Tabla 134 - Análisis armónico de los mareógrafos. *(a) corresponde a la suma de los tres componentes

Mareógrafo	O_1	K_1	M_2	a
Mar*	0.11	0.17	0.44	0.72
RM2	0.10	0.20	0.42	0.73
RM3	0.10	0.21	0.44	0.74
RM4	0.10	0.21	0.43	0.73
RM5	0.10	0.19	0.34	0.63

Según estos resultados antes indicados, no existe una variación importante a lo largo de los puntos analizados, de lo cual se infiere que la onda mareal se propaga al menos hasta el sitio del mareógrafo RM5, ubicado en Piedra del Lobo, a una distancia aproximada de 13 kms desde la costa (**Figura 72**). Es decir, existe influencia mareal por lo menos hasta la zona de Piedra del Lobo.

Cabe señalar la serie de tiempo comparada de las mediciones de los mareógrafos v/s el modelo, en el cual se observa que en los sitios de instalación de los mareógrafos existe desnivelación de la marea (influencia mareal) a lo largo del tiempo, como es posible observar en la **Figura 73**.

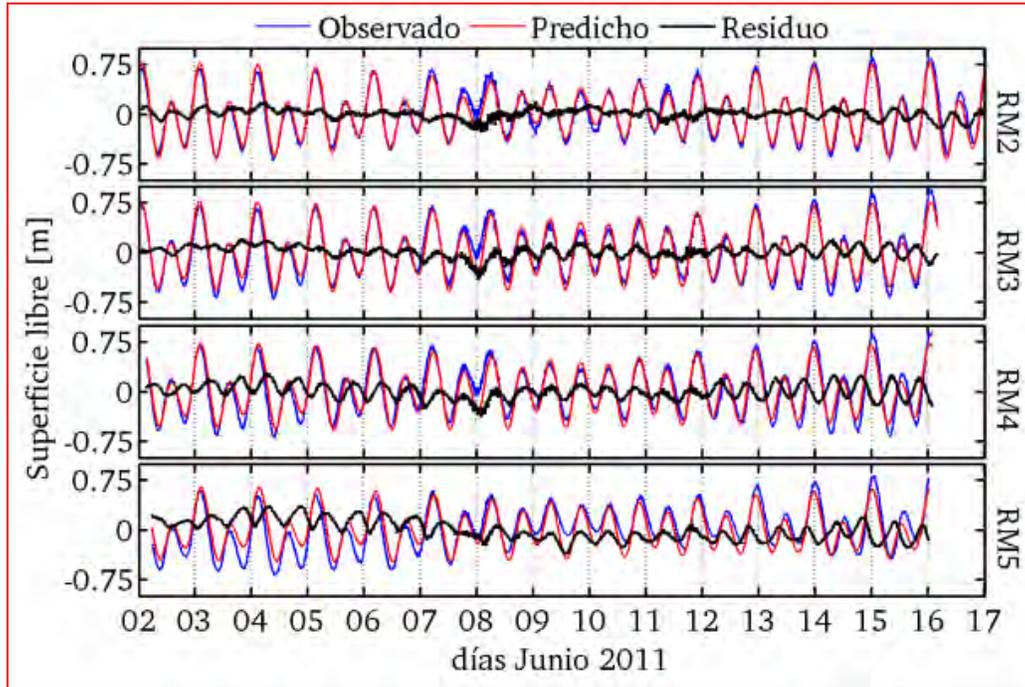


Figura 73 – Serie de tiempo comparada de las mediciones de los mareógrafos v/s el modelo

En suma y en base a lo anteriormente expuesto respecto a la constatación de que el lugar de emplazamiento del proyecto se trata de un río navegable en una zona afecta a marea, no existe tipología de ingreso al SEIA aplicable al caso, en base a los elementos y análisis de levantamientos contenidos en los informes técnicos y mediciones in situ realizadas en el marco del citado estudio y, en consecuencia, se concluye que no se requiere la presentación de una DIA para la ejecución del proyecto en las condiciones planteadas y por tal razón no ha sido adjuntada en el último informe observado.

Tabla 135. Cultivo propuesto y producción máxima estimada de cada sitio seleccionado.

Sitio seleccionado	Hás	Cultivo propuesto	Producción máxima estimada (Toneladas)	Ingresos a SEIA	Motivo
Boyeruca_2	1,01	Pelillo	245	SI	Art. 3 n.4
Llico_2	0,73	Ostras	6,02	SI	Art. 3 n.4
La Pesca Río_1	9,49	Ostras y Pelillo	279,25	SI	Art.3 n.4
La Trinchera_2	2,89	Ostras	23,9	SI	Art. 3 n.4
Río Maule_1	5,91	Ostras	49,03	No	-
Faro Carranza_1	5,15	Pelillo y Ostras	645,38	SI	Art. 3 n.4
Cardonal	2,01	Ostras	17,36	SI	Art. 3 n.4

6 Análisis y Discusión de Resultados

De un total de 21 organizaciones de pescadores, de acuerdo al catastro levantado, solo 10 de ellas se mostraron susceptibles y con interés en desarrollar Acuicultura a Pequeña Escala, considerando un nivel de conocimiento adecuado y con experiencia en el cultivo de Pelillo (*Gracilaria chilensis*) y Ostras (*Crassostrea gigas*), además de poseer equipamiento necesario para cultivo de estas y otras especies potenciales. Por otro lado, se pudo constatar en otras agrupaciones, la falta de conocimiento en el tema, donde se relacionaba la acuicultura solamente con el cultivo de especies salmonideas.

Considerando el total de agrupaciones de pescadores entrevistadas susceptibles a desarrollar APE, más el conocimiento de los funcionarios del Sernapesca y de la Dirección Zonal de Pesca, se pudo enlistar un total de 25 sitios posibles para este tipo de actividad, concordantes, además, con los levantados en el proyecto anterior de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

En primera instancia, la determinación de las potenciales especies para desarrollo de cultivos a pequeña escala se basó en las preferencias y trabajos piloto desarrollados por los locales de las respectivas zonas prospectadas, con el objetivo de considerar a las bases sociales involucradas para su desarrollo integrado.

De los cultivos propuestos por los entrevistados en la VII Región, se destacaron varias especies, las cuales hoy no poseen la tecnología para su desarrollo o se encuentran en vías de esta (Erizo, Macha y Loco). No obstante, se rescataron todas las ideas propuestas con el fin de que los sitios propuestos puedan abarcar, quizás no hoy, sino a futuro uno o varios tipos de cultivos sustentables, tanto económico, social y ambientalmente.

Para determinar de mejor manera el potencial de cultivo de una especie se deben considerar factores del tipo externo como son temperatura, salinidad, profundidad del lugar, aporte de agua dulce en la concesión, rompiente, exposición, entre otros. Factores del tipo especie como son las tolerancias de éstas a los cambios de temperatura, cambios de salinidad, profundidad óptima para su desarrollo, entre otros, y, por último, factores del tipo económico como son el costo asociado a materiales para la instalación de un cultivo y por ende el retorno de la inversión.

Al respecto, en la Región una limitante importante corresponde a las condiciones oceanográficas del sector, con una costa muy expuesta al oleaje en gran parte del litoral,



situación que imposibilita una APE atractiva para todos los entrevistados. Si bien es posible a futuro utilizar nuevas e innovadoras metodologías o infraestructura para ambientes de alta energía, por el momento, la comunidad entrevistada ve una situación como un aspecto más bien negativo, prefiriendo por lo tanto sectores más accesibles y protegidos. De igual manera, los entrevistados prefieren cultivo de especies sobre las cuales conocen más, ya sea porque les parece esa opción o porque han estado presente en los manejos de algunas AMERB.

En consenso con Subsecretaría de Pesca, los sitios definitivos seleccionados por la contraparte técnica para realizar los muestreos ambientales en la VII región fueron siete, ubicándose todos ellos en cursos de agua continental, presentando una superficie menor a 10 hectáreas y profundidades inferiores a 5 metros (Tabla 136).

Los sitios Boyeruca 1 y Cardonal, se encuentran localizados en los cauces inferiores del Estero San Pedro de Alcántara y Río Chovellén, respectivamente, a cierta distancia de la desembocadura al mar. Las redes de estaciones de muestreo de los cinco sitios restantes, están localizadas en zonas de desembocadura al mar de los siguientes cursos de agua: Estero Llico (Llico 2), Río Mataquito (La Pesca 1), Río Huenchullamani (La Trinchera 2), Río Maule (Río Maule 1) y Río Pinotalca (Faro Carranza 1).

Dada esta configuración, en los sitios Boyeruca 2 y Cardonal la influencia marina sería menor en comparación con los restantes cinco sitios, que se ubican en desembocaduras de cursos de agua y en donde la influencia de la pluma salina sería mayor, salvo en aquellos casos en que el desagüe del estero o río al mar se encuentre temporalmente bloqueado por una barra de arena.

De los siete sitios caracterizados, cinco presentaron condición aeróbica de acuerdo a los límites de aceptabilidad establecidos en la Res. Ex. N°3612/2009 (La Pesca 1, La Trinchera 2, Río Maule, Faro Carranza y Cardonal), presentando porcentajes de materia orgánica inferiores a 9%, valores de pH superiores a 7,1 y valores de Redox superiores a 50 mV

Los otros dos sitios caracterizados, Boyeruca 2 y Llico 2, se encontrarían en condición anaeróbica al momento de tomar las muestras de sedimentos. En el caso particular de Boyeruca 2, se registraron 3 de las 8 estaciones con porcentajes de materia orgánica superior al límite de aceptabilidad y en el caso de Llico 2, se registraron valores de pH inferiores a 7,1 y valores negativos de potencial Redox. Sin embargo, esta podría ser una



condición transitoria, ya que los demás parámetros medidos exigidos en la norma se encontraban dentro de los límites de aceptabilidad.

Con respecto a los resultados de macrofauna, sólo en Boyeruca 2 se registró la presencia del poliqueto *Capitella sp.*, el cual es considerado bioindicador de enriquecimiento orgánico, y ha sido descrito en sectores con distinto grado de aporte orgánico producto de descargas domésticas.

En todos los sitios evaluados, la concentración de oxígeno disuelto registrada a un metro del fondo fue superior a 2,5 mg/L, cumpliendo con el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones.

La zona de estudio se encuentra sometida a un sistema de alta energía de oleaje, condición común en todo el país, con fuertes corrientes que dispersan el material de sur a norte, asociado al Sistema de Corrientes Perú-Chile (Fariña et al., 20013; Karstensen & Ulloa, 20014). De acuerdo a la circulación de corrientes en la zona de estudio, esta tiende a dirigirse hacia el sur – suroeste en la capa superficial (5 m). Este flujo estaría asociado a la dirección del viento local y corrientes costeras, las cuales se mueven en profundidades someras (< 80 m) con velocidades cercanas a los 10 cm s⁻¹ (Karstensen & Ulloa, 2009). Por otro lado, la dirección de la capa media y profunda varía a lo largo de la zona de estudio. En la zona de Lipimávida, las capas media y profunda tienden a dirigirse hacia el noroeste y sureste, respectivamente, mientras que, hacia el sur estas tienden a dirigirse hacia el oeste (Constitución) y el este – sureste (Curanipe). Esta variabilidad en las capas media y profunda podría estar asociado con el efecto Coriolis, el cual estaría dirigiendo las corrientes en contra del sentido del reloj a lo largo de la costa en la zona de estudio (Karstensen & Ulloa, 2009). Además, en la zona de Constitución, las corrientes estarían influenciadas por el flujo del Río Maule, el cual estaría dirigiendo las corrientes de la capa media y profunda fuera de la costa (oeste).

¹³ Fariña, J.M.; A.T. Palma & F.P. OJEDA. 2008. Subtidal kelp associated communities off the temperate Chilean coast. Food webs and trophic dynamics of marine benthic ecosystems, 79–102.

¹⁴ Karstensen, J. & O. Ulloa. 2009. Peru–Chile Current System, 385–392.



Tabla 136. Resumen de los resultados obtenidos en la caracterización ambiental y del cumplimiento de los límites de aceptabilidad de acuerdo a la Res. Ex. N°3612 y sus modificaciones.

Sitio	Área (Hás)	Z (m)	Tipo de fondo	Cuerpo de agua	MOT	ph y Redox	OD (1 m fondo)	Condición
Boyeruca_2	1,01	0 - 1	Blando/Arena fina y fango	Estuario	x	✓	✓	Anaeróbica
Llico_2	0,73	0 - 1	Blando/Arena fina y media	Estuario	✓	x	✓	Anaeróbica
La Pesca Río_1	9,49	0 - 1	Blando/Arena media	Estuario	✓	✓	✓	Aeróbica
La Trinchera_2	2,89	0 - 2	Blando/Fango, AF, AM y AG	Estuario	✓	✓	✓	Aeróbica
Río Maule_1	5,91	0 - 2	Blando/Arena media	Estuario	✓	✓	✓	Aeróbica
Faro Carranza_1	5,15	0 - 1	Blando/Arena media	Estuario	✓	✓	✓	Aeróbica
Cardonal	2,01	0 - 2	Blando/Arena gruesa y grava	Estuario	✓	✓	✓	Aeróbica

*Rango de profundidad registrada mediante el barrido hidro acústico.

Considerando lo anterior y a raíz de los resultados obtenidos en las caracterizaciones ambientales, fue necesario reevaluar la factibilidad de llevar a cabo los cultivos deseados. En el caso de los sitios La Trinchera, Cardonal y La Pesca, los entrevistados indicaron su interés por cultivar ostras y el último, también pelillo. Estos tres sitios, cumplen con los requerimientos ambientales para llevar a cabo los cultivos que desean, pero no el sistema de cultivo propuesto inicialmente por lo que se propone implementar sistema de cultivo de fondo, en este caso de bandejas de fondo para ostras, en vez de sistema suspendido (long-line), ya que todas presentan profundidades inferiores a 2 metros.

En el sitio Faro Carranza, se propone el cultivo de pelillo y ostras. Pelillo a petición del titular y ostras como recomendación de la unidad técnica, ya que es un cultivo muy rentable.



Los otros tres sitios seleccionados, no tienen las características apropiadas para los cultivos deseados, por lo que se proponen otras alternativas. En el caso de Boyeruca 2, se propone el cultivo de pelillo directo al fondo, ya que la salinidad y profundidad no permiten el cultivo de choritos ni ostras. Lo mismo ocurre en Llico 2, cuyos entrevistados manifestaron interés en cultivar erizo y choritos, pero debido a salinidad y profundidad no es factible realizar el cultivo de esas especies, y Río Maule que expresaron su deseo de cultivar choritos y ostras, pero también presenta bajas profundidades, por lo que se propone el cultivo de ostras en bandejas de fondo para estos dos sitios.

Por lo que, de los siete sitios evaluados, cuatro presentaban las características apropiadas para desarrollar el cultivo deseado. Los sitios restantes no cumplían con las características ambientales, presentando profundidades muy bajas o salinidades por sobre la tolerancia de la especie, en el caso del cultivo de choritos y cultivo de ostras. Es por esto que se propusieron especies y sistemas de cultivos alternativos más adecuados para cada sitio. De acuerdo a bibliografía y a la experiencia de la unidad técnica, los cultivos más idóneos para los sitios seleccionados serían ostras, con sistemas de cultivo de fondo y pelillo, directo en el fondo.

El cultivo de ostras ha demostrado ser un buen cultivo a lo largo de todo Chile, en particular el cultivo de ostra japonesa, que, si bien no es una especie nativa, posee una gran adaptación y buen crecimiento, en diferentes ambientes. Cuenta con una diversidad de sistemas de cultivo, los cuales no presentan gran complejidad ni inversión. Por estas razones, se recomienda el cultivo de este recurso, en conjunto con la especie ostra chilena, para diversificar el cultivo, en aquellos sitios con bajas profundidades, ya que es posible cultivar ambas especies en sistemas de bandejas de fondo. Además, en la actualidad existe un mercado, que, aunque no es masivo, hacen que el precio de estas especies haga de este cultivo rentable y con proyecciones favorables.

En el caso del cultivo de pelillo se consideró como potencial especie a cultivar por ser una especie nativa con características favorables como alto nivel de adaptabilidad, factibilidad de cultivo, bajo nivel de inversión en siembra y cosecha, y cortos periodos de crecimiento. Por otro lado, en la actualidad el precio en el mercado hace rentable su cultivo.

Los niveles de producción máxima estimada para los sitios seleccionados no son grandes volúmenes, por lo que, para mejorar la rentabilidad, la APE debe integrarse a la caleta y a las actividades turísticas y gastronómicas que se puedan desarrollar en ella. Por lo que se sugiere complementar esta actividad con la implementación de turismo vivencial, como

forma de diversificación, el cual busca promover la experiencia directa de los turistas en el desarrollo y explotación de los recursos. Implementar el turismo vivencial permitiría compartir la operación pesquera; la interacción con los saberes del pescador y su forma de buscar y recolectar la especie a través de una observación directa de su captura, y también de la observación de aves, flora y fauna; y, por cierto, la degustación y elaboración de comida y platos típicos.

Debido a que ninguno de los siete sitios está localizado en un ambiente netamente marino, los niveles de concentración de metales pesados cuantificados se encontrarían bajo la influencia de potenciales aportes antropogénicos, ya que estos cursos de agua son colindantes con asentamientos humanos (Tabla 137).

Tabla 137. Asentamientos humanos asociados con las riberas de los cursos de agua que albergaron los sitios de muestreo.

Sitio	Curso de agua	Asentamientos
Boyeruca 2	Estero San Pedro de Alcántara	Poblado de Boyeruca y salinas de Boyeruca
Llico 2	Estero Llico	Poblados de Llico y Víchuquén
La Pesca 1	Río Mataquito	Poblados de Licantén, Hualañé y Huaquén, entre muchos otros. Ciudad de Curicó.
La Trinchera 2	Río Huenchullamani	Poblados de Chanquihue y Coipe
Río Maule 1	Río Maule	Ciudades de Constitución, Talca y San Javier. Gran cantidad de poblados ribereños.
Faro Carranza 1	Río Pinotalca	Poblado de Loanco
Cardonal	Río Chovellén	Poblado de Cardonal

Del conjunto de metales analizados, el mercurio y plomo registraron mediciones analíticamente indetectables en los siete sitios de muestreo. Por otra parte, el arsénico y zinc presentaron mediciones cuantificables en toda el área de estudio (siete sitios). El cadmio y cobre presentaron indistintamente sitios con mediciones cuantificables y otros en que los niveles de concentración estuvieron bajo el límite de detección. Particularmente, el cobre mostró un patrón interesante ya que fue indetectable en las aguas desde Boyeruca 2 a la Trinchera 2; en tanto, en los sitios Río Maule 1, Faro Carranza 1



y Cardonal aparece en forma recurrente y con niveles de concentración considerados como altos.

Dada la ausencia de criterios de calidad ambiental nacionales (normativa de calidad secundaria), para aguas naturales (marinas, estuarinas y continentales), se considerará como referente el Criterio Crónico (CCC) para aguas continentales ("agua dulce" o freshwater) propuesto por la Environmental Protection Agency de Estados Unidos (EPA)¹⁵. Es importante señalar algunos alcances respecto de esta siguiente contrastación. La comparación efectuada solamente es referencial, ya que los ambientes acuáticos fluviales con toda seguridad difieren en sus condiciones físicas y químicas. Si bien, podrían existir aportes antrópicos de metales pesados a estos cursos de agua, se desconoce los niveles basales ("background") o aportes naturales en estas aguas. Así también, en ningún caso los criterios ambientales señalados por la EPA para cada metal o elemento se constituyen en niveles normativos cuya superación indique un deterioro de la condición ambiental de estas aguas fluviales.

En detalle, los niveles de concentración de arsénico medidos en comparación con el criterio ambiental crónico de la EPA para agua continental (0,15 mg/L), presentaron niveles de concentración inferiores a este referente ambiental.

En comparación con el criterio crónico propuesto por la EPA para el cadmio (0,00072 mg/L, =0,72 µg/L), todas las mediciones cuantificables de este elemento, efectuadas en donde se detectó cadmio en el área de estudio, superan este referente ambiental (Boyeruca 2, Llico 2, Río Maule y Faro Carranza). Este metal se encuentra en baja proporción sobre la corteza terrestre, por lo que su presencia en el medio ambiente se debe básicamente a la contaminación antropogénica (Eisler, 2000). Se genera como subproducto de la fundición de otros metales como plomo o zinc y es mayormente usado por sus propiedades de resistencia a la corrosión y en dispositivos electrónicos (Alay, Lomas, Mallafre, & Roig, 2012; Klaassen et al., 2001).

Para el cobre la EPA aún no ha propuesto un criterio ambiental crónico; solamente dispone de un valor análogo para aguas marinas (3,1 µg/L, =0,0031 mg/L). Considerando

¹⁵ <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>



este referente ambiental, y con la salvedad que está dado para una matriz acuosa con mayor salinidad, la mayoría de las mediciones de este metal están dentro del rango. Sin embargo, los niveles de concentración de cobre medidos en las aguas de los sitios Faro Carranza 1 y Cardonal, superan ampliamente este referente ambiental en un orden de magnitud. Se desconoce el origen de estos mayores niveles de cobre en las aguas de los ríos Pinotalca y Chovellén. Sin embargo, dada la ausencia de usos o actividades antrópicas conocidas y asociadas a las riberas de ambos cursos de agua, se descartaría la ocurrencia de aportes de este origen a las aguas.

En cuanto al zinc, la EPA propone un criterio ambiental crónico de 0,12 mg/L para este metal. Contrastando las mediciones efectuadas en la presente campaña con este referente, se desprende que la mayoría de los valores de concentración asociados a los sitios de Boyeruca 2 y Llico 2, presentaron niveles comparativamente mayores. Dado que los cursos de agua asociados con estos sitios (esteros San Pedro de Alcántara y Llico) se encuentran antrópicamente intervenidos por distintos usos y actividades humanas, probablemente los mayores niveles de concentración de zinc hallados en estos sitios respondan parcialmente a aportes no naturales.

Con respecto al cultivo de algas, según Westermeier (2013), las mayores concentraciones de metales pesados en *Gracilaria chilensis*, se registran en la parte enterrada del talo, en comparación a la sección descubierta, adicionalmente, las algas suelen estar expuestas a contaminantes como metales pesados, exhibiendo la capacidad de habitar ambientes con altas concentraciones de estos contaminantes (Gaur & Rai 2001), por lo que las concentraciones registradas en la zona de estudio no debiesen afectar el cultivo de macroalgas, *Gracilaria chilensis*.

Respecto del cultivo de bivalvos estos organismos filtradores son capaces de acumular en sus tejidos distintos contaminantes, entre ellos metales pesados, los cuales podrían ser potencialmente peligrosos para el ser humano (Corrales 2015), como también para el cultivo en sí. De acuerdo a lo indicado por la EPA, el cadmio es un metal no esencial sin función biológica en animales acuáticos. Además de los efectos agudos como la mortalidad, la exposición crónica al cadmio puede provocar efectos adversos sobre el crecimiento, la reproducción, los sistemas inmunes y endocrinos, el desarrollo y el comportamiento en los organismos acuáticos. Con respecto al cobre, la EPA indica que el cobre es un nutriente esencial en bajas concentraciones, pero es tóxico para los organismos acuáticos en concentraciones más altas. Además de los efectos agudos como



la mortalidad, la exposición crónica al cobre puede provocar efectos adversos sobre la supervivencia, el crecimiento, la reproducción, así como alteraciones de la función cerebral, la actividad enzimática, la química sanguínea y el metabolismo.

Considerando lo anterior, en conjunto con los valores de referencia indicados por la EPA, no sería recomendable el desarrollo de acuicultura a pequeña escala en aquellos sitios en los cuales se detectaron concentraciones superiores de cadmio y/o cobre (Boyeruca 2, Llico 2, Río Maule, Faro Carranza y Cardonal). Aunque se debe considerar también, que las mediciones son puntuales, por lo que dichos valores pueden no reflejar la condición permanente del sector. Teniendo esto en cuenta, y considerando que técnica y económicamente el cultivo de ostras y/o pelillo es factible en estos sectores, y existe un interés de parte de los titulares por cultivar estos recursos se entregan los proyectos técnicos y documentación asociada listos para ser presentados si se detectan y disminuyen las concentraciones de metales pesados en dichos sectores. El resto de los lugares (La Pesca 1 y La Trinchera 2) no presentan concentraciones de metales pesados que puedan afectar el normal desarrollo de una APE.

Mediante el estudio de prospección y análisis de recursos hidrobiológicos bentónicos fue posible constatar que no existirían bancos naturales de recursos hidrobiológicos, según la Res. Ex. N° 2.353 (SUBPESCA) posteriormente modificada por la Res. Ex. N° 387 (SUBPESCA), en ninguno de los siete sitios seleccionados.

Los niveles de producción máxima estimada para los sitios seleccionados no son grandes volúmenes, por lo que, para mejorar la rentabilidad, la APE debe integrarse a la caleta y a las actividades turísticas y gastronómicas que se puedan desarrollar en ella. Por lo que se sugiere complementar esta actividad con la implementación de turismo vivencial, como forma de diversificación, el cual busca promover la experiencia directa de los turistas en el desarrollo y explotación de los recursos. Implementar el turismo vivencial permitiría compartir la operación pesquera; la interacción con los saberes del pescador y su forma de buscar y recolectar la especie a través de una observación directa la captura, además de la observación de aves, flora y fauna; y, por cierto, la degustación y elaboración de comida y platos típicos. Además, se propone abrir nuevos canales de comercialización, con los productos cultivados y con valor agregado a través de packaging y distintos formatos de venta, realizando la entrega directa a restaurantes y supermercados, eliminando a los intermediarios, que reducen el valor comercial de los productos.



De acuerdo a la normativa vigente (DS 40/2013) y los resultados obtenidos en la caracterización ambiental, recursos a cultivar y la producción máxima estimada, seis de los siete sitios prospectados entrarían al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Estos ingresarían al SEIA principalmente por su ubicación, ya que se encuentran localizados en ríos (Boyeruca 2, Llico 2, La Pesca 1, La Trinchera 2, Faro Carranza 1 y Cardonal). Los cálculos de producción, así como gastos de operación e inversión se basaron en estudios recientes (proyectos FIP, FIPA y FIC) y se realizaron de tal forma que la inversión total para llevar a cabo el cultivo se ajustara a los montos de programas gubernamentales, con el objetivo de tener una factibilidad de financiamiento.



Tabla 138. Tabla resumen de los sitios seleccionados, recurso a cultivar, producción máxima y sistema de cultivo a implementar.

Sitio seleccionado	Categoría CPS por tipo de cultivo	Categoría CPS realizada por bases técnicas de proyecto	Nº de hectáreas	Recursos a cultivar	Producción máxima solicitada	Entra o no al SEIA	AMERB o libre acceso	Sistema de cultivo	Cuerpo de agua (mar, río o estuario)
Boyeruca_2	0	6	1,01	Pelillo	245	SI	Libre acceso	Directo en el fondo	Estuario
Llico_2	1	6	0,73	Ostras	6,02	SI	Libre acceso	Bandejas de fondo	Estuario
La Pesca Río_1	0 y 1	6	9,49	Ostras y Pelillo	279,25	SI	Libre acceso	Ostras en bandejas de fondo y Pelillo directo al fondo	Estuario
La Trinchera_2	1	6	2,89	Ostras	23,9	SI	Libre acceso	Directo en el fondo	Estuario
Río Maule_1	1	6	5,91	Ostras	49,03	NO	Libre acceso	Bandeja de fondo	Estuario
Faro Carranza_1	0 y 1	6	5,15	Pelillo y Ostras	645,38	SI	Libre acceso	Pelillo directo al fondo y Ostras en bandejas de fondo	Estuario
Cardonal	1	6	2,01	Ostras	17,36	SI	Libre acceso	Bandeja de fondo	Estuario



7 Conclusiones

En la Región del Maule, de acuerdo al levantamiento realizado para conocer las agrupaciones susceptibles a desarrollar acuicultura a pequeña escala en la región, se pudo contabilizar un total de 10 organizaciones que cuentan con el conocimiento e infraestructura para llevar a cabo dicha actividad, considerando, además, la ubicación de los potenciales sitios para su ejecución.

En la región, una limitante importante corresponde a las condiciones oceanográficas del sector, con una costa muy expuesta al oleaje en gran parte del litoral, situación que imposibilita una APE atractiva para todos los entrevistados.

Si bien es posible a futuro utilizar nuevas e innovadoras metodologías o infraestructura para ambientes de alta energía, en la actualidad, la comunidad entrevistada ve una situación como un aspecto más bien negativo, y que perjudica el desarrollo, prefiriendo por lo tanto sectores más accesibles y protegidos.

Finalmente, en conjunto con la contraparte técnica, se seleccionaron siete organizaciones y siete sitios potenciales para realizar acuicultura a pequeña escala, sobre los cuales se llevó a cabo la caracterización ambiental.

Como resultado de esta caracterización, se obtuvo que, cinco sitios presentaron condición aeróbica de acuerdo a los límites de aceptabilidad establecidos en la Res. Ex. N°3612/2009 (La Pesca Rio 1, La Trinchera 2, Rio Maule 2, Faro Carranza 1 y Caronal). El resto (Boyeruca 2 y Llico 2), presentó porcentajes de materia orgánica superiores al límite (i.e. $\leq 9\%$) y valores de pH y Redox que se encuentran fuera de los límites de aceptabilidad. Por lo que, al momento de realizado el muestreo, estos se encontraban en condición anaeróbica, lo cual podría deberse a una condición transitoria, ya que los valores de oxígeno disuelto se encontraban por sobre el límite establecido.

De acuerdo a la circulación de las corrientes en la zona de estudio, estas tienden a dirigirse hacia el sur – suroeste en la capa superficial. En las capas media y profunda, la dirección se ve influenciada por el efecto Coriolis, donde las corrientes en estas capas se dirigen hacia el noroeste y sureste, respectivamente, en la zona norte (Lipimávida), mientras que, hacia el sur se dirigen hacia el este y sureste (Curanipe), respectivamente. En la zona de Constitución, las corrientes se encuentran influenciadas por el Río Maule, el cual dirige las corrientes de la capa media y profunda fuera de la costa, es decir hacia el oeste.



En la prospección y análisis de especies hidrobiológicas llevada a cabo en los sitios seleccionados no se registró la presencia de ningún recurso, por lo que se concluye que no existe presencia de banco natural en ningún sitio propuesto para su evaluación, esto según metodología establecida en Resolución Exenta N° 2.353 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

En base al análisis efectuado sobre los niveles de concentración de los seis metales traza, cuantificados en las aguas continentales de los siete sitios continentales prospectados en la Región del Maule, se desprenden que, en ninguno de los sitios prospectados, se detectó mediciones analíticamente cuantificables de mercurio y plomo en la columna de agua (*i.e.* bajo límite de detección). La presencia de cadmio y cobre fue parcial en la columna de agua de algunos sitios. El cadmio fue detectado en Boyeruca 2, Llico 2, Río Maule 1 y Faro Carranza 1. En tanto, el cobre registró mediciones cuantificables en los siguientes sitios: Río Maule 1, Faro Carranza 1 y Cardonal. El arsénico y zinc fueron analíticamente detectados en la columna de agua de todos sitios prospectados.

En comparación con criterios crónicos de calidad ambiental de la EPA (aplicados de modo referencial), todos los metales analizados con mediciones sobre sus respectivos límites de detección registraron mediciones comparativamente mayores a estos referentes.

En base a las conclusiones obtenidas del análisis de los niveles de concentración y distribución de los metales pesados medidos, es necesario considerar con cautela la instalación de cultivos de especies hidrobiológicas en estos sitios, particularmente de especies filtradoras, dado que al estar biodisponibles estos metales en la matriz acuosa, los niveles tisulares en las especies cultivadas podrían aumentar a niveles riesgosos para su consumo por la población humana, debido a procesos de bioconcentración y de transferencia de metales en la red trófica (biomagnificación).

A raíz de los resultados obtenidos, las especies a cultivar propuestas por los titulares de tres sitios sufrieron modificaciones, al igual que los sistemas de cultivo, ya que las condiciones ambientales no eran las apropiadas para llevar a cabo el cultivo que los titulares deseaban, por lo que tomando en cuenta el nivel de desarrollo de la tecnología de cultivo, tipo de lugar y complejidad de éste, se propusieron otras especies y sistemas de cultivo más adecuados a cada sitio seleccionado, favoreciendo la acuicultura de especies nativas, como pelillo y ostra chilena, en conjunto con ostra japonesa, que, aunque no es una especie nativa, tiene un gran potencial para APE.



Si bien la acuicultura a pequeña escala constituye una oportunidad productiva real para las comunidades costeras y ribereñas, ya que posibilitan la diversificación del sector pesquero artesanal, sigue siendo, como su nombre lo indica, a pequeña escala con volúmenes de producción menores, lo que hace necesario desarrollar otras iniciativas productivas complementarias, como el turismo y la gastronomía, para lograr con esto un mejor aprovechamiento de los recursos presentes en el área.



8 Bibliografía

AES GENER. (2007). Estudio de Impacto Ambiental Central Termoeléctrica Los Robles. RCA 214/2008. Servicio de Evaluación Ambiental, VII Región del Maule.

Araya-Vergara, J. (1982). Análisis de la localización de los procesos y formas predominantes de la línea litoral de Chile. Observación preliminar. *Informaciones Geográficas de Chile*, 29: 25-55.

Arche, A (Ed). (1992). *Sedimentología*. Vol. I. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 541 p.

CADE-IDEPE (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad: Cuenca del río Maule. Dirección General de Aguas (DGA). Ministerio de Obras Públicas (MOP).

CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN. (2006). Estudio de Impacto Ambiental Mejoramiento ambiental del actual sistema de descarga de efluentes tratados de Planta Constitución. RCA 034/2006. Servicio de Evaluación Ambiental, VII Región del Maule.

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS. (2016). Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile. Comparación año 1999 – 2015. Universidad de Chile. Ed. Centro de Análisis de Políticas Públicas. 604 p.

Cisternas, M. (1998). Sedimentos. En: Documento de síntesis estudio de línea de base para la evaluación de impacto ambiental del complejo forestal industrial Itata. pp. 59-62. O. Parra y E. Habit (Eds.) Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción.

Cooper, JAG. (1993). Sedimentation in a river-dominated estuary. *Sedimentology*, 40: 979-1017.

D.S. MINECON N°290 de 1993. (s.f.). Reglamento de Concesiones de Acuicultura y sus modificaciones.

D.S. MINECON N°320 de 2001. (s.f.). Reglamento Ambiental para la Acuicultura.

D.S. MINSEGPRES N°95 de 2001. (s.f.). Reglamento del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental.

EPA. 2018. National Recommended Aquatic Life Criteria Table. United States Environmental Protection Agency.

<https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table#table>.

Fariña, J.M.; A.T. Palma & F.P. OJEDA. 2008. Subtidal kelp associated communities off the temperate Chilean coast. Food webs and trophic dynamics of marine benthic ecosystems, 79–102.

FIPA 2004-26. (s.f.). Diagnóstico de la Acuicultura a Pequeña Escala en Chile.



FIPA 2015-02. (s.f.). Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala.

IFOP (INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO). (2015). Informe FIP 2013-23. Estudios de emplazamiento de áreas de Acuicultura de Pequeña Escala en la zona norte.

INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS). 2019. Censo 2017. Entrega Final. <http://www.censo2017.cl/>

INH (INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA). (2003). Consultoría futura facilidad de portuaria pesquera en el sector céntrico de la desembocadura del río Maule, Informe Final. 106 p.

Martin, JL & S McCutcheon. (1999). Hydrodynamics and transport for water quality modeling. CRC Press, 816 p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (2017). Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas. 106 p.

Karstensen, J. & O. Ulloa. 2009. Peru–Chile Current System, 385–392.

Selley, R. (1970). Ancient sedimentary environments. Chapman & Hall, 237 p.

SERNAPESCA. (2016). Anuario Estadístico de Pesca 2016. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. <http://www.sernapesca.cl/informes/estadisticas>

SUBPESCA. (s.f.). Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura. Enero, 2017. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. <http://www.subpesca.cl/portal/618/w3-propertyvalue-788.html>

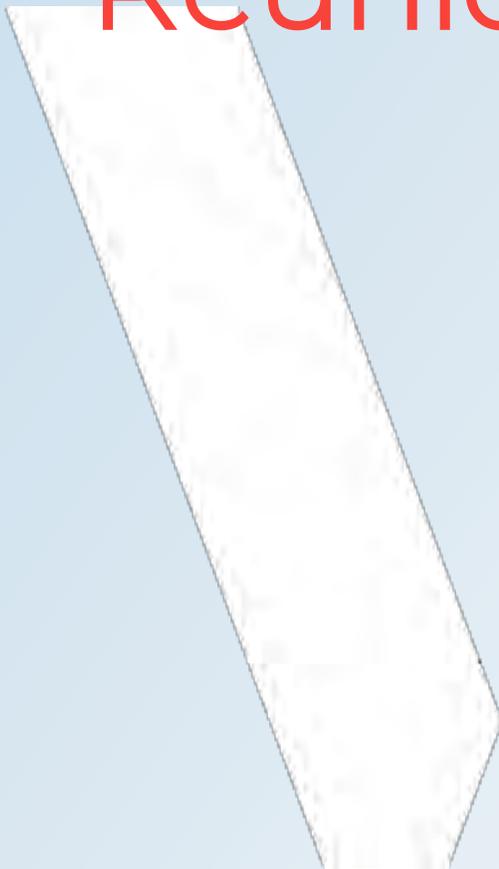
UCSC (UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION) . (2015). Informe FIP 2013-24. Estudio de emplazamiento de Áreas de Acuicultura de Pequeña Escala en la Zona Sur (VI a XIV Regiones).

Venegas, V. (2014). Caracterización y análisis témporo-espacial de la morfología del estuario del Maule: zonas media y distal. Entre los años 1945 y 2011. Memoria de título para optar al grado de Geógrafo. Universidad de Chile, 97 p.

ANEXOS

A Minutas

Reunión (digital)



ANEXOS

ANEXOS

B Encuestas y

Listado

Contactos (digital)

ANEXOS

ANEXOS

C Base de datos encuesta

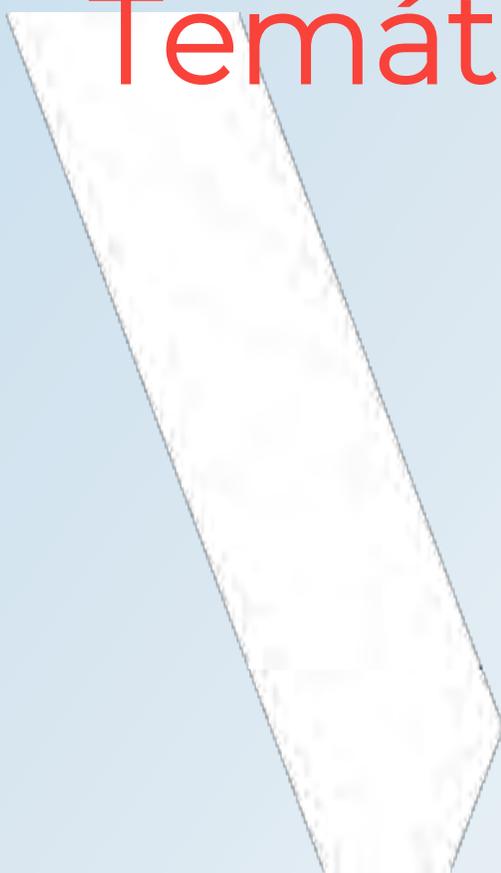
(digital)

ANEXOS

ANEXOS

D Fichas

Temáticas (digital)

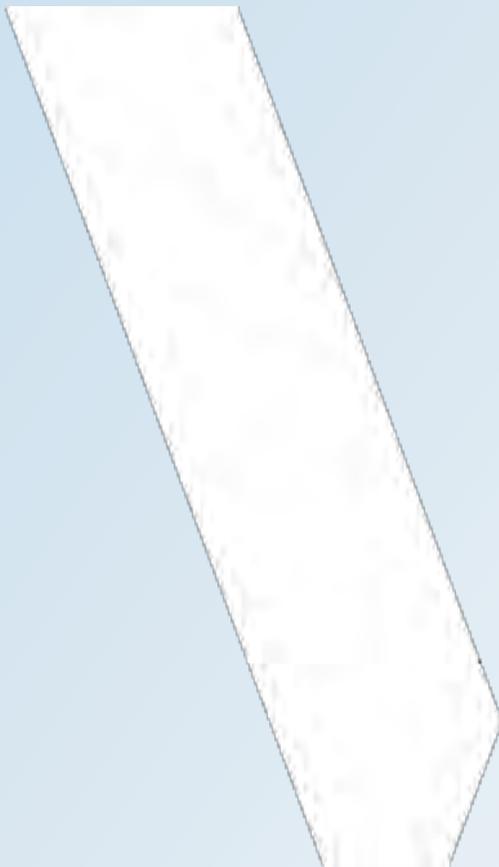


ANEXOS

ANEXOS

E Shape Sitios

(digital)



ANEXOS

ANEXOS

F Resultados

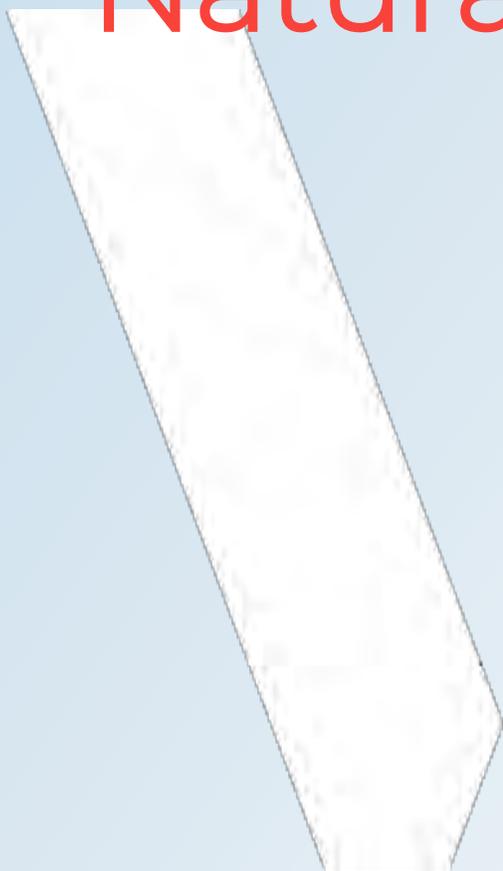
CPS y Metales

(digital)

ANEXOS

G Banco

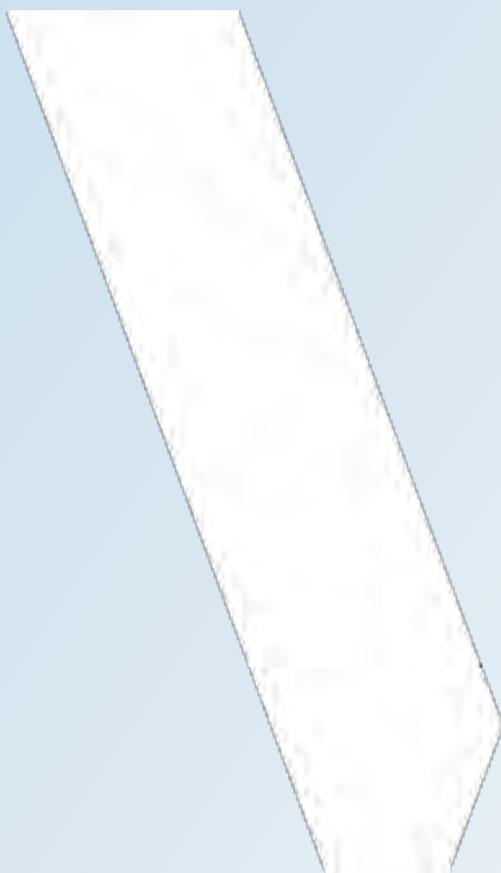
Natural (digital)



ANEXOS

ANEXOS

H Metadata (digital)



| Personal participante por actividad (digital)

J Informes

Correntometria

(digital)